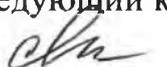
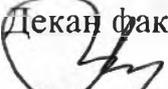


Учреждение образования  
«Брестский государственный технический университет»  
Факультет инженерных систем и экологии  
Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

СОГЛАСОВАНО  
Заведующий кафедрой  
  
О.А.Акулова  
«28» 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО  
Декан факультета  
  
О.П.Мешик  
«28» 12 2022 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС  
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ  
«ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И  
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»**

для специальности 1-33 01 07 «Природоохранная деятельность»

Составитель: Акулова Ольга Александровна, заведующий кафедрой начертательной геометрии и инженерной графики БрГТУ

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета университета от 29.12.2022, протокол № 3.

*р.и. в УМК 22/23-122*

## ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» содержит:

### 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Лекции по дисциплине «ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

### 2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

- 2.1. Примерный перечень тем лабораторных занятий.
- 2.2. Примерный перечень индивидуальных графических работ.
- 2.3. Подготовка альбома индивидуальных графических работ

### 3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

- 3.1. Используемые средства диагностики результатов учебной деятельности.
- 3.2. Вопросы для подготовки к зачету.

### 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА» для специальности 1-33 01 07 «Природоохранная деятельность».

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» является фундаментом инженерно-технического образования. Она не только представляет собой теорию изображений и построения чертежей, но и составляет теоретическую основу для современных технологий информационного моделирования и представления графической информации. Она дает студентам знания, умения и навыки, необходимые для эффективного изучения последующих общеинженерных и специальных дисциплин, выполнения курсовых и дипломных проектов, а также для их будущей практической деятельности.

Целью изучения дисциплины «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» является формирование у студентов знаний, умений и навыков получения, хранения и обработки графической информации, в том числе с помощью программных средств компьютерной графики, ориентированных на современные информационные технологии.

В соответствии с образовательным стандартом в результате изучения учебной дисциплины «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» формируется базовая профессиональная компетенция: использовать базовые знания компьютерного проектирования и инженерной графики для выполнения экологических исследований.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по учебной дисциплине «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» разработан в соответствии с Положением об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденным Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 08.11.2022 № 427, и предназначен для студентов специальности 1-33 01 07 «Природоохранная деятельность».

Цели ЭУМК:

- обеспечение качественного методического сопровождения процесса обучения;
- организация эффективной самостоятельной работы студентов.

Содержание разделов ЭУМК соответствует образовательному стандарту ОСВО 1-33 01 07-2021 специальности 1-33 01 07 «Природоохранная деятельность», структуре и тематике учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика».

Материал ЭУМК представлен на требуемом методическом уровне и адаптирован к современным образовательным технологиям.

*Теоретический раздел* содержит материалы для теоретического изучения учебной дисциплины в виде лекций.

*Практический раздел* содержит материалы для проведения лабораторных занятий, а также выполнения индивидуальных графических работ.

*Раздел контроля знаний* содержит материалы для итоговой аттестации (вопросы к зачету), позволяющие определить соответствие результатов учебной

деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

*Вспомогательный раздел* включает учебную программу учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика».

Рекомендации по организации работы с ЭУМК:

– лекции проводятся с использованием представленного в ЭУМК теоретического материала;

– лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе с использованием представленных в ЭУМК учебно-методических материалов;

– аттестация по дисциплине проводится в виде зачета, вопросы к которому приведены в разделе контроля знаний.

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

[#СтруктураЭУМК](#)

### Лекции по дисциплине «ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»

1.1. Лекция «Методы проецирования. Проекция точки, прямой, плоскости и поверхности».....	6
1.2. Лекция «Пересечение геометрических объектов. Развертывание поверхностей. Решение позиционных и метрических задач».....	53
1.3. Лекция «Современные технологии информационного моделирования. Структура геометрического моделирования. Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD» .....	121
1.4. Лекция «Виды, разрезы, сечения. Аксонометрические проекции» .....	125
1.5. Лекция «Проекция с числовыми отметками».....	170
1.6. Лекция «Виды соединения деталей и правила их изображения на чертеже» .....	210
1.7. Лекция «Общие требования к чертежам. Эскизы. Сборочный чертеж. Чертежи деталей».....	241
1.8. Лекция «Общие сведения о строительных чертежах. Архитектурно-строительные чертежи зданий и сооружений» .....	249

## 1.1. Лекция «Методы проецирования. Проекция точки, прямой, плоскости и поверхности»

[#ТеоретическийРаздел](#)

### ОСНОВНЫЕ ПРОЕКЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

#### УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И СИМВОЛЫ:

Плоскости проекций:

Произвольная –  $\Pi_1, \Pi_0$ ;

Горизонтальная –  $\Pi_1$ ;

Фронтальная –  $\Pi_2$ ;

Профильная –  $\Pi_3$ .

Начало координат – 0.

Оси проекций на чертеже - X, Y, Z:

$\Pi_1 \cap \Pi_2 = X$ ;

$\Pi_2 \cap \Pi_3 = Z$ ;

$\Pi_1 \cap \Pi_3 = Y$ .

Точки в пространстве – A, B, C....; 1, 2, 3....

Проекция точек:

Горизонтальные –  $A_1, B_1, C_1....; 1_1, 2_1, 3_1....$ ;

Фронтальные –  $A_2, B_2, C_2....; 1_2, 2_2, 3_2....$ ;

Профильные –  $A_3, B_3, C_3....; 1_3, 2_3, 3_3....$ ;

Знаки, выражающие отношения:

$\equiv$  - тождественное совпадение;

$\cap$  - пересечение;

$=$  - равенство, результат действия;

// - параллельность;

$\perp$  - перпендикулярность;

$\in$  - принадлежность;

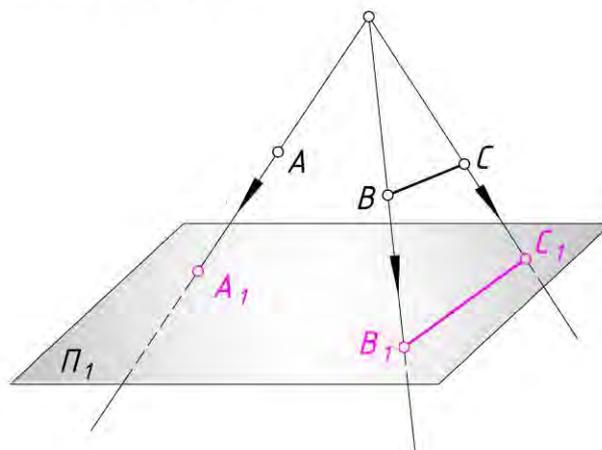
$\rightarrow$  - логическое следствие «если..., то...».

## МЕТОД ПРОЕКЦИЙ

**Проецирование** – построение проекции ГО на плоскости проекций путем мысленного проведения через все его точки проецирующих лучей до пересечения их с плоскостью проекций.

В зависимости от направления проецирующих лучей различают:

- 1. Центральное проецирование (коническое)** – проецирующие лучи проходят через одну точку  $S$ .

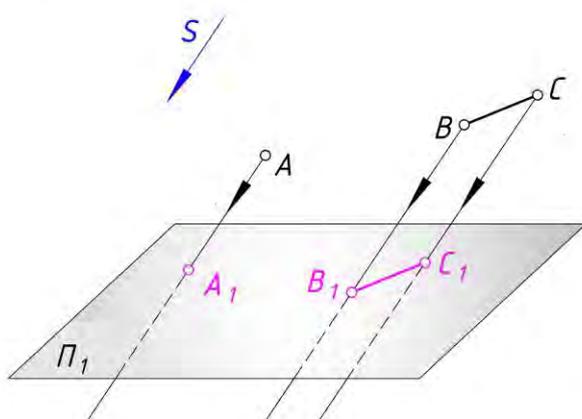


- 2. Параллельное проецирование (цилиндрическое)** – проецирующие лучи параллельны заданному направлению  $S$ :

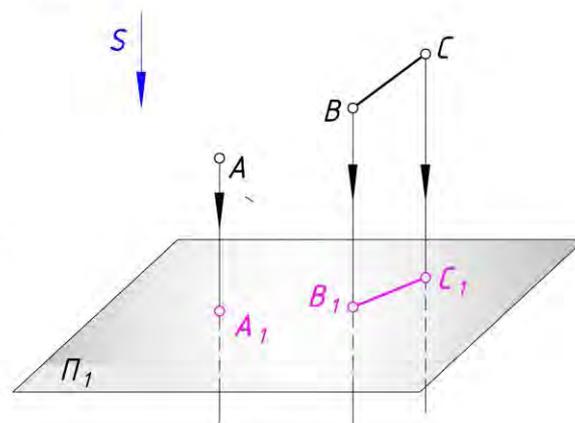
а) **косоугольное** –  $S$  не  $\perp$   $\Pi_1$ ;

б) **прямоугольное (ортогональное)** -  $S \perp \Pi_1$ ;

а)



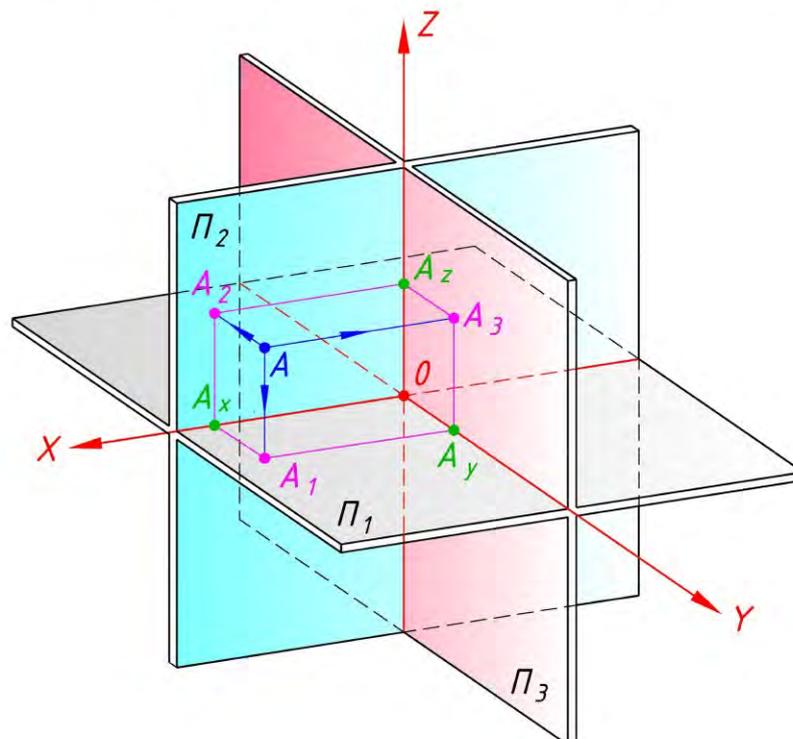
б)



## АППАРАТ ПРОЕЦИРОВАНИЯ:

1.  $A, B, \dots; 1, 2, \dots$  – ГО (оригинал), объект проецирования;
2.  $\Pi_1$  – плоскость проекций;
3.  $S$  – центр проекций (точка зрения), либо  $\downarrow S$  – направление проецирующих лучей (в зависимости от метода проецирования);
4.  $SA$  – проецирующий луч;
5.  $A_1, B_1, \dots; 1_1, 2_1, \dots$  – проекции точек  $A, B, \dots; 1, 2, \dots$  на плоскость проекций  $\Pi_1$ .

## СВОЙСТВА ОРТОГОНАЛЬНОГО ПРОЕЦИРОВАНИЯ



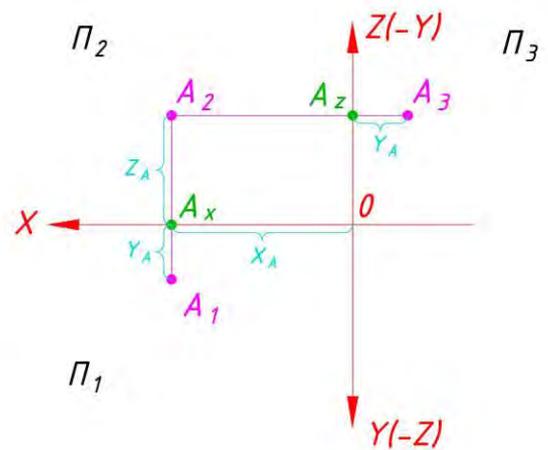
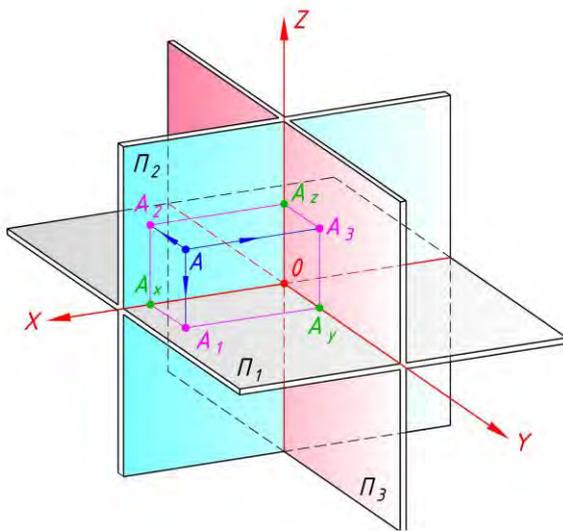
Координаты точки  $A(X, Y, Z)$ ;

Координата  $X$  – расстояние от т.  $A$  до  $\Pi_3$ ;

Координата  $Y$  – расстояние от т.  $A$  до  $\Pi_2$ ;

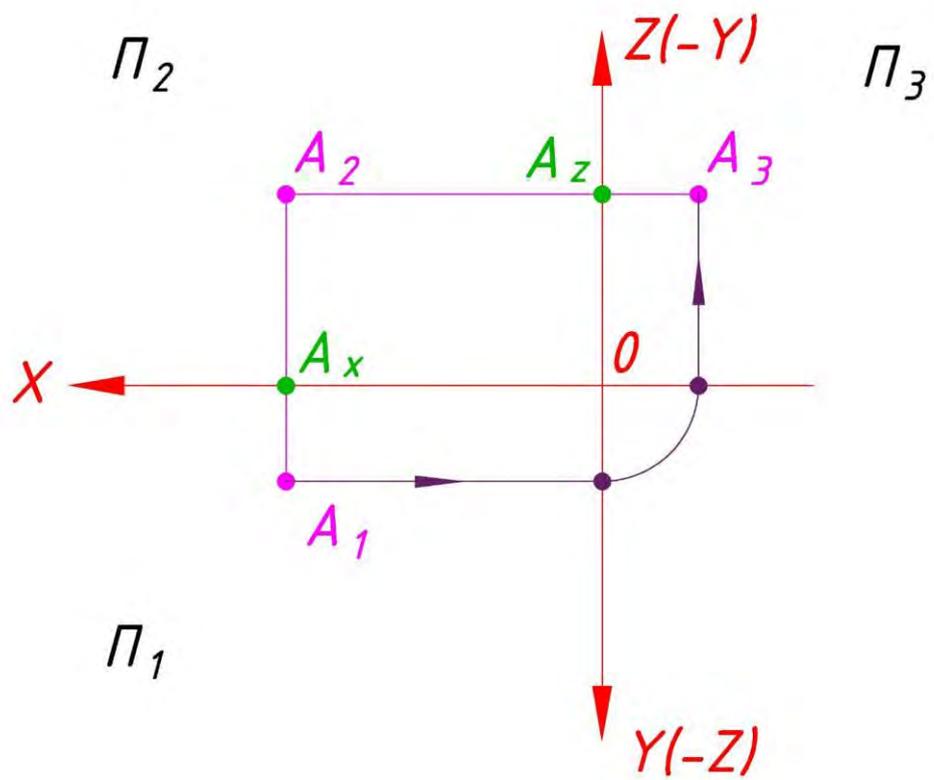
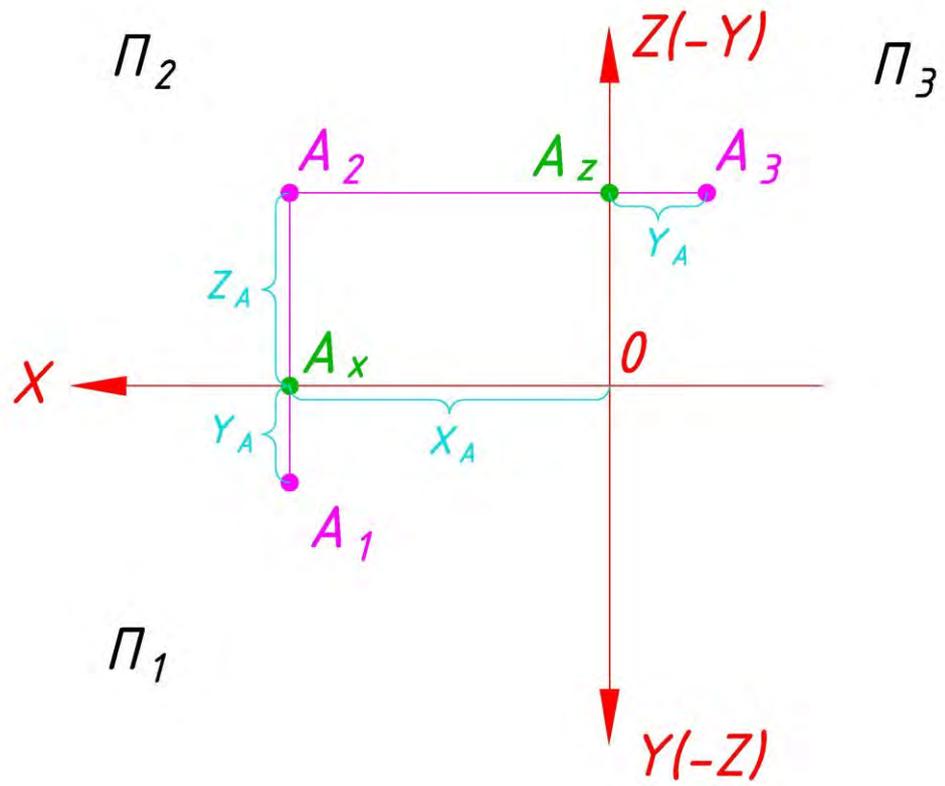
Координата  $Z$  – расстояние от т.  $A$  до  $\Pi_1$ ;

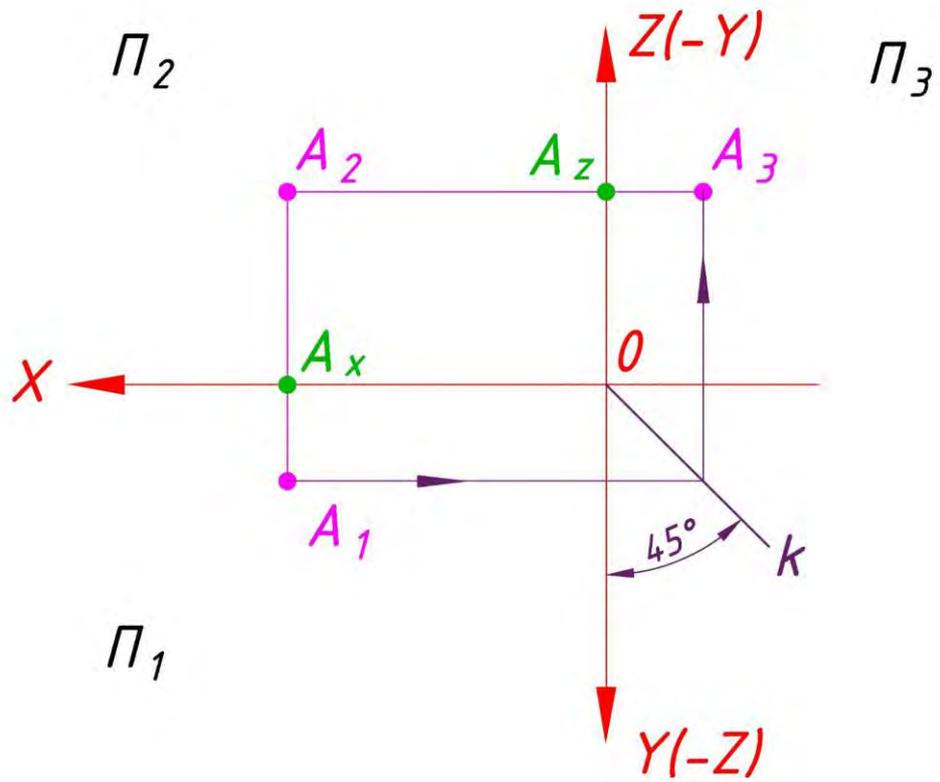
$A_2A_xA_1 \perp X$ ;  $A_2A_xA_3 \perp Z$  – линии связи.



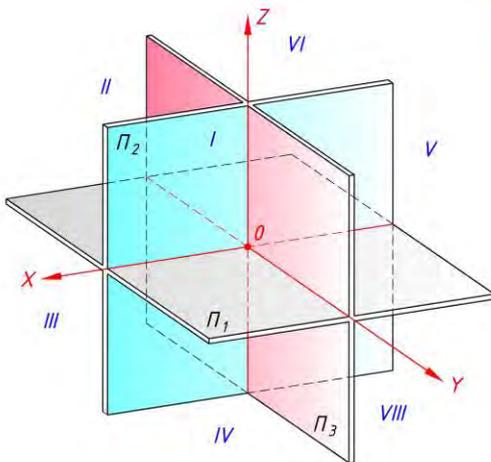
Для определения положения точки в пространстве достаточно двух проекций. Третью проекцию можно построить одним из следующих способов:

1. Координатный –  $A_1(X, Y)$ ,  $A_2(X, Z)$ ,  $A_3(Y, Z)$ .
2. Проекционный.
3. С помощью постоянной чертежа  $k$ .



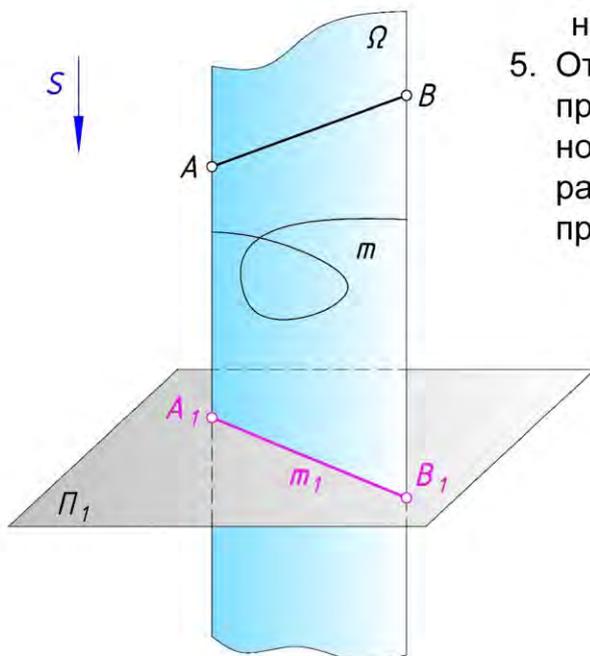
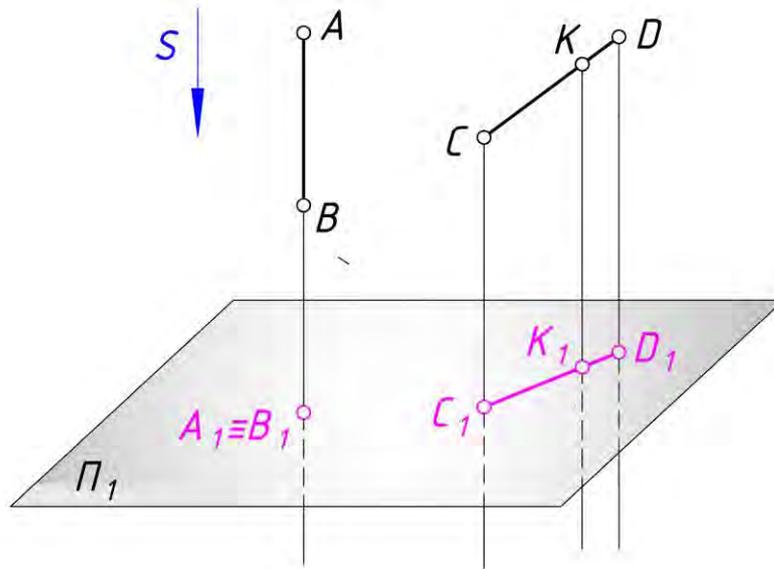


### Значения координат проекций точек в октантах



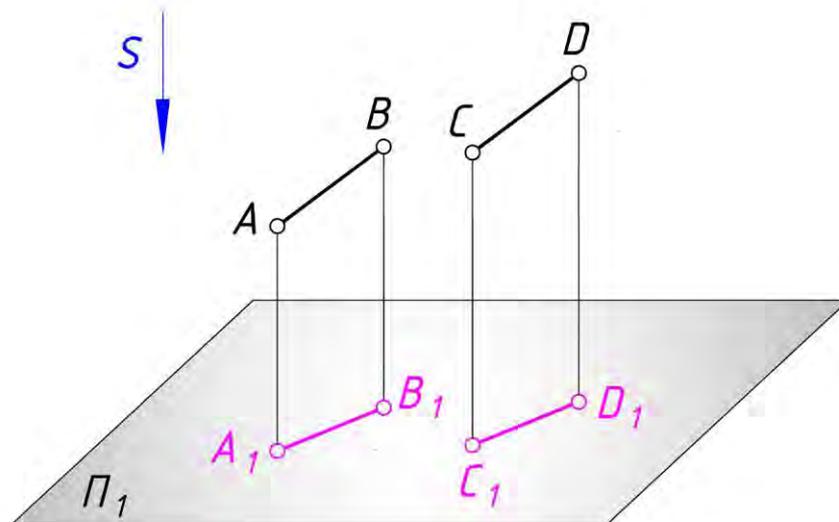
Октанты	X	Y	Z
I	+	+	+
II	+	-	+
III	+	-	-
IV	+	+	-
V	-	+	+
VI	-	-	+
VII	-	-	-
VIII	-	+	-

1. Проекция точки есть точка;
2. Проекция прямой есть прямая. Если прямая  $\parallel$  направлению проецирования, то проекцией прямой является точка.
3. Если точка  $\in$  линии, то проекция точки  $\in$  проекции этой линии.

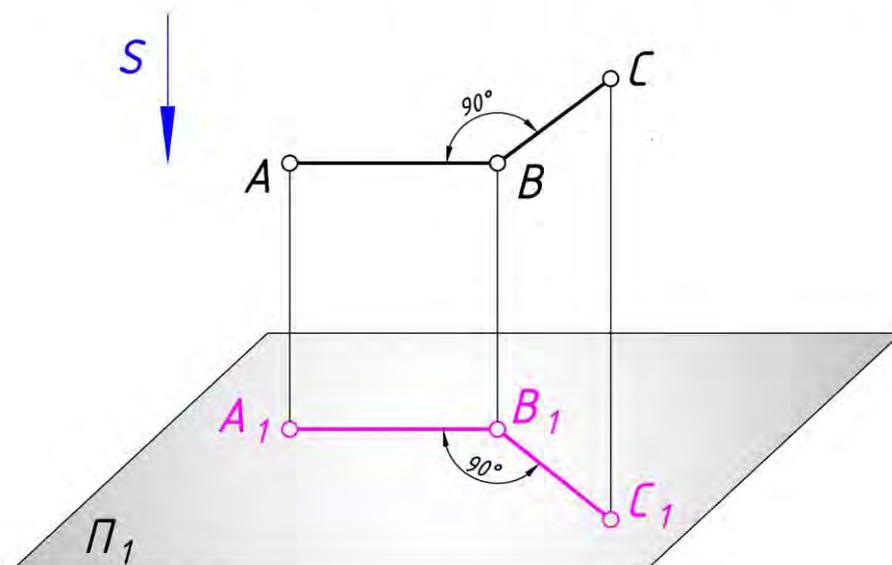


4. Если прямая  $\parallel$  плоскости проекций, то она проецируется на плоскость в натуральную величину.
5. Отрезок прямой АВ может быть проекцией не только прямой линии, но и любой кривой, если последняя расположена в плоскости,  $\perp$ -ой пл. пр.  $\Pi_1$ .

6. Если отрезок прямой делится точкой в каком-то отношении, то и проекции отрезка делятся проекциями точки в том же отношении.
7. Проекции параллельных прямых параллельны между собой.
8. Отношение отрезков // -ых прямых равно отношению их проекций.



9. Если одна сторона прямого угла // -на пл. пр., а вторая не  $\perp$  -на ей, то на эту пл. про. Прямой угол проецируется без искажений.



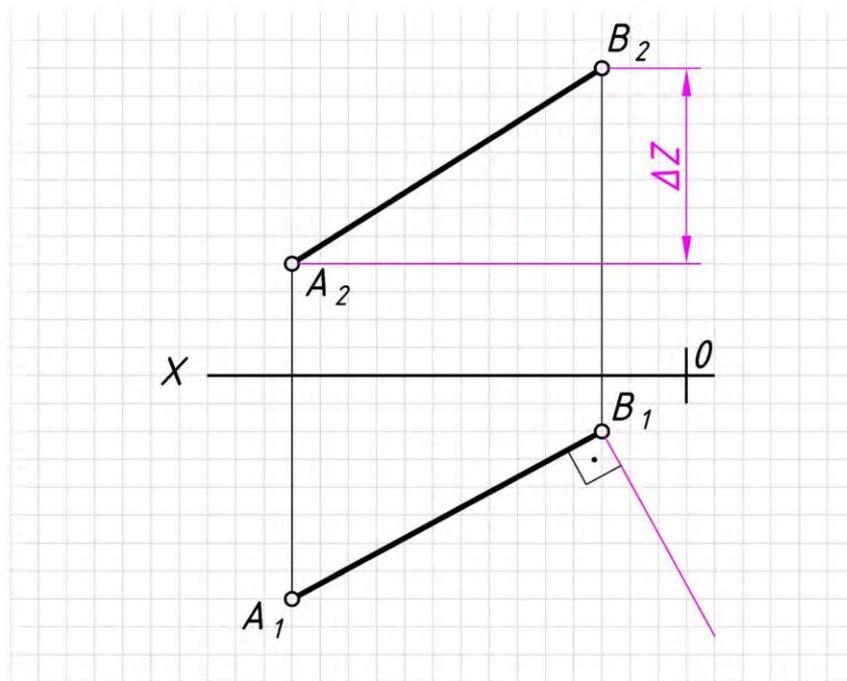
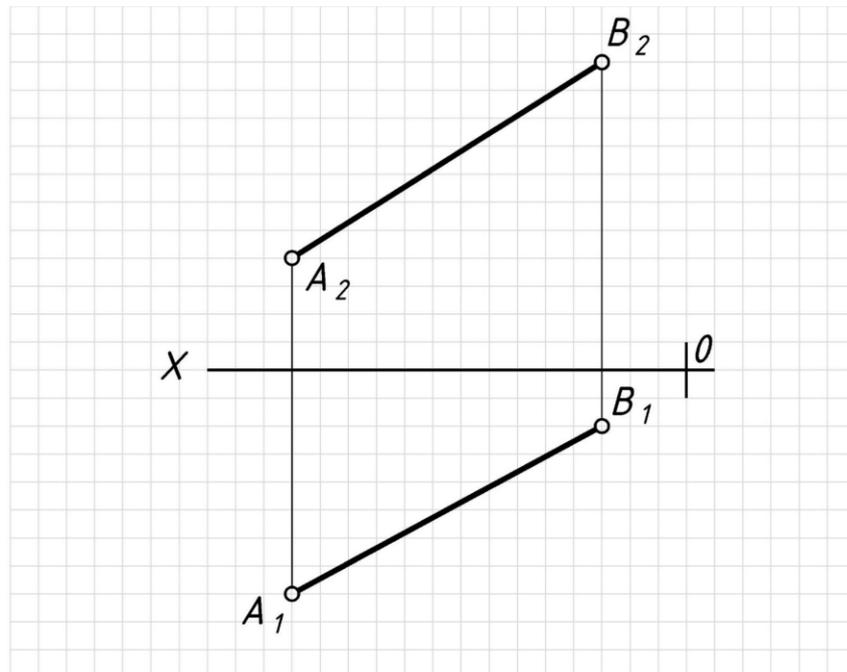
# ПРЯМАЯ

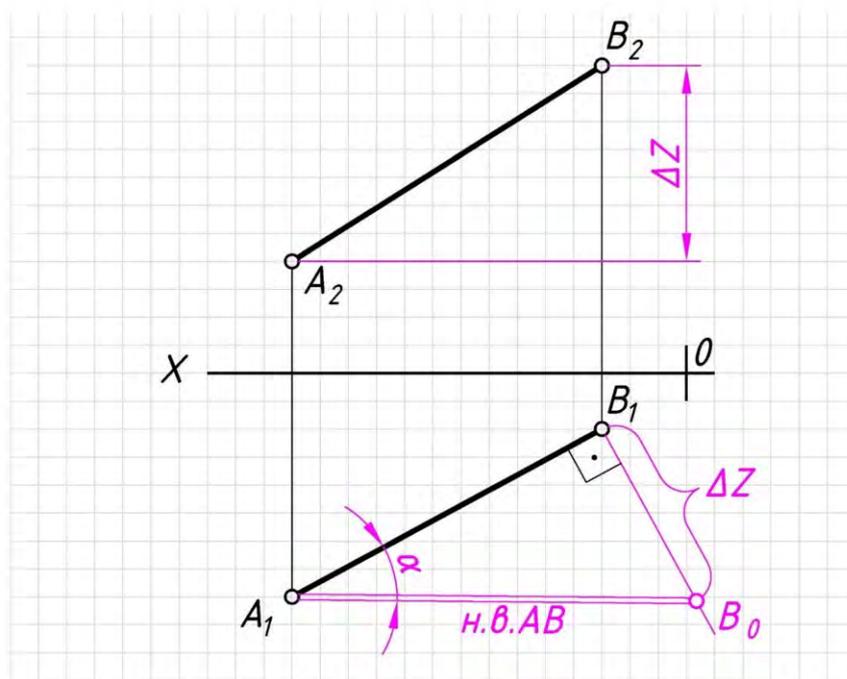
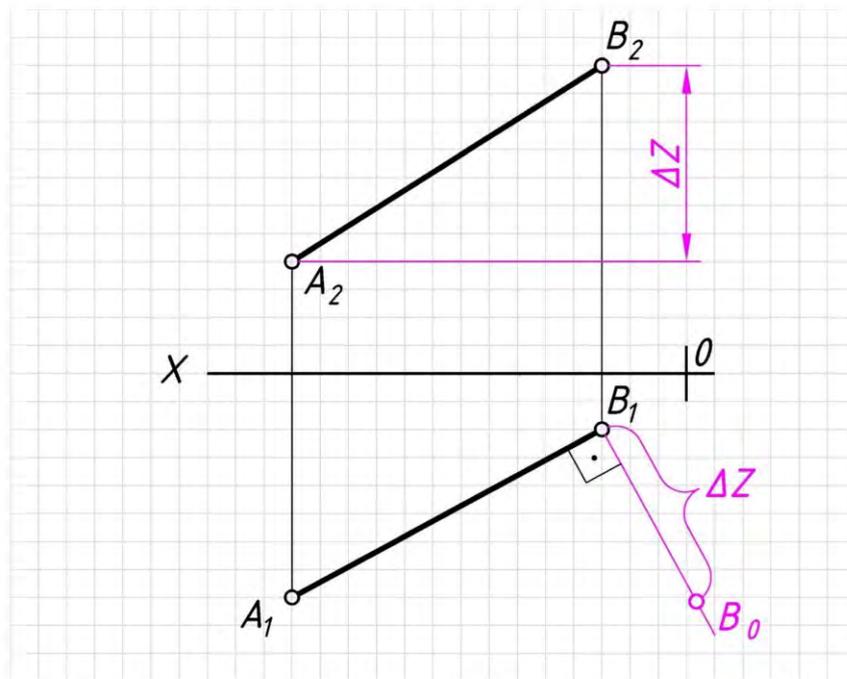
## Классификация прямых

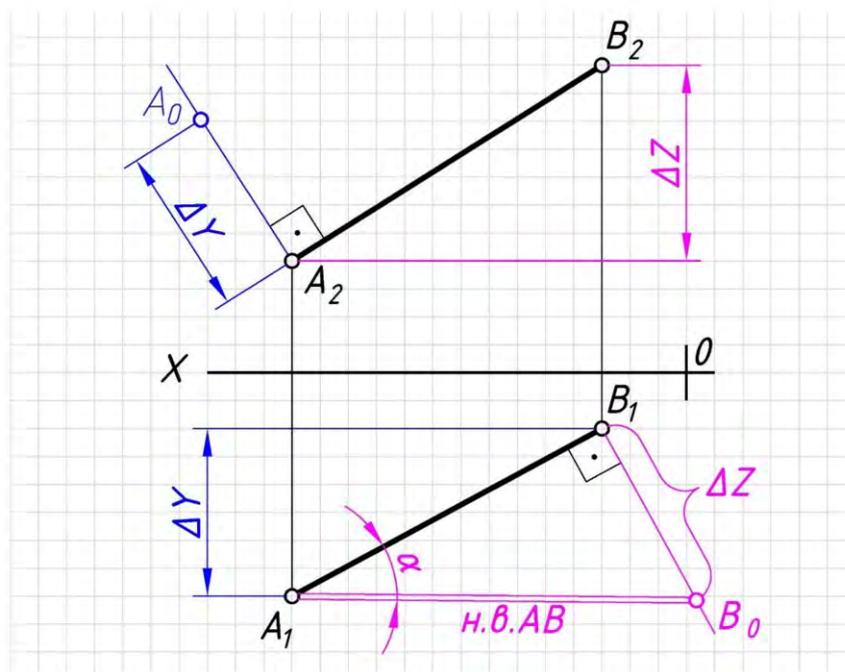
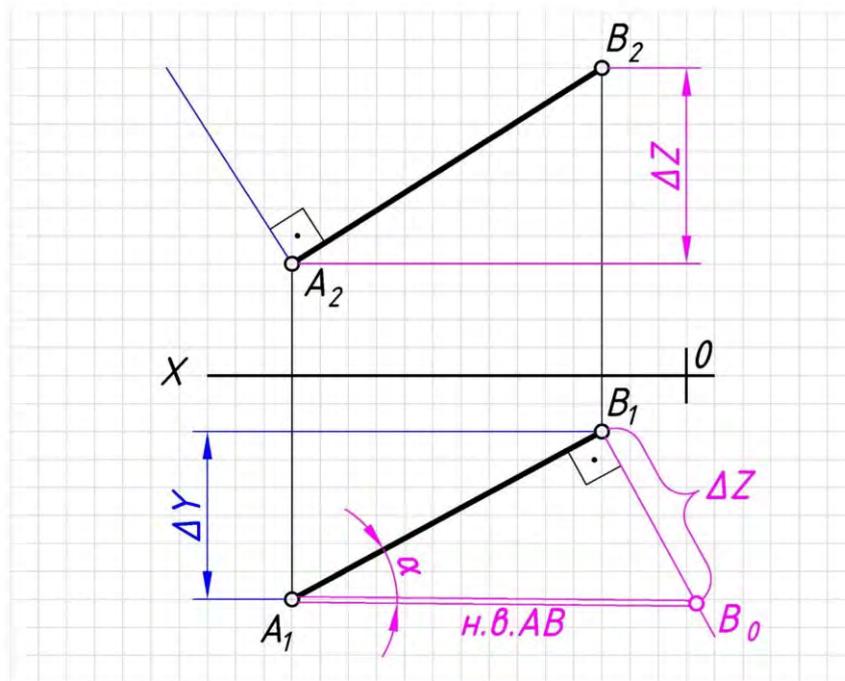
- 1. Прямые общего положения** – это прямые, непараллельные и неперпендикулярные ни одной из плоскостей проекций.
- 2. Прямые частного положения:**
  - **Уровня** – параллельные одной из плоскостей проекций и не перпендикулярные двум другим;
  - **Проецирующие** – перпендикулярные к одной плоскости проекций и параллельные двум другим.

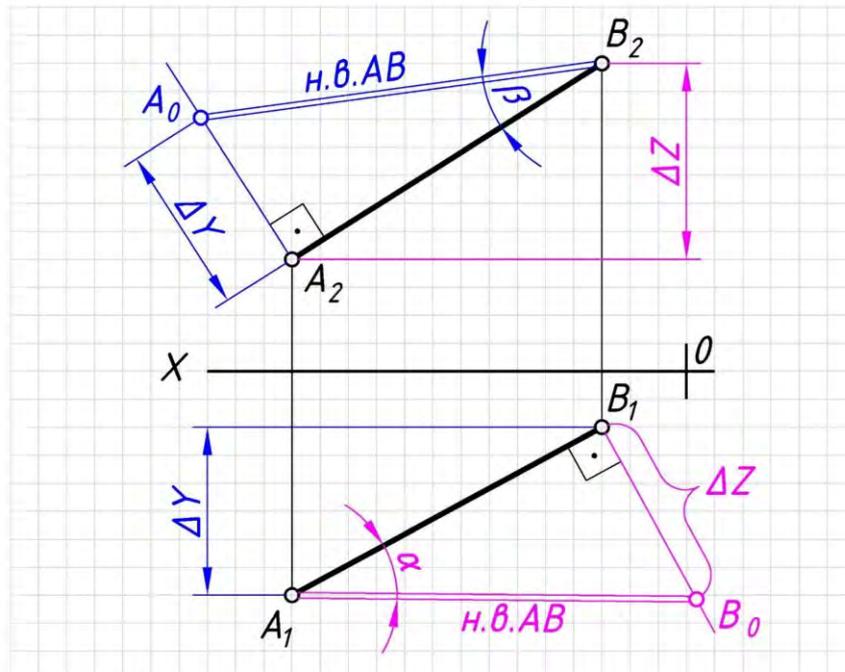
## Позиционно-метрические свойства прямой:

- 1. Натуральная величина прямой** – определяется способом прямоугольного треугольника.
- 2. Угол наклона отрезка прямой к соответствующей плоскости проекций** является углом между его проекцией на данную плоскость и натуральной величиной рассматриваемого отрезка.

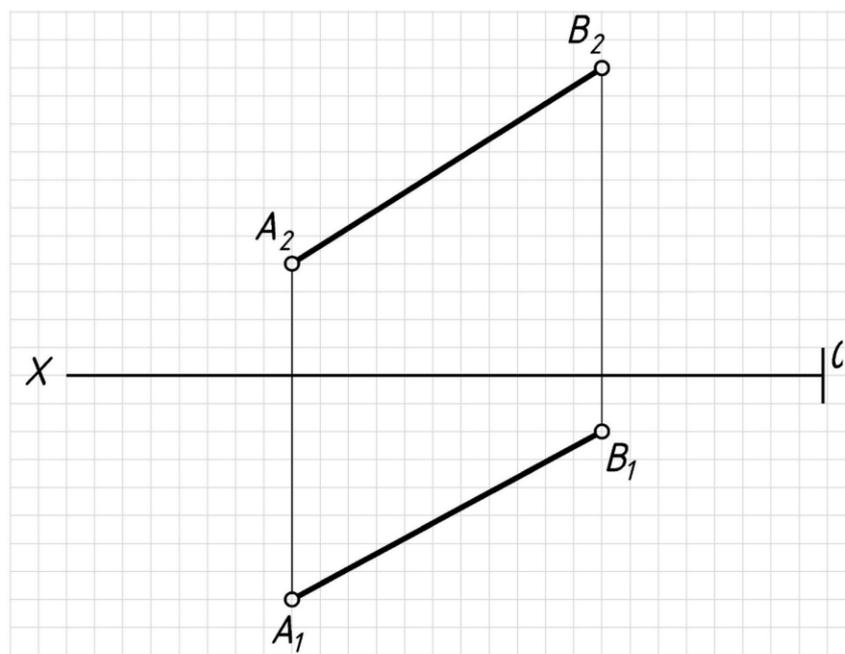


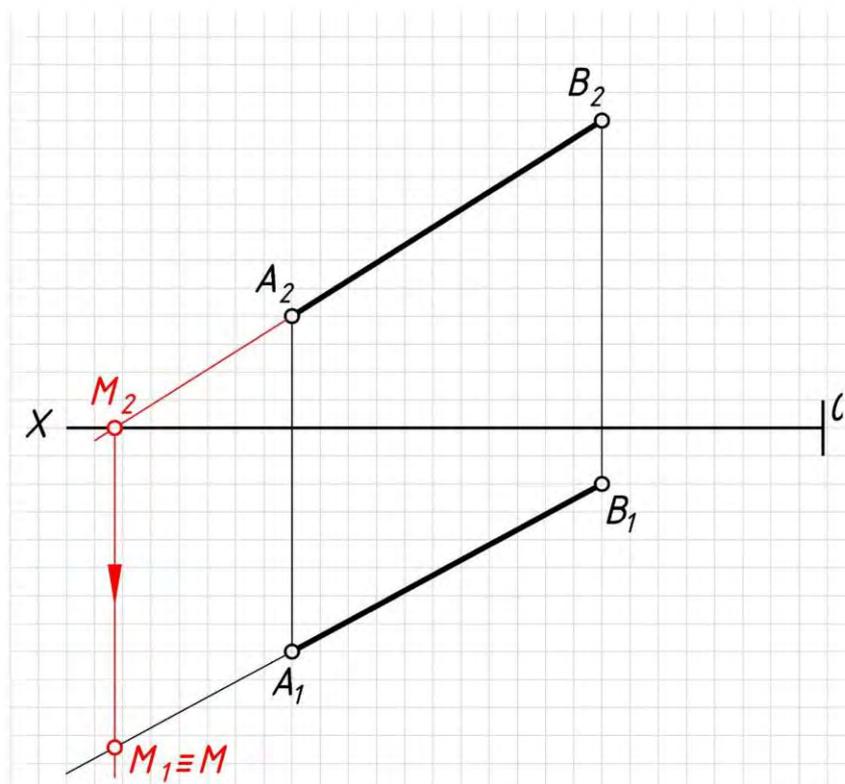
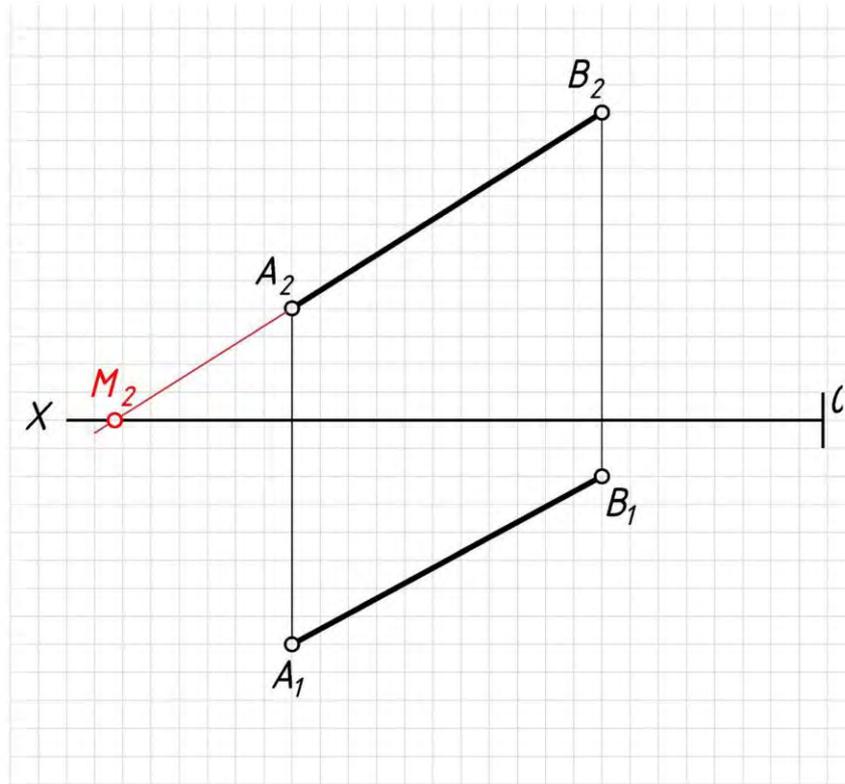


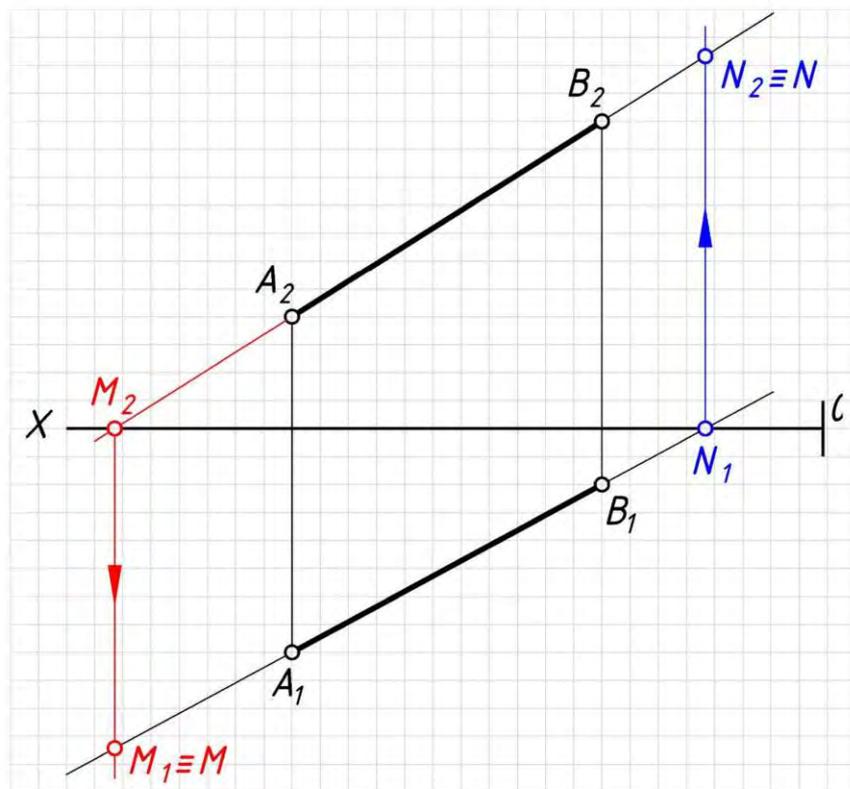
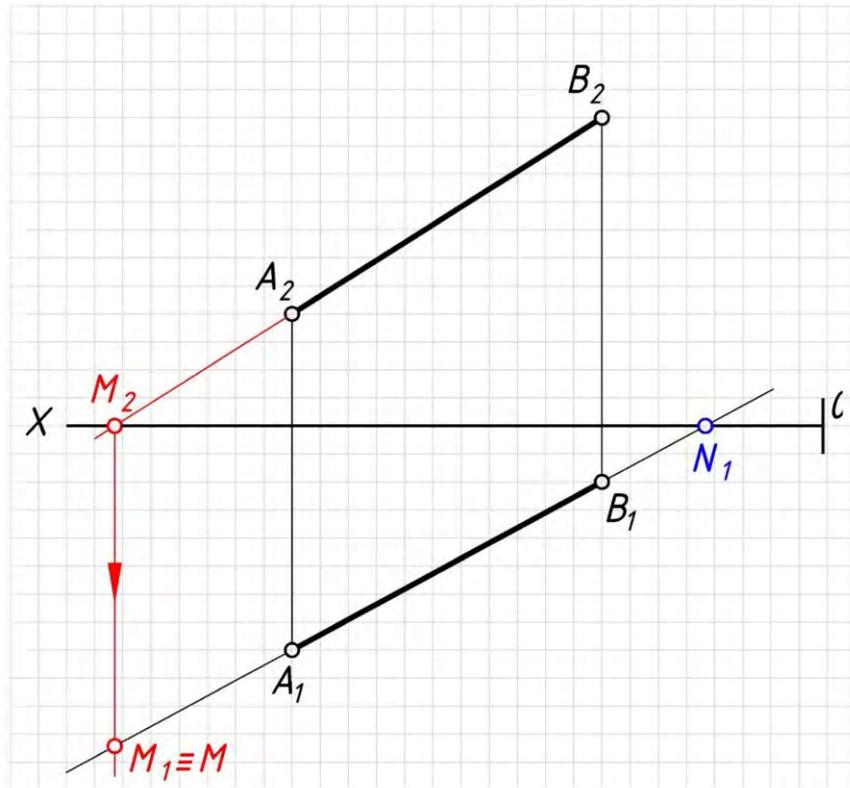




3. След прямой – точка пересечения прямой с плоскостью проекций (N – фронтальный след прямой, M – горизонтальный след прямой).







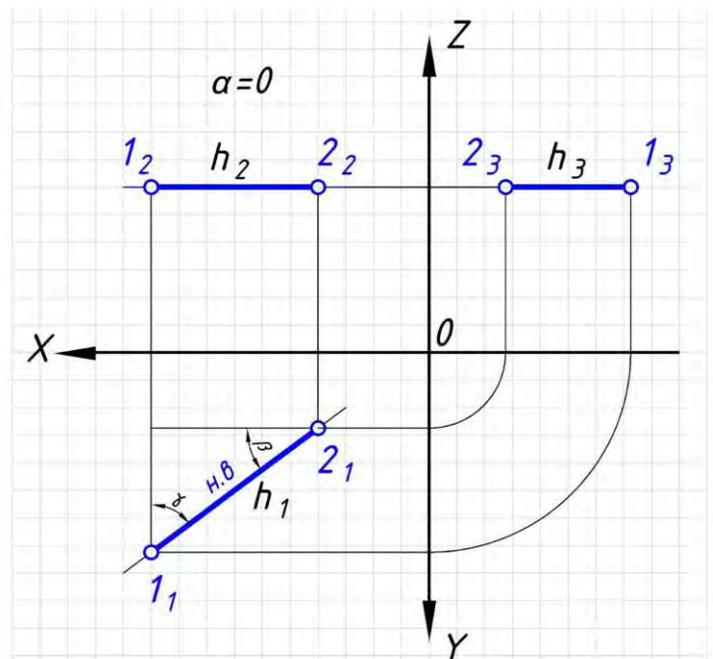
#### 4. Принадлежность точки прямой.

**Теорема:** Если в пространстве точка принадлежит прямой, то на чертеже одноименные проекции точки принадлежат одноименным проекциям прямой.

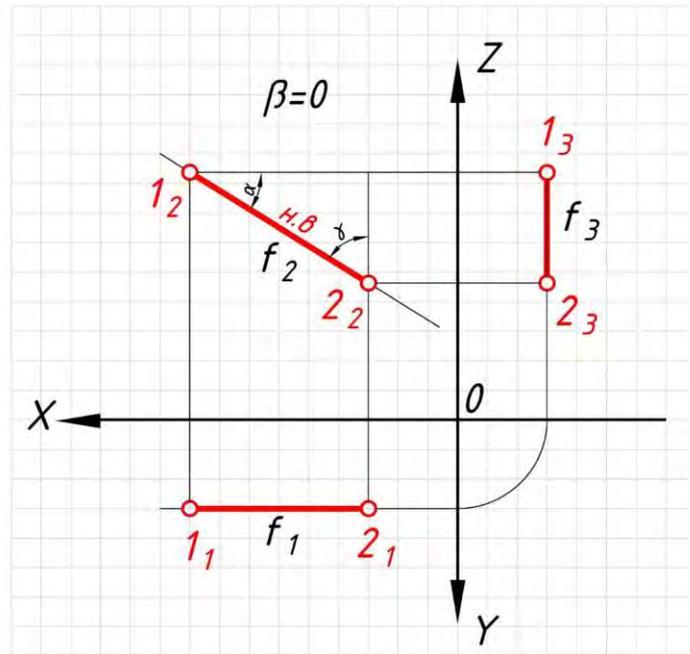
**Теорема:** Если в пространстве точка делит отрезок прямой в каком-то отношении, то на чертеже проекции этой точки делят одноименные проекции отрезка в том же отношении.

#### ПРЯМЫЕ УРОВНЯ:

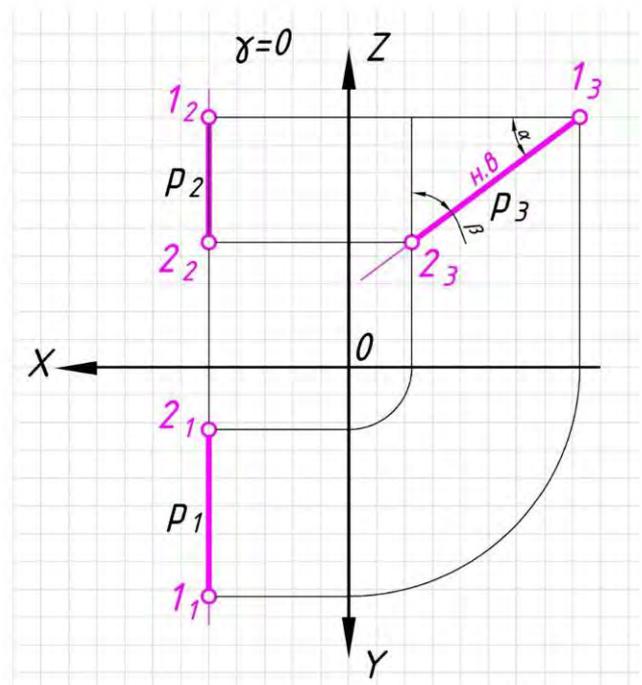
1. Прямая горизонтального уровня ( $l_2 \parallel \Pi_1$ ).  
 $1_2 2_2 \parallel OX$  и  $1_3 2_3 \parallel OY$ ,  $1_1 2_1$  – н.в.



2. Прямая фронтального уровня ( $12 \parallel \Pi_2$ ).  
 $1_1 2_1 \parallel OX$  и  $1_3 2_3 \parallel OZ$ ,  $1_2 2_2$  – н.в.

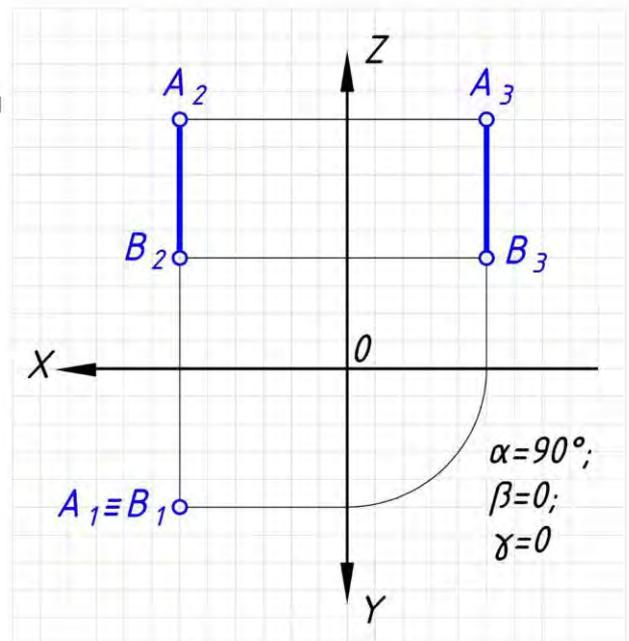


3. Прямая профильного уровня ( $12 \parallel \Pi_3$ ).  
 $1_1 2_1 \parallel OY$  и  $1_2 2_2 \parallel OZ$ ,  $1_3 2_3$  – н.в.

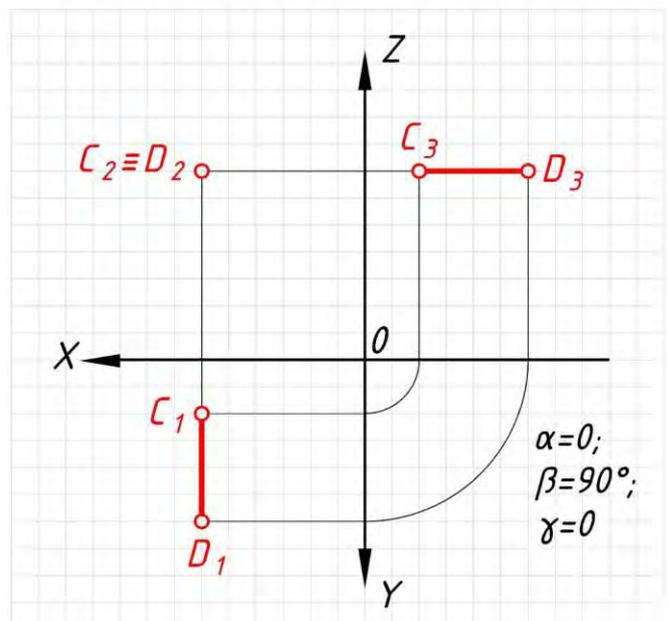


**ПРОЕЦИРУЮЩИЕ ПРЯМЫЕ:**

- 1. Горизонтально-проецирующая  
прямая ( $AB \perp \Pi_1$ ).**  
 $A_2B_2=A_3B_3 = \text{н.в.}$

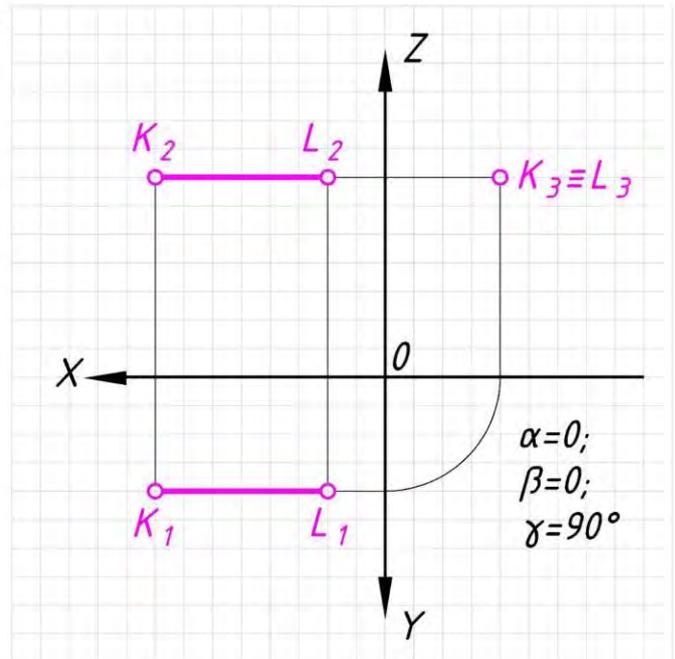


- 2. Фронтально-проецирующая  
прямая ( $CD \perp \Pi_2$ ).**  
 $C_1D_1 = C_3D_3 = \text{н.в.}$



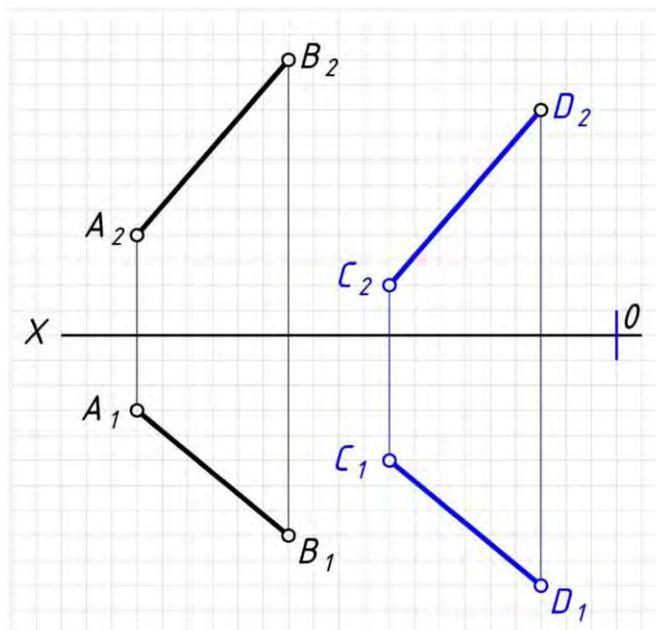
**3. Профильно-проецирующая  
прямая ( $KL \perp \Pi_3$ ).**

$K_1L_1 = K_2L_2 = \text{н.в.}$

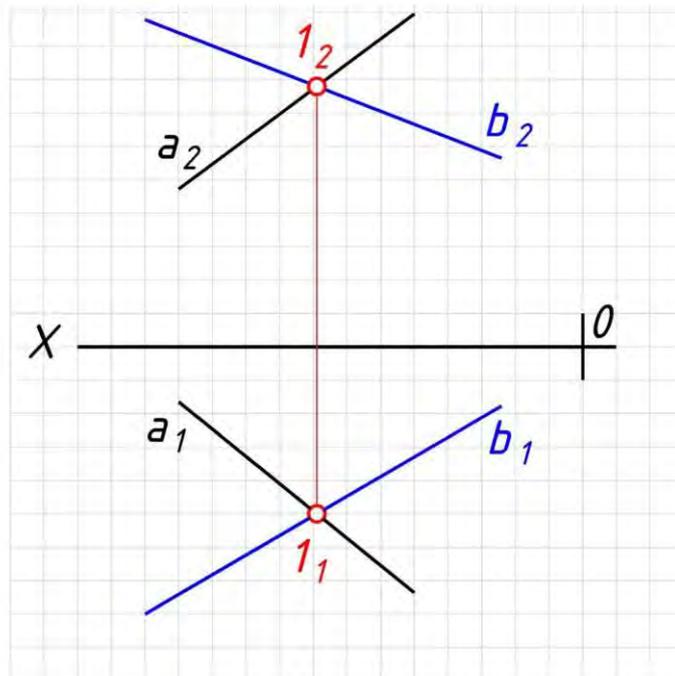


**ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРЯМЫХ**

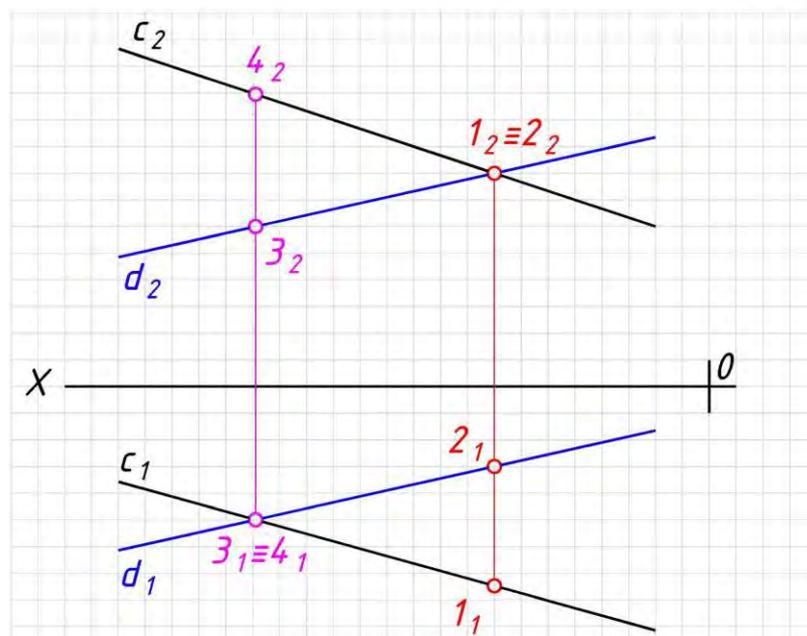
**Параллельные прямые** – прямые, принадлежащие одной плоскости и не имеющие общей точки пересечения.

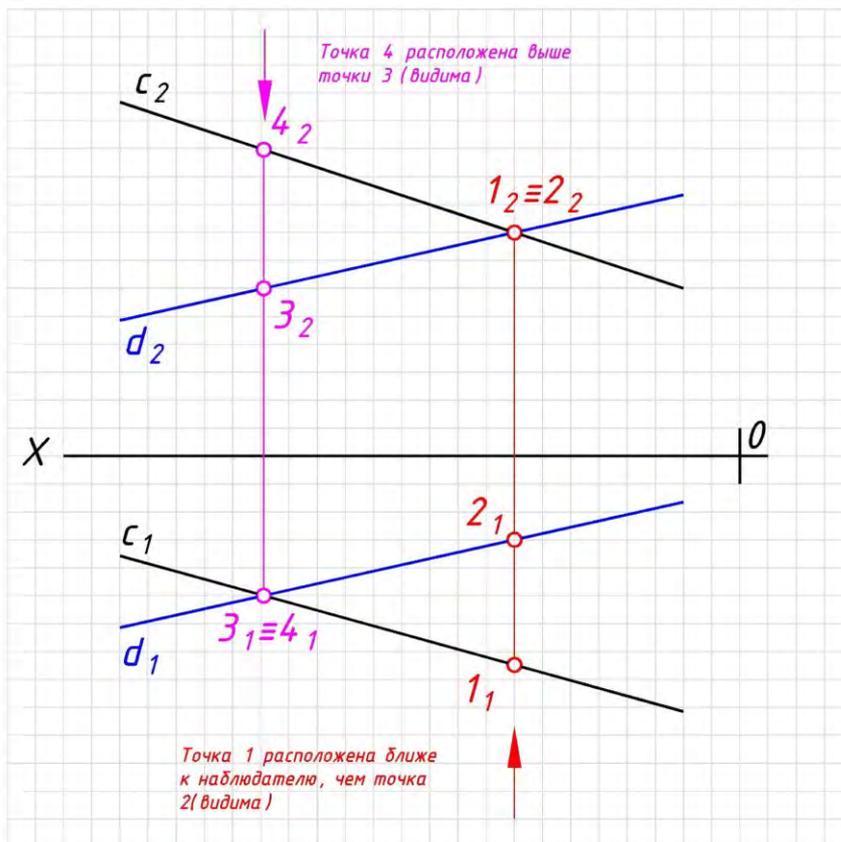
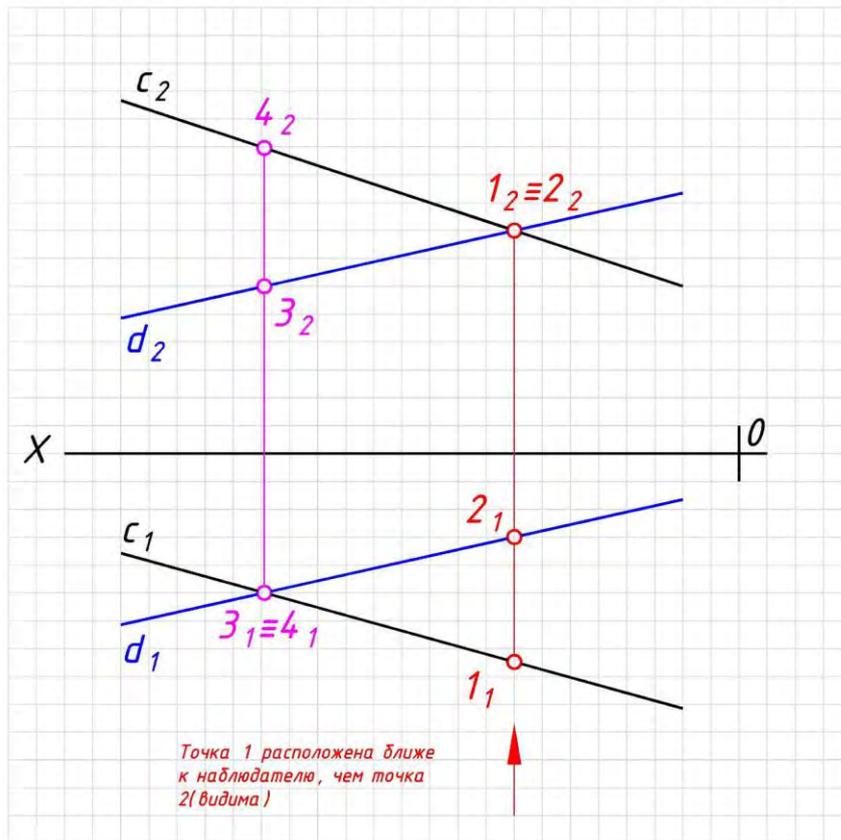


**Пересекающиеся прямые** – прямые, принадлежащие одной плоскости и имеющие одну общую точку пересечения.



**Скрещивающиеся прямые** – прямые, не принадлежащие одной плоскости и не имеющие общих точек пересечения. 1 и 2, 3 и 4 – пары конкурирующих точек.





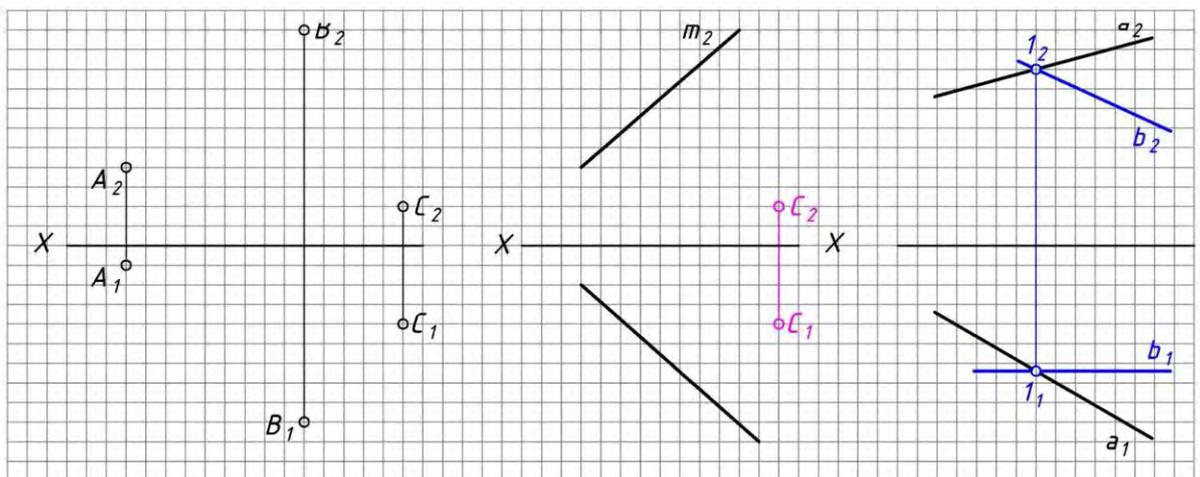
# ПЛОСКОСТЬ

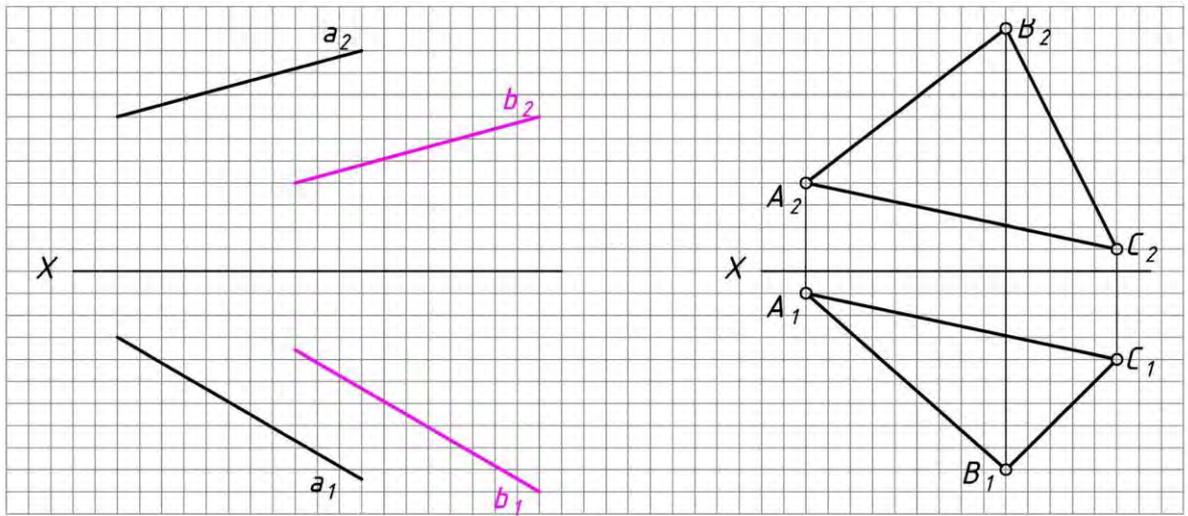
## ЗАДАНИЕ ПЛОСКОСТИ НА ЧЕРТЕЖЕ

Определителем плоскости являются три точки, не принадлежащие одной прямой.

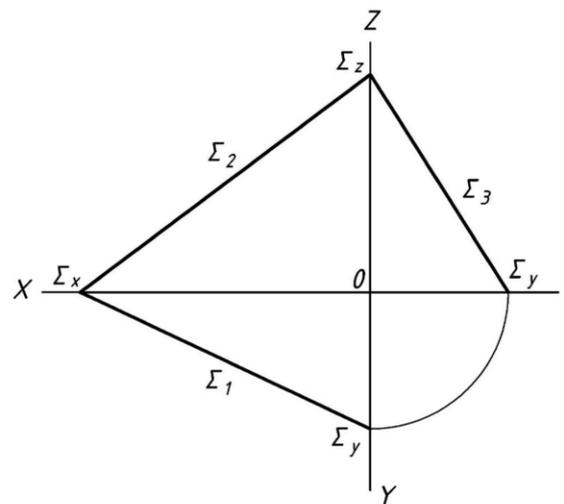
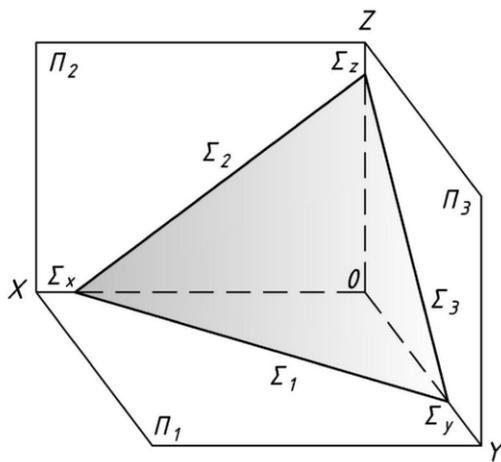
Для задания плоскости на чертеже достаточно указать проекции:

1. Трех различных точек, не принадлежащих одной прямой;
2. Прямой и точки, не принадлежащей этой прямой;
3. Двух пересекающихся прямых;
4. Двух параллельных прямых;
5. Произвольной геометрической фигуры (треугольника, n-угольника и т.д.).





**Следом плоскости** называют прямую, по которой плоскость пересекает плоскость проекций.

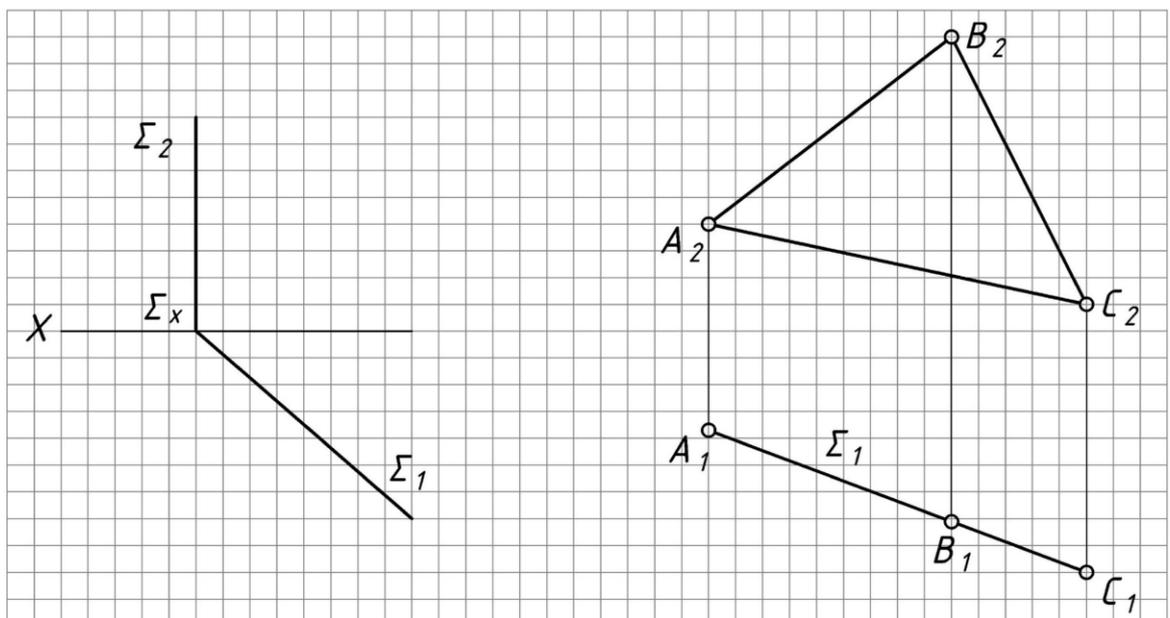


## КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛОСКОСТЕЙ

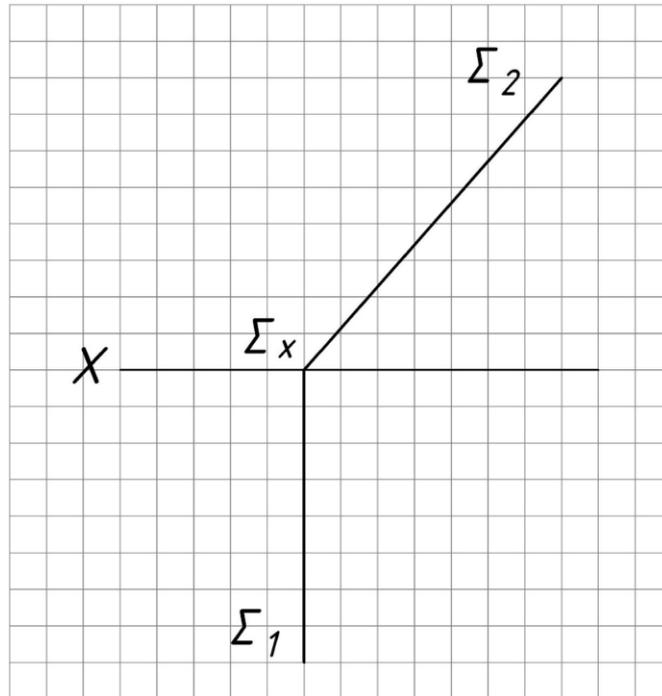
1. Плоскости общего положения – занимает произвольное положение по отношению к плоскостям проекций.
2. Плоскости частного положения – перпендикулярная одной, или двум плоскостям проекций (обладают свойством «собираемости»):
  - а) проецирующие плоскости;
  - б) плоскости уровня.

**Проецирующие плоскости** – плоскости, перпендикулярные какой-либо одной плоскости проекций и непараллельные двум другим.

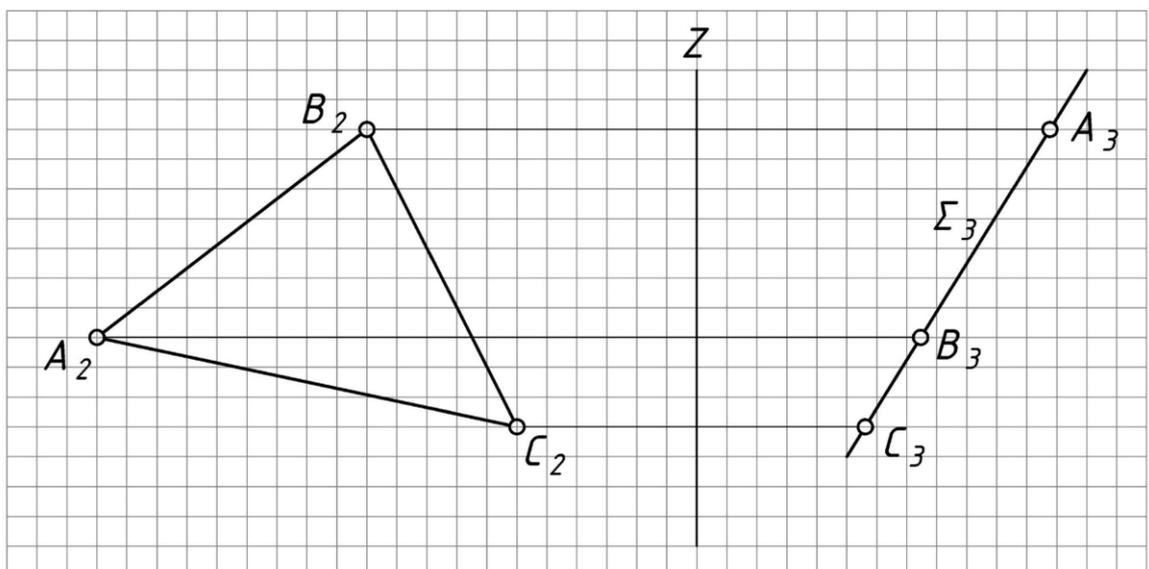
### Горизонтально проецирующие плоскости



### Фронтально проецирующие плоскости

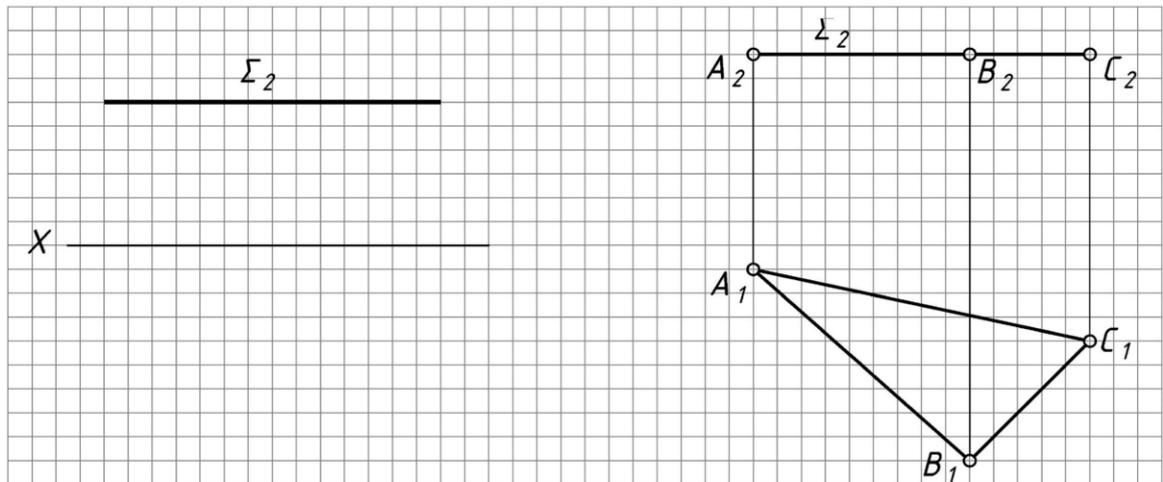


### Профильно проецирующие плоскости

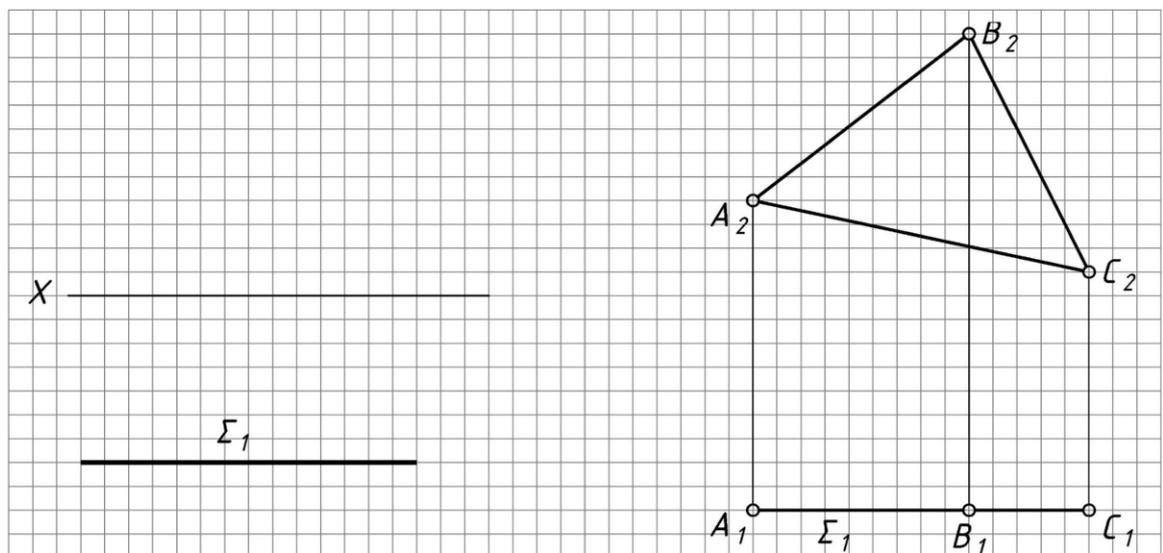


**Плоскости уровня** – плоскости, параллельные одной плоскости проекций и перпендикулярные двум другим плоскостям проекций.

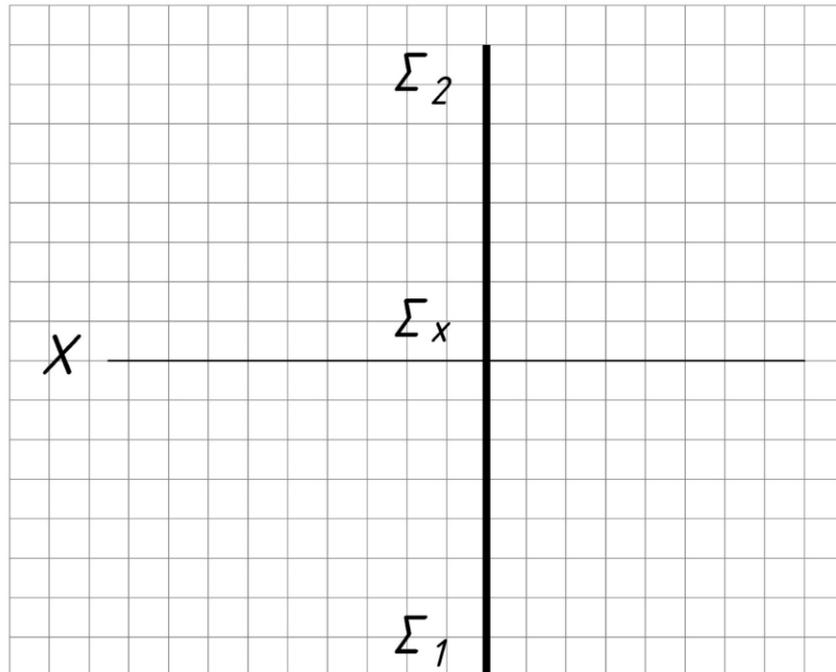
### Плоскости горизонтального уровня



### Плоскости фронтального уровня

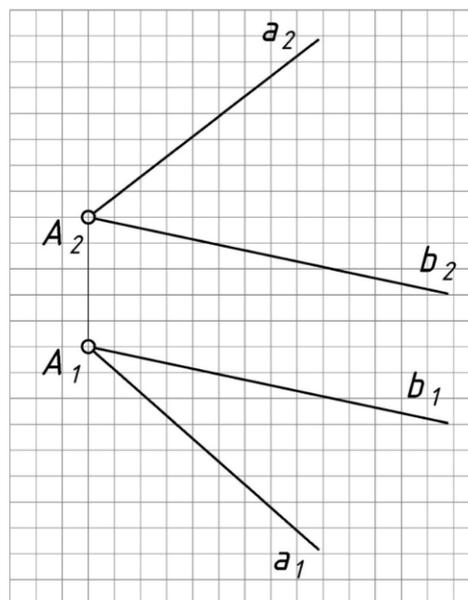


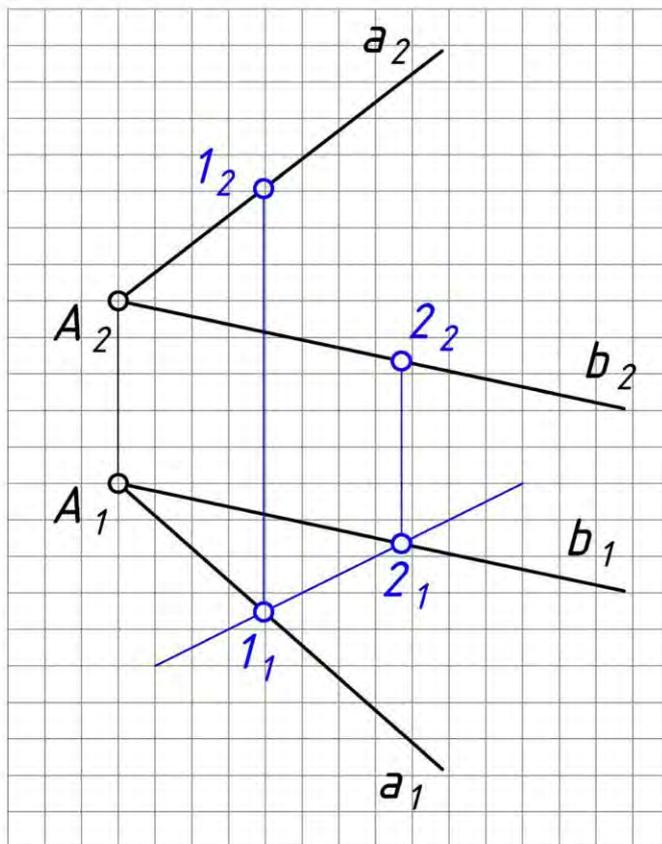
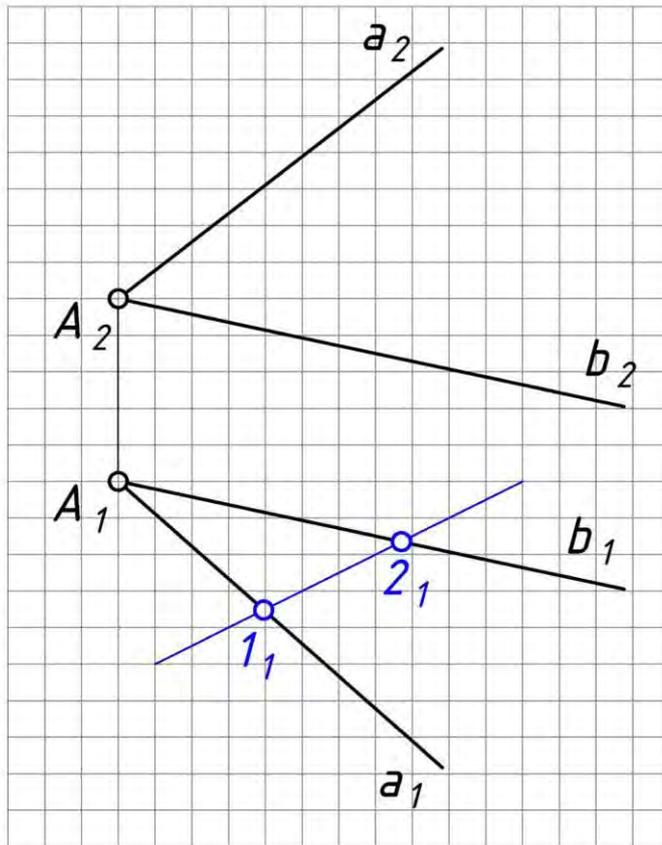
## Плоскости профильного уровня

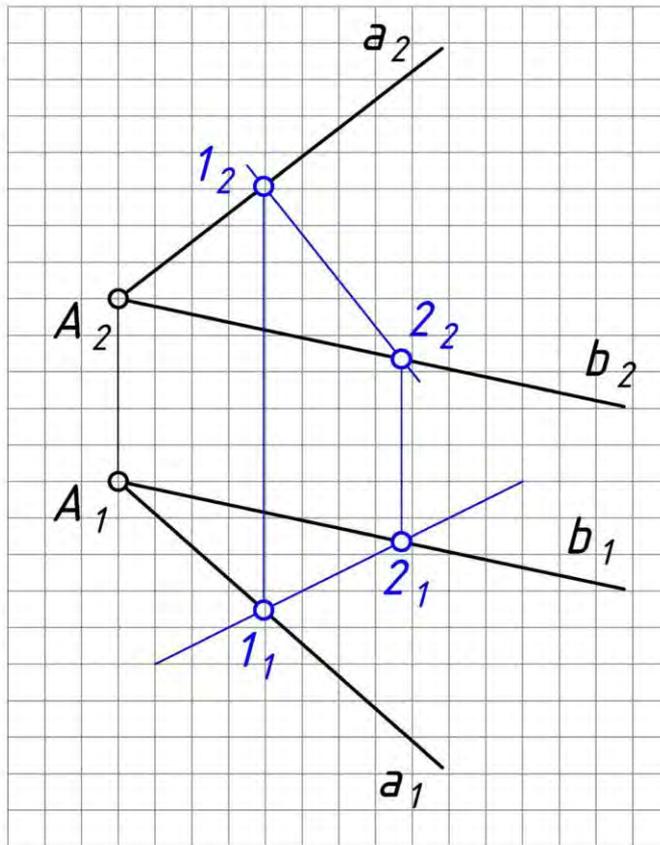


## ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ ТОЧКИ И ПРЯМОЙ ПЛОСКОСТИ

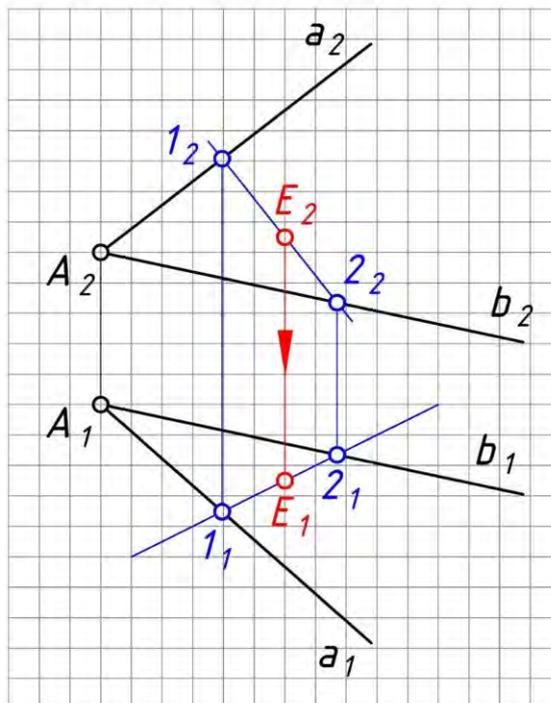
**Теорема:** Прямая принадлежит плоскости, если она проходит через две точки принадлежащие этой плоскости, или когда прямая проходит через одну точку, принадлежащую плоскости и известно ее направление.





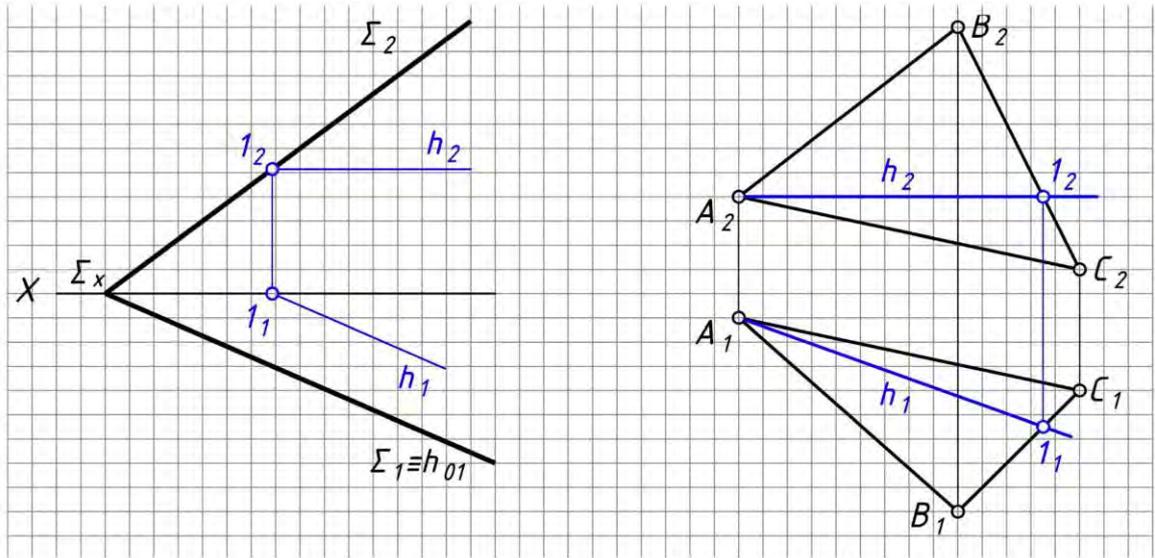


**Теорема:** Точка принадлежит плоскости, если она принадлежит прямой, принадлежащей этой плоскости.

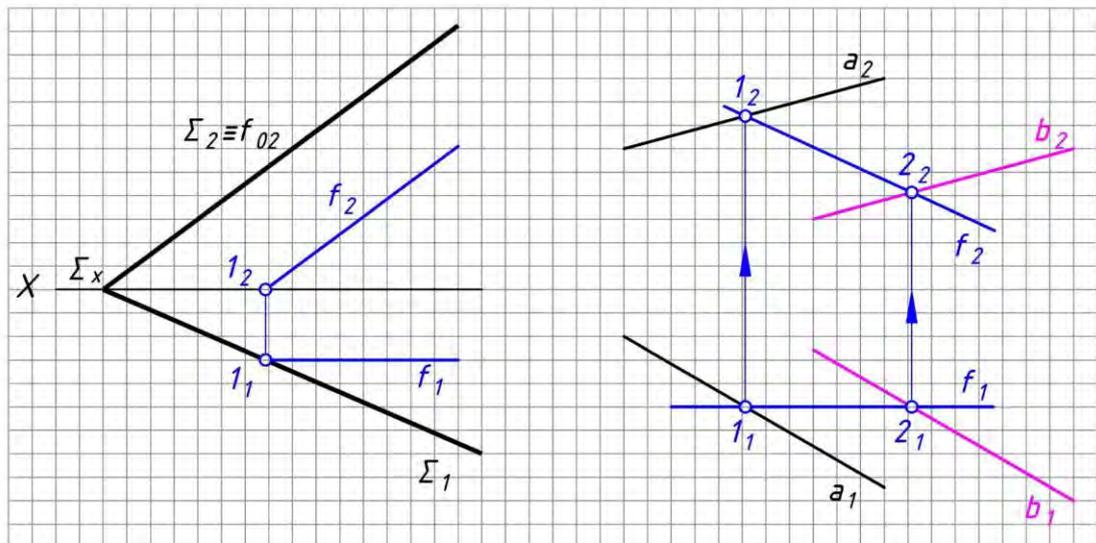


## ГЛАВНЫЕ ЛИНИИ ПЛОСКОСТИ

**Горизонталь** – прямая, принадлежащая плоскости и параллельная горизонтальной плоскости проекций.



**Фронталь** – прямая, принадлежащая плоскости и параллельная фронтальной плоскости проекций.



**Профиль** – прямая, принадлежащая плоскости и параллельная профильной плоскости проекций.

**Линии наибольшего ската плоскости (л.н.с.)** – прямые, принадлежащие плоскости и перпендикулярные к ее горизонталям или фронталям.

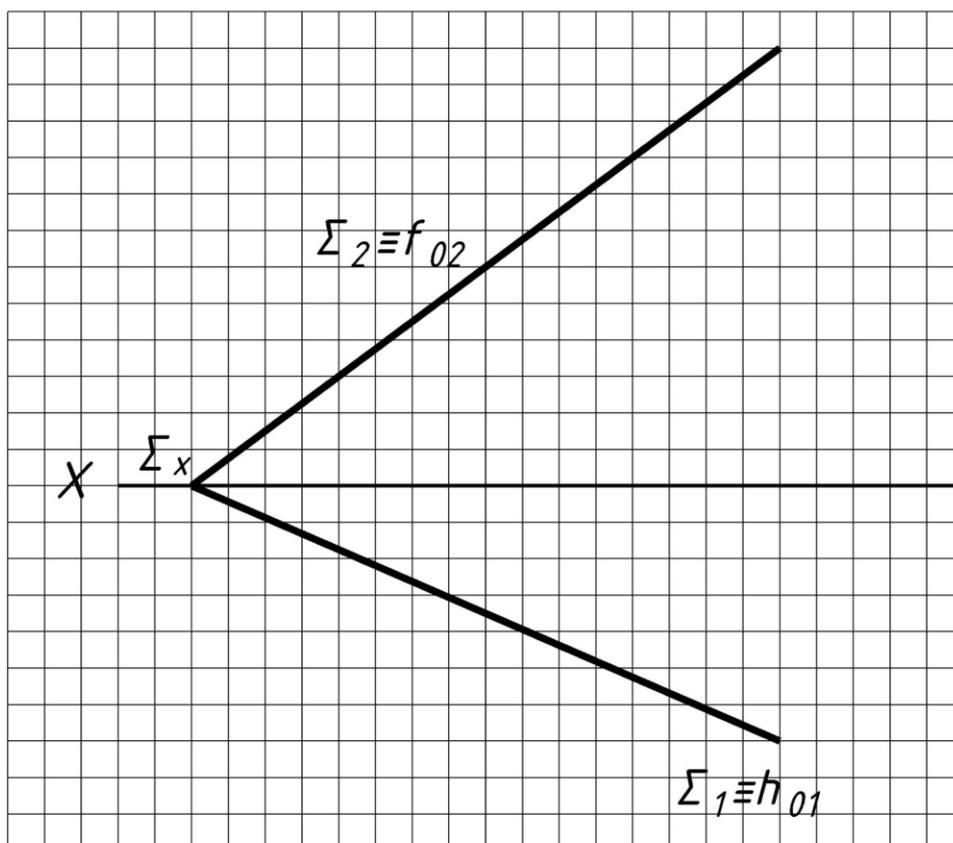
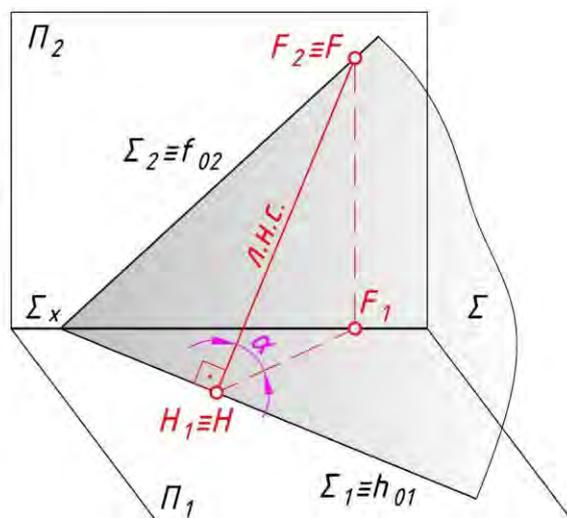
Они необходимы для определения углов наклона заданной плоскости к плоскостям проекций.

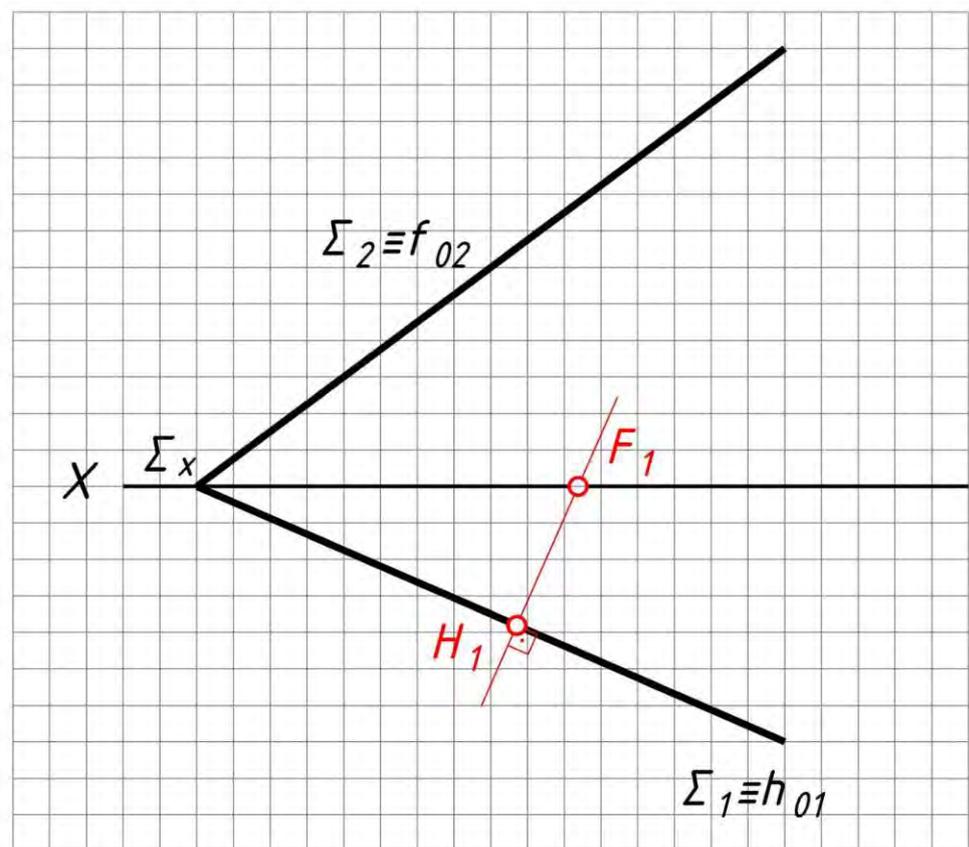
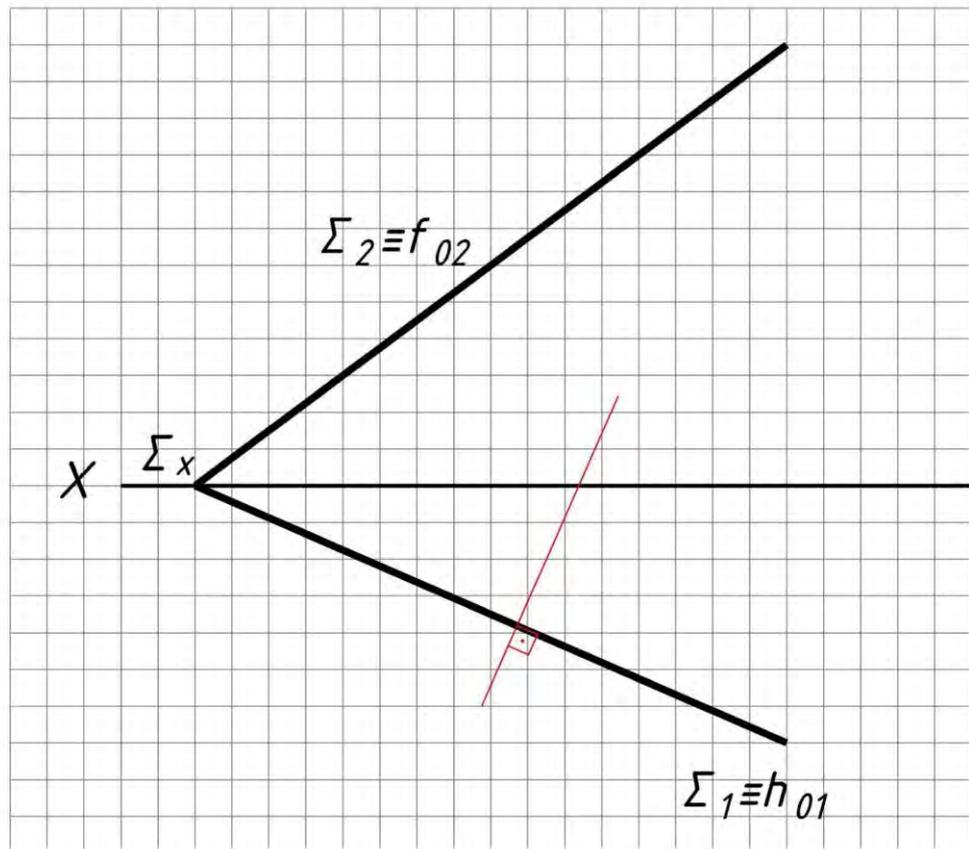
Определение угла наклона плоскости  $\Sigma$  к  $\Pi_1$ :

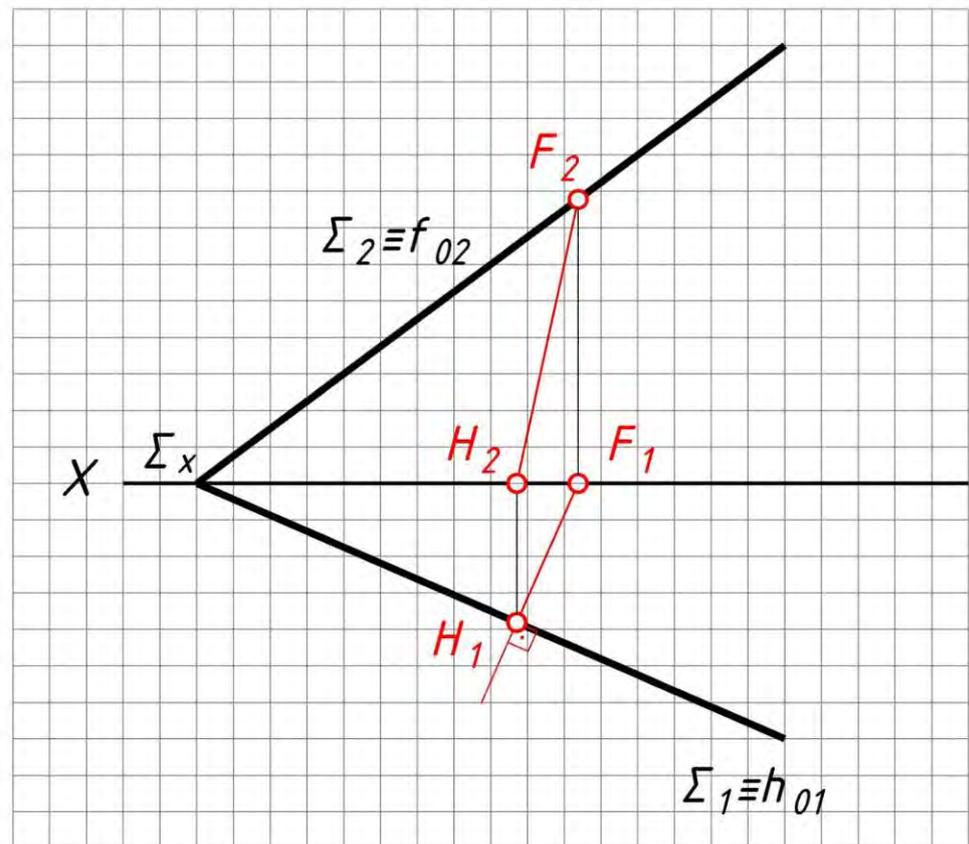
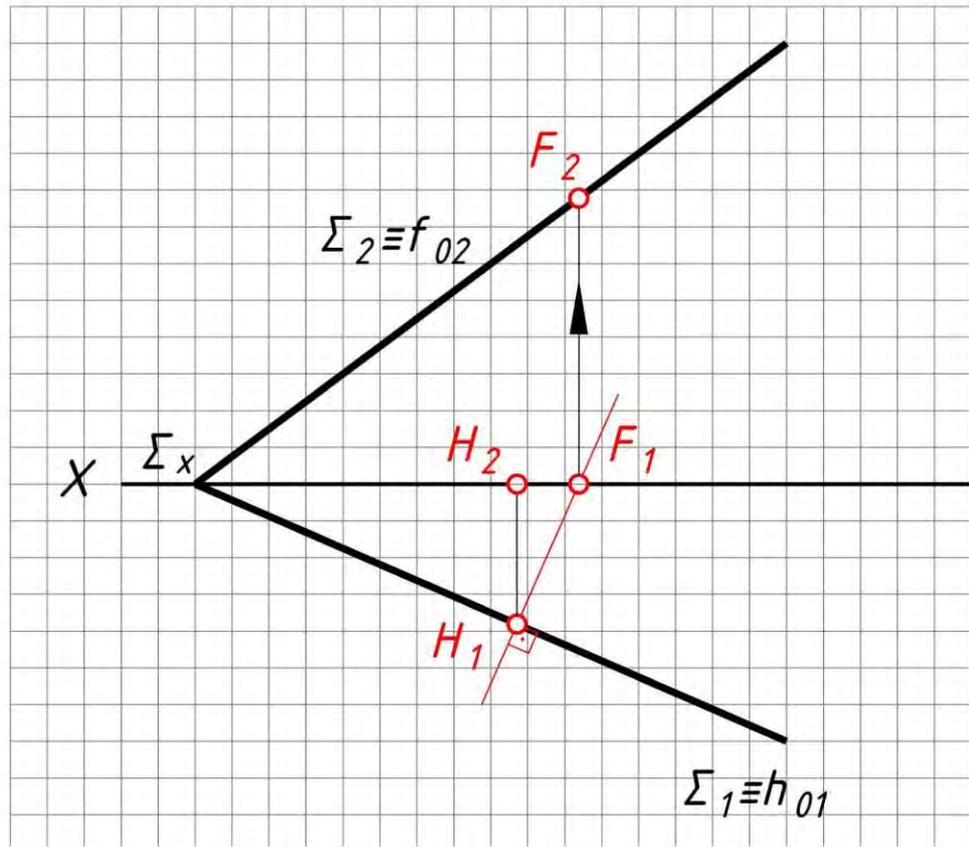
Горизонтальная проекция л.н.с. перпендикулярна  $h_1$  ( $\Sigma_1$  – если плоскость задана следами).

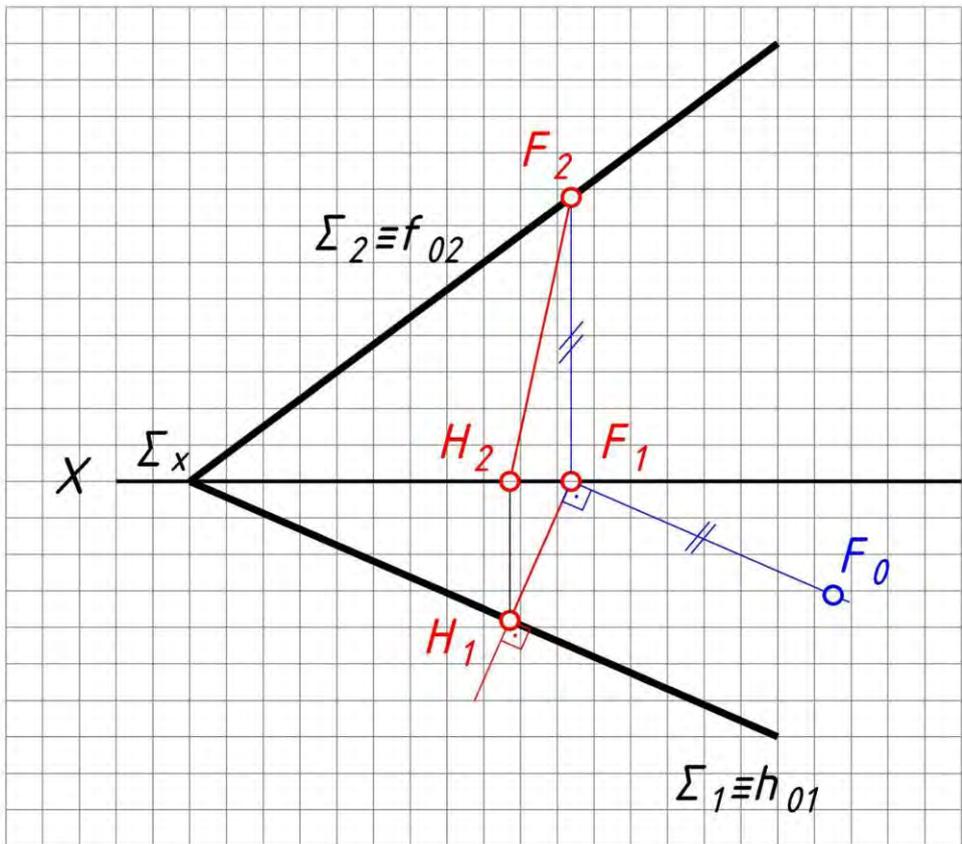
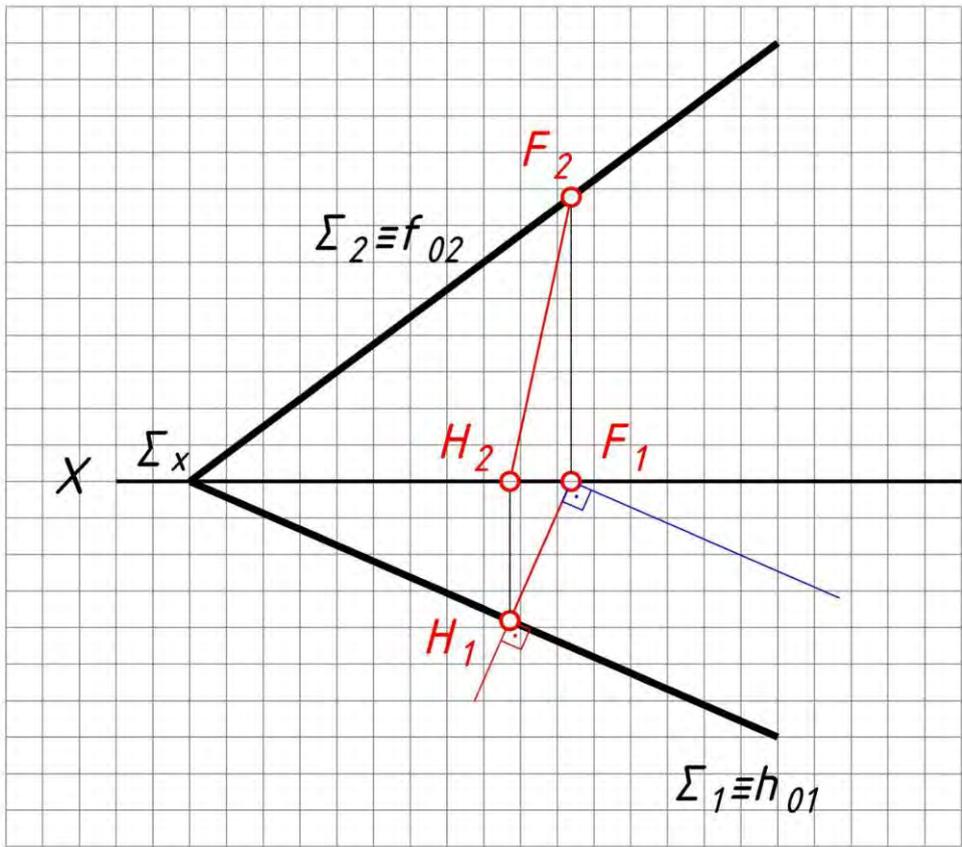
На чертеже угол между н.в. л.н.с. и ее горизонтальной проекцией является углом наклона плоскости  $\Sigma$  к  $\Pi_1$ .

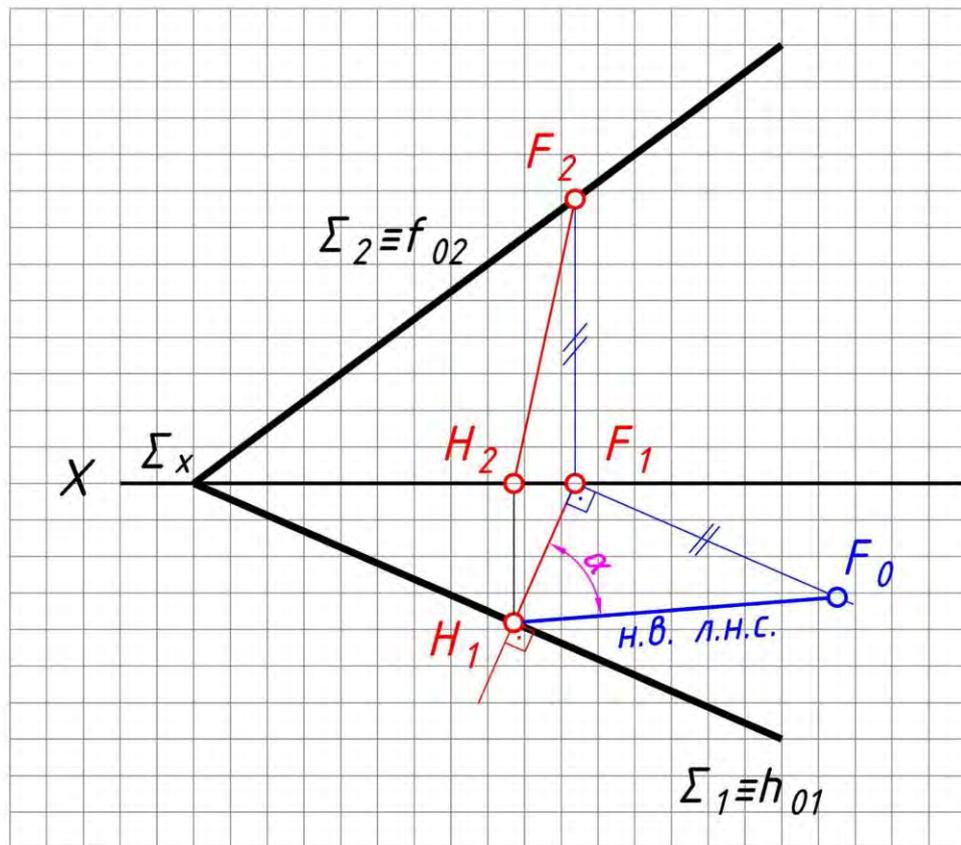
Аналогично определяется угол наклона плоскости  $\Sigma$  к  $\Pi_2$ . В этом случае графическое построение начинается с проведения фронтальной проекции л.н.с. перпендикулярно  $f_2$  ( $\Sigma_2$  – если плоскость задана следами).











## ПОВЕРХНОСТЬ

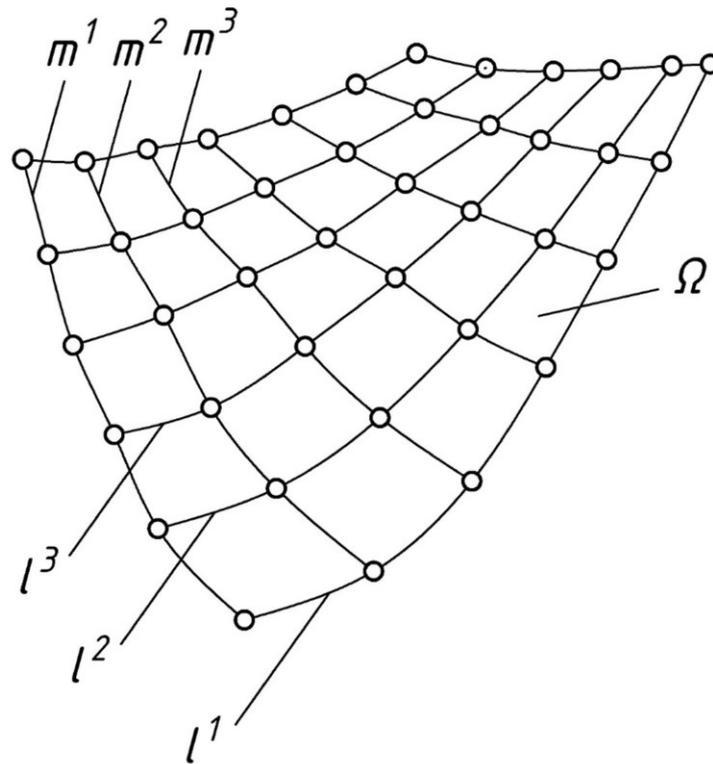
### ЗАДАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ НА ЧЕРТЕЖЕ

**Поверхность** в начертательной геометрии определяется как непрерывное множество последовательных положений некоторой линии, перемещающейся в пространстве по определенному закону и называемой *образующей поверхности*.

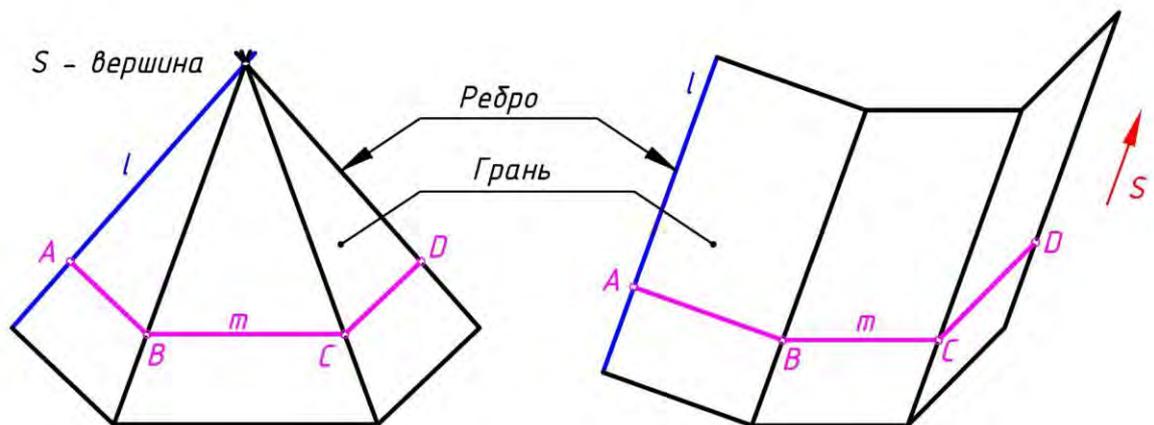
Обязательным условием перемещения образующей в пространстве при образовании поверхности является пересечение ее с неподвижными линиями пространства, называемыми *направляющими поверхности*.

Кроме этого должен быть указан *характер движения образующей по направляющим*.

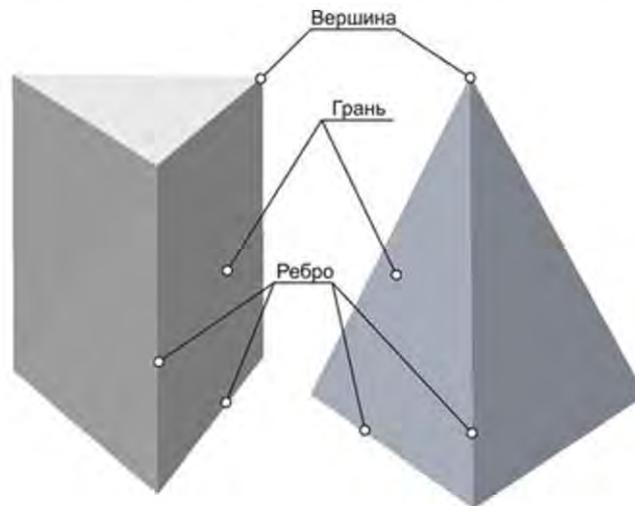
Определитель поверхности  $\Phi$  может быть записан в виде структурной формы:  $\Phi(\Gamma), [A]$ , где  $(\Gamma)$  - геометрическая часть определителя, т. е. перечисление геометрических фигур, которые образуют поверхность;  $[A]$  - алгоритмическая часть определителя, устанавливающая связь между этими фигурами.



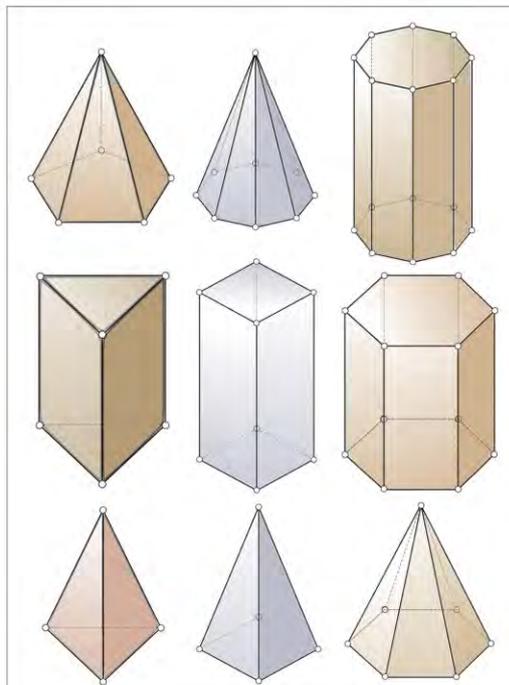
**Гранными** называют поверхности, в образовании которых участвуют правильные многоугольники.



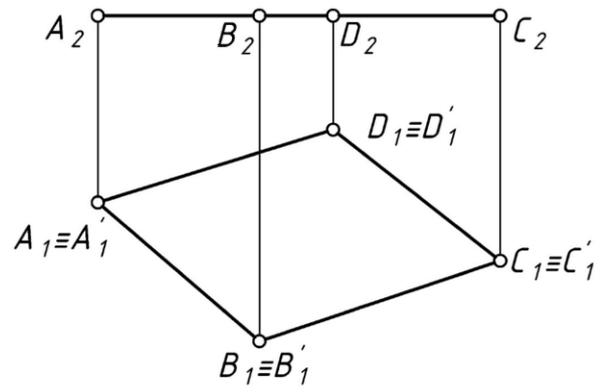
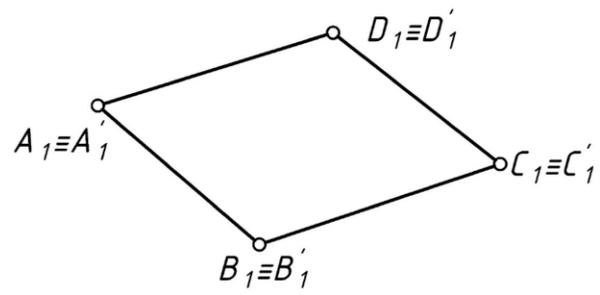
**Многогранником** называют геометрическое тело, ограниченное со всех сторон плоскими многоугольниками.

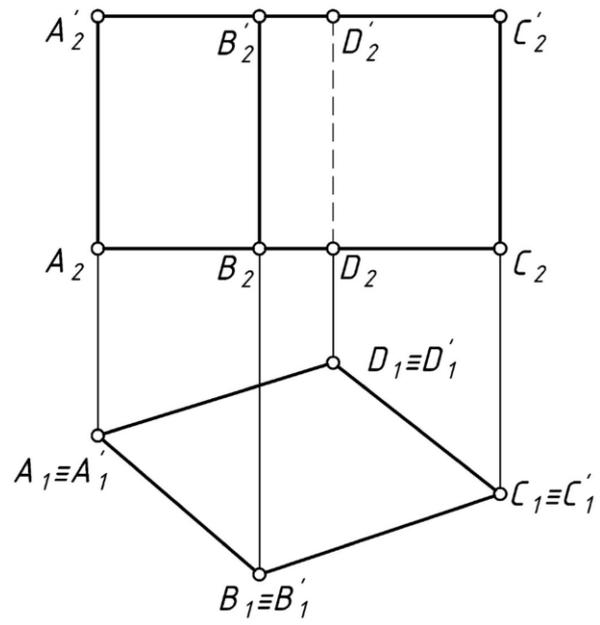


### Правильные многогранники

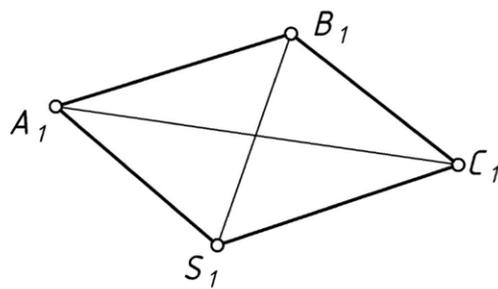


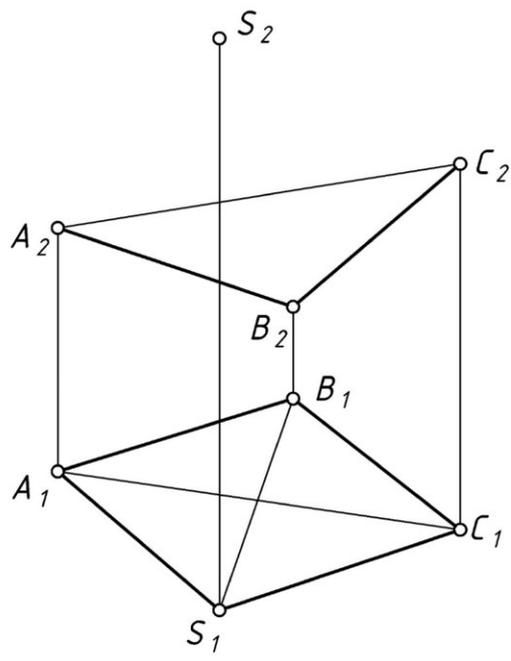
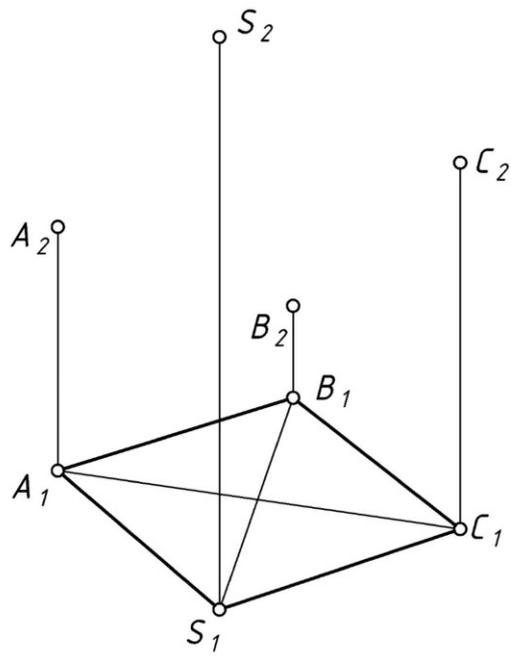
## Проецирование прямой призмы

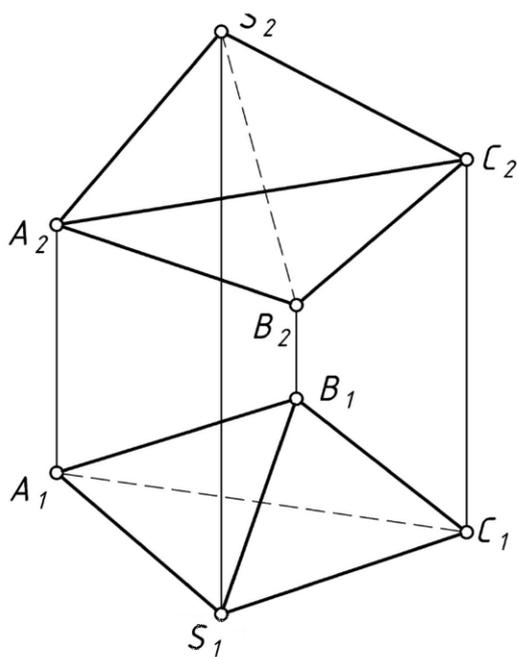
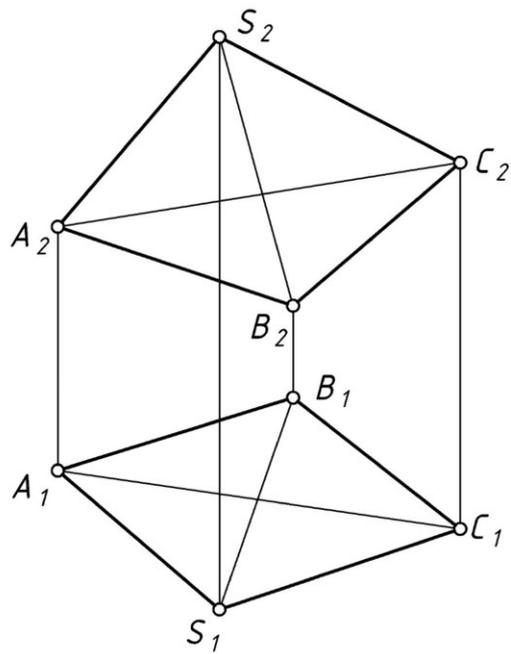




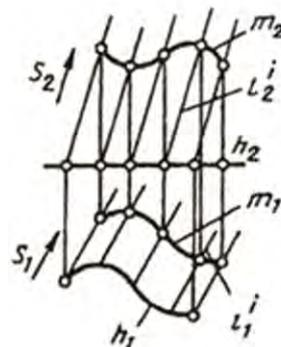
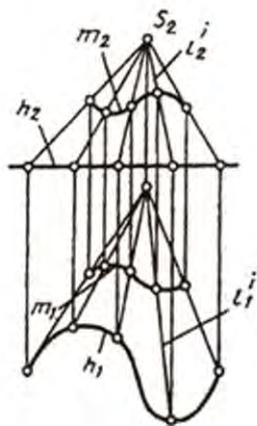
## Проецирование пирамиды



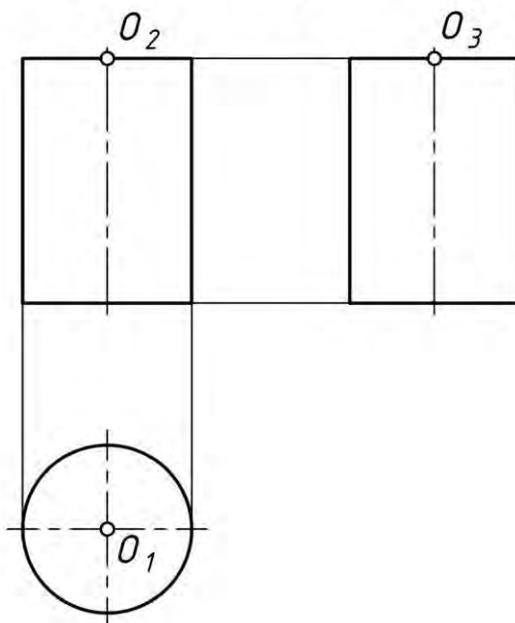




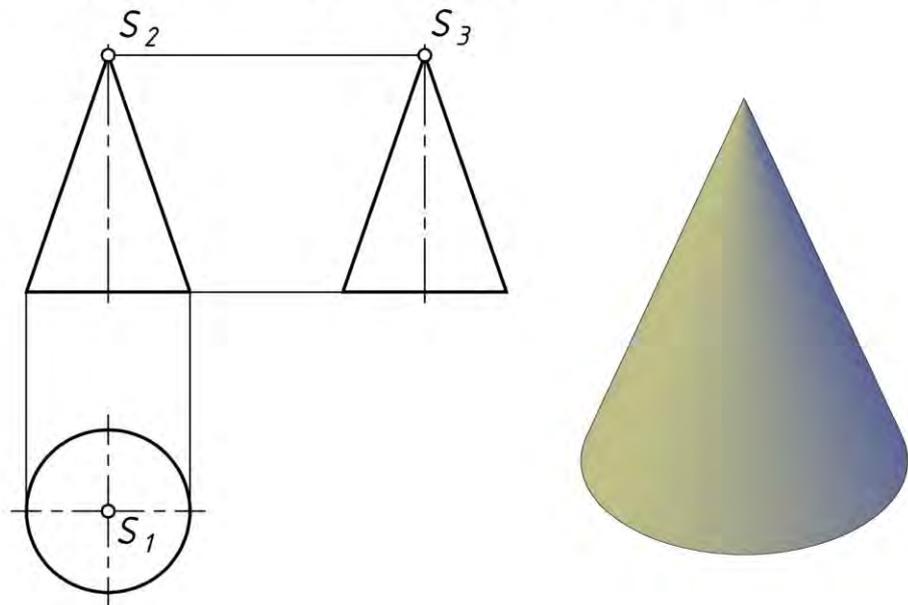
**Кривыми** называют поверхности, в образовании которых участвуют плоские кривые линии правильной формы. При этом если направляющей является окружность, то получают *поверхность вращения*.



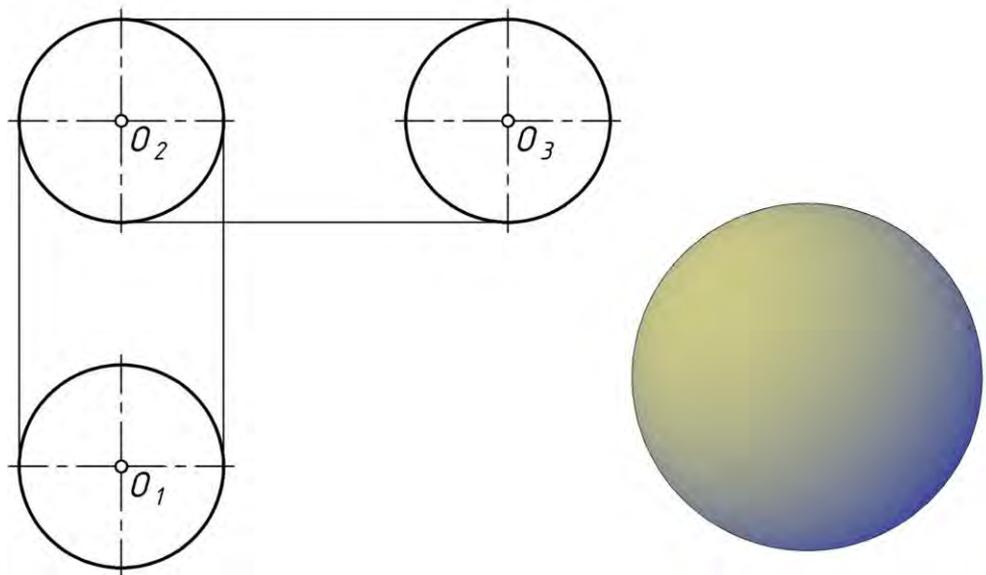
### Проецирование прямого кругового цилиндра



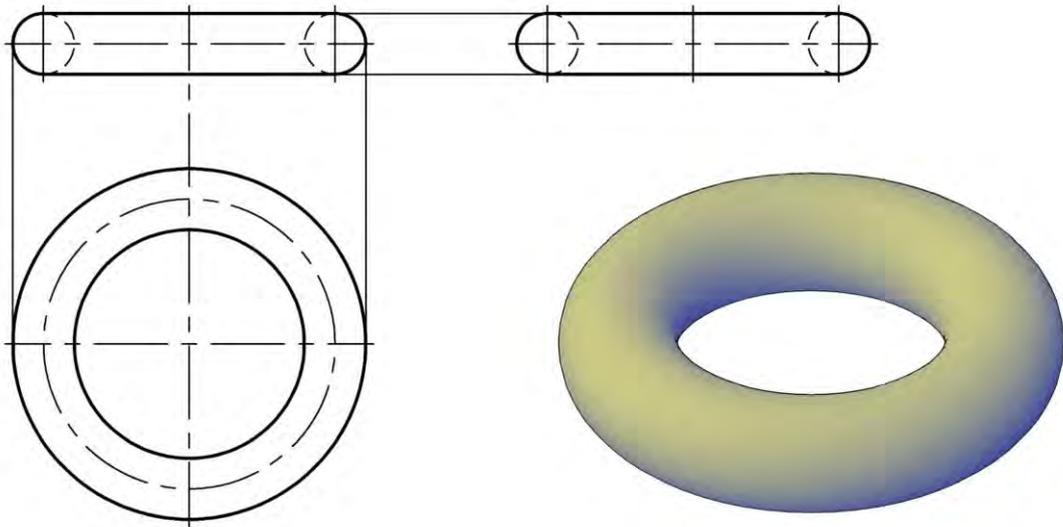
## Проецирование прямого кругового конуса



## Проецирование сферы

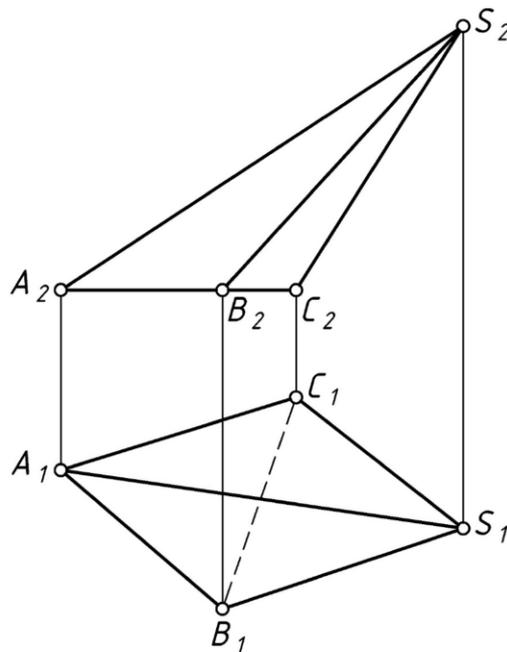


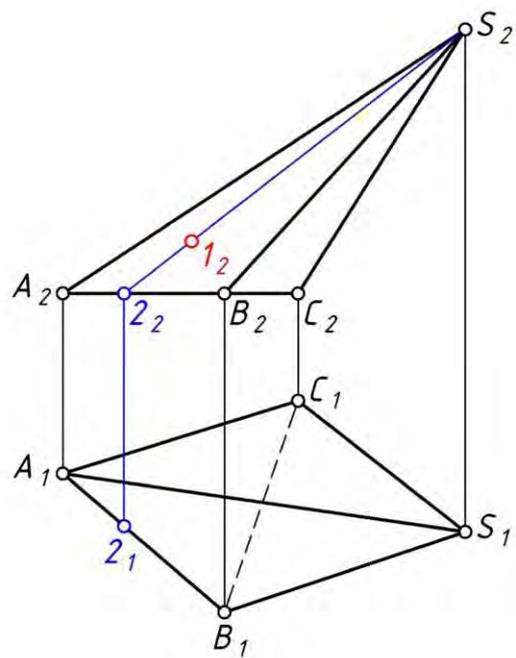
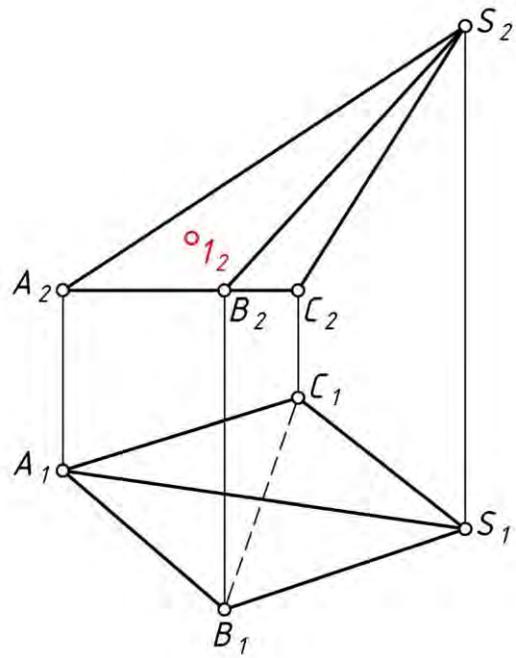
## Проецирование тора

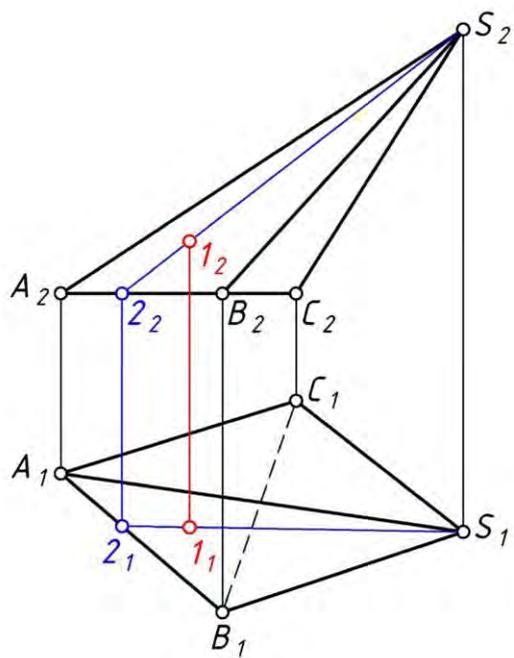
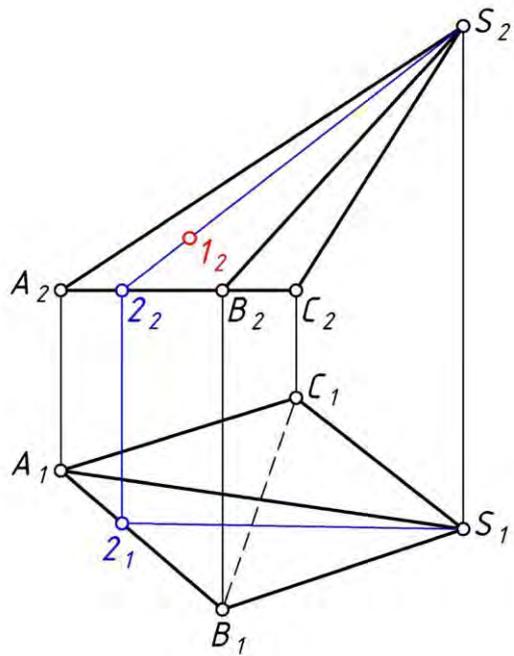


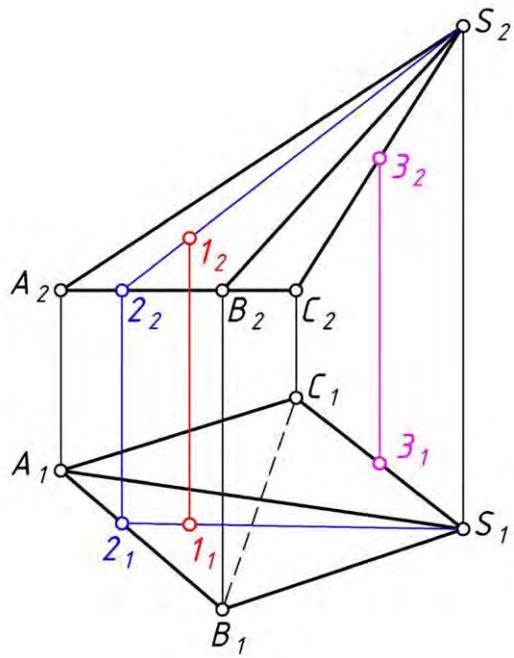
## Принадлежность точки поверхности

**Точка принадлежит поверхности** геометрической фигуры, если она находится на линии, принадлежащей этой поверхности.









## 1.2. Лекция «Пересечение геометрических объектов. Развертывание поверхностей. Решение позиционных и метрических задач»

[#ТеоретическийРаздел](#)

### ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПЛОСКОСТЬЮ

В результате пересечения поверхности плоскостью образуется плоская замкнутая фигура, называемая **сечением**.

Для того, чтобы построить линию пересечения любой поверхности плоскостью, необходимо найти ряд точек, принадлежащих как поверхности, так и плоскости.

Выделяют следующие точки линии сечения:

#### 1. Характерные:

а) Точки, принадлежащие участвующим в пересечении ребрам многогранника;

б) Точки, одновременно принадлежащие основанию поверхности (при его наличии) и секущей плоскости;

в) Точки смены видимости – точки сечения, лежащие на очерковых образующих поверхности. Они разграничивают линию пересечения на видимую и невидимую части;

г) Экстремальные точки, т.е. самая близкая и самая удаленная точки линии пересечения относительно той или иной плоскости проекций. Экстремальные точки относительно плоскости  $\Pi_1$  называют высшей и низшей.

2. Промежуточные точки – произвольные точки, принадлежащие линиям каркаса поверхности.

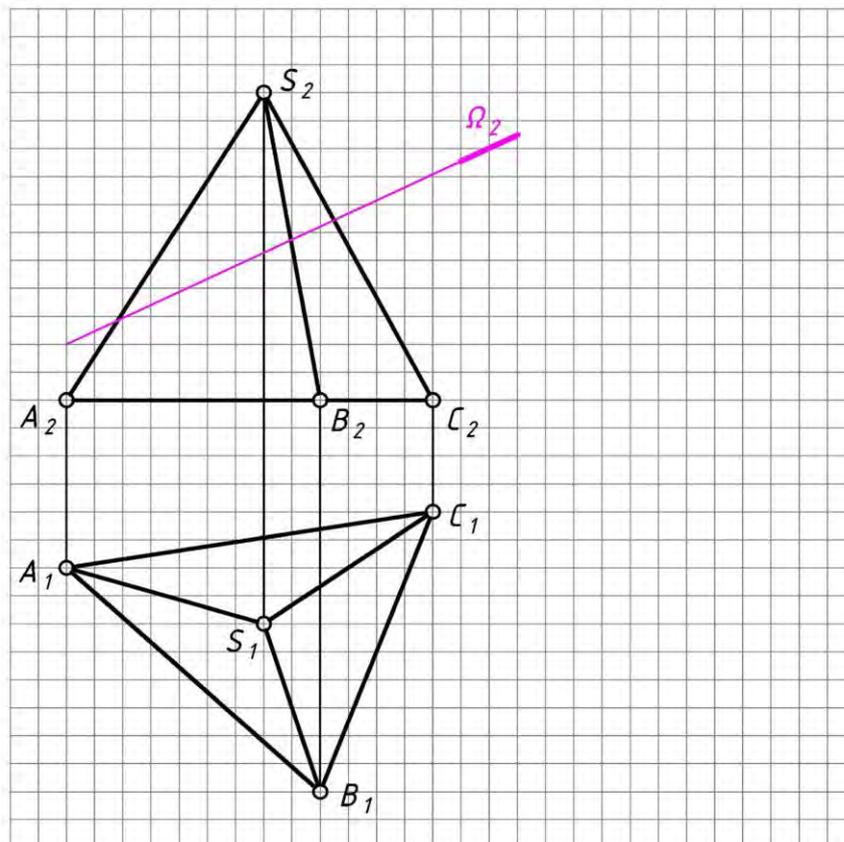
## ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ПЛОСКОСТЬЮ ЧАСТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ

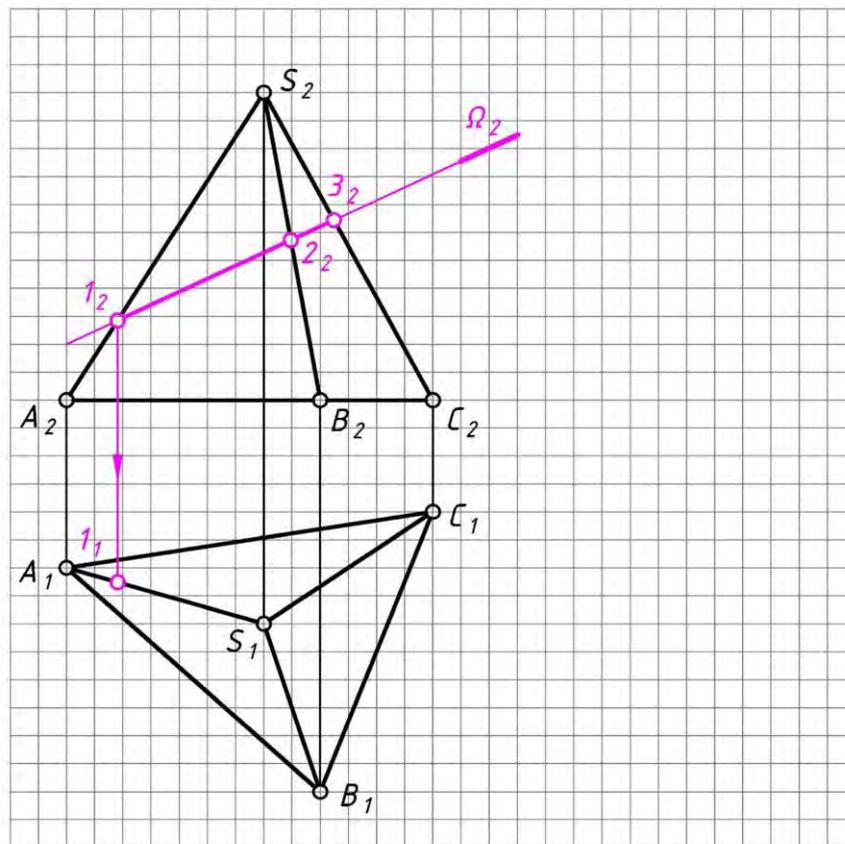
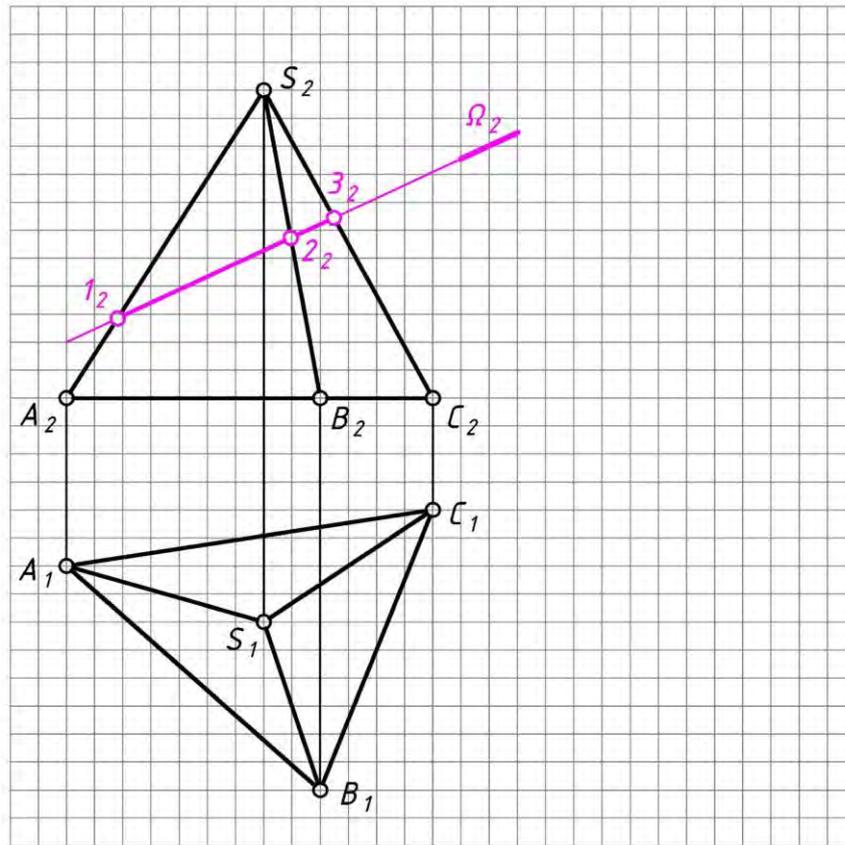
Если секущая плоскость, проецирующая либо уровня, то с учетом свойства «собирательности» одна проекция линии пересечения ее с поверхностью совпадает с соответствующим следом плоскости, вторая проекция линии пересечения находится из условия принадлежности ее точек поверхности.

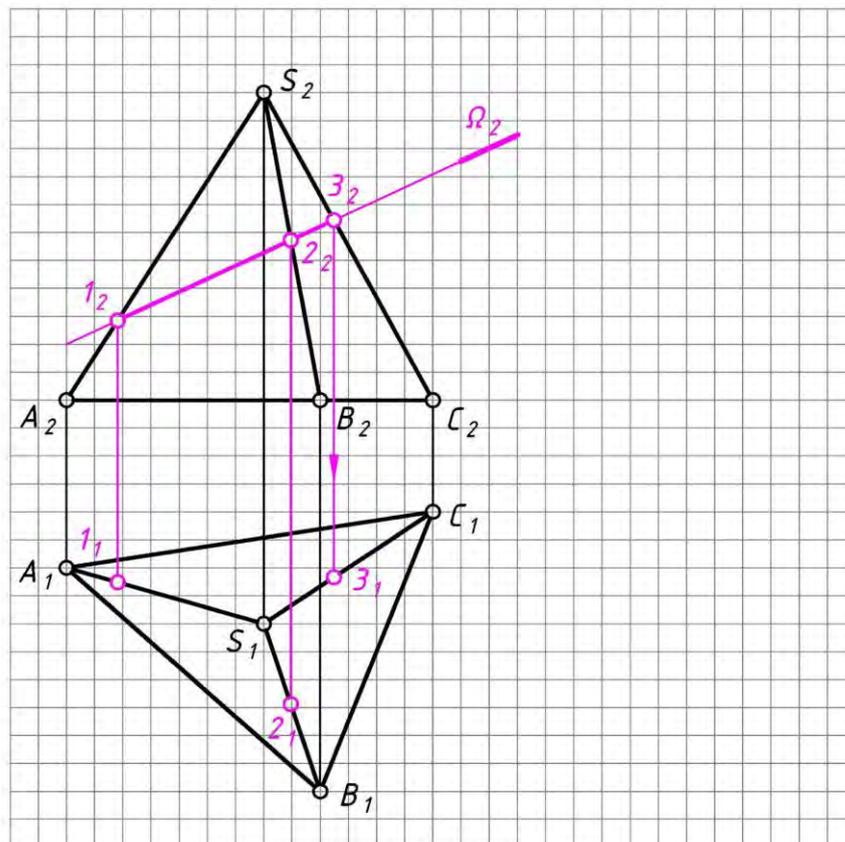
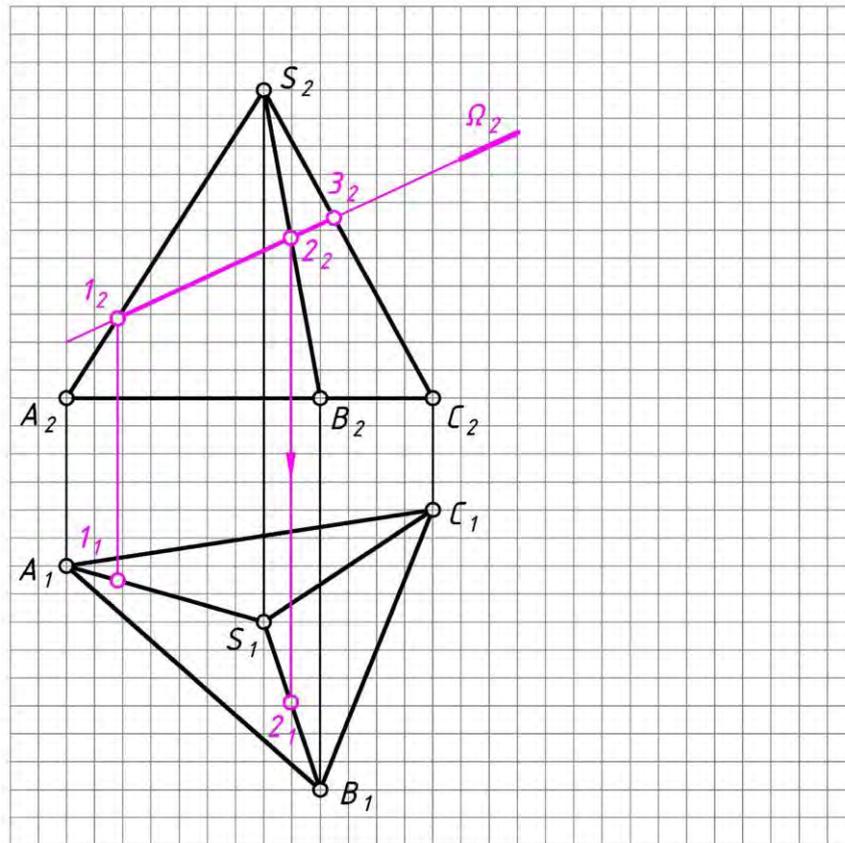
Если проецирующей является поверхность (прямой цилиндр, прямая призма), то одна из проекций линии пересечения совпадает с соответствующей вырожденной проекцией поверхности.

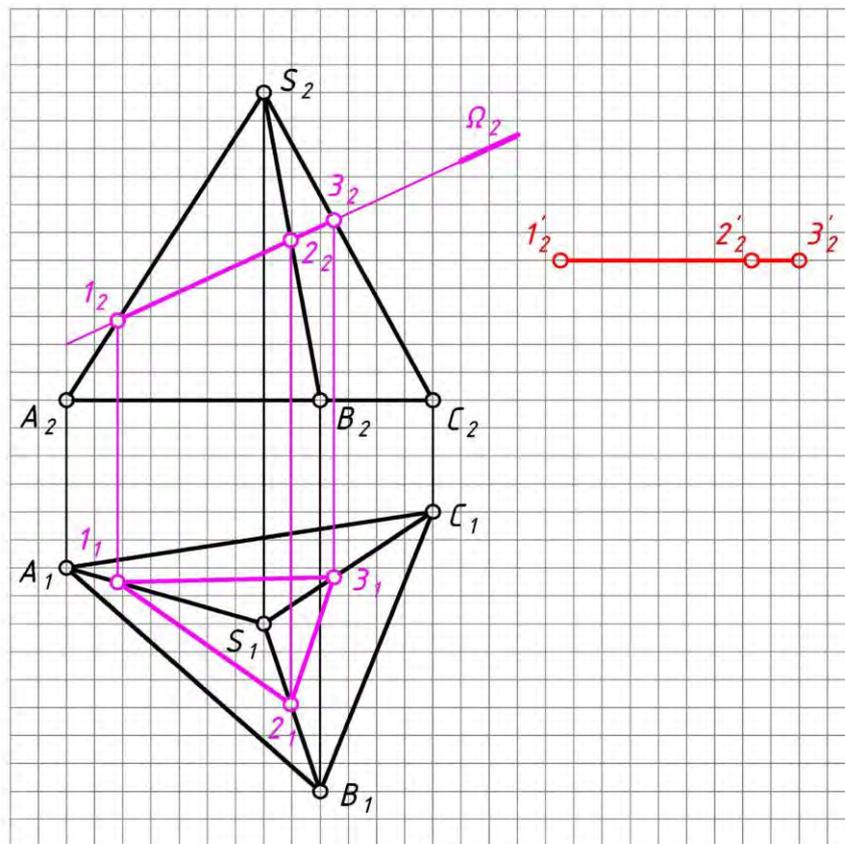
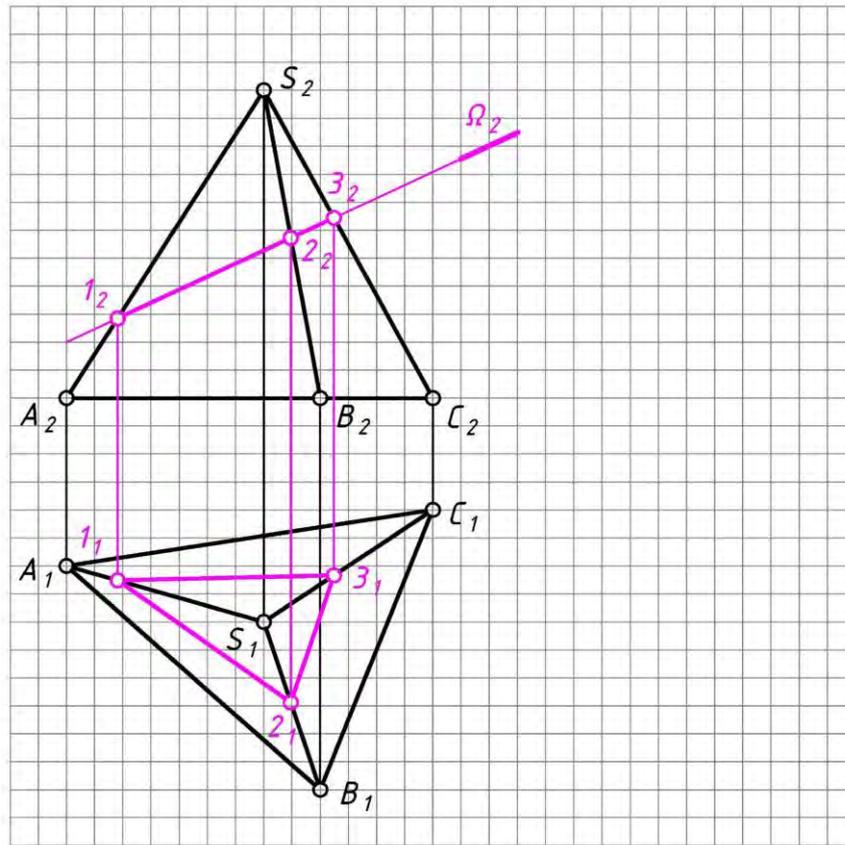
### Сечения многогранника

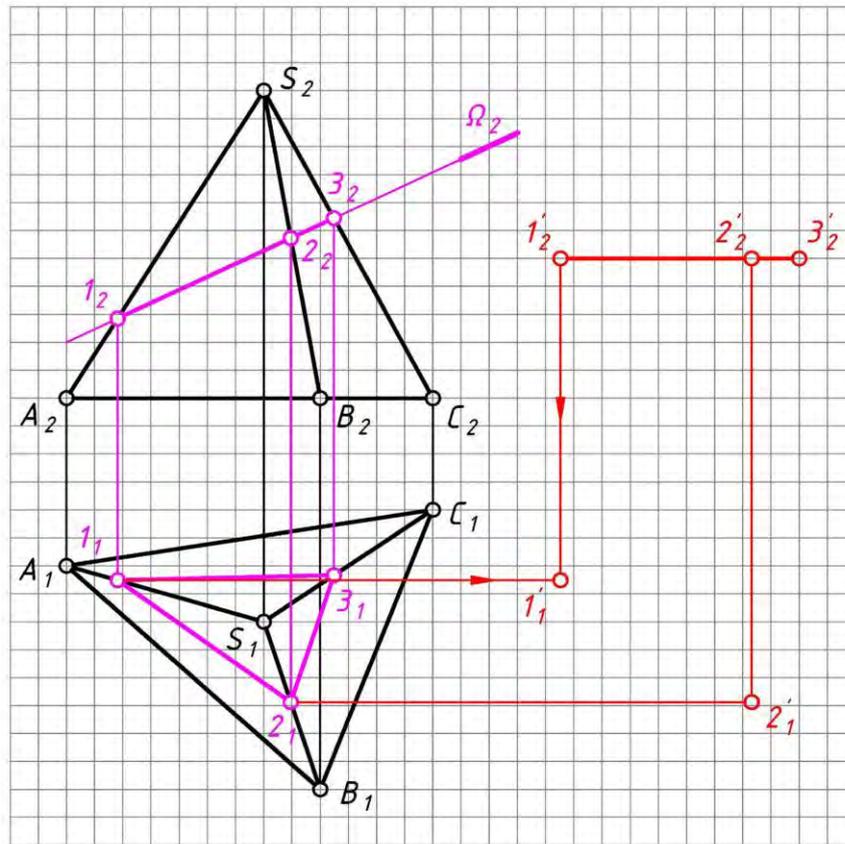
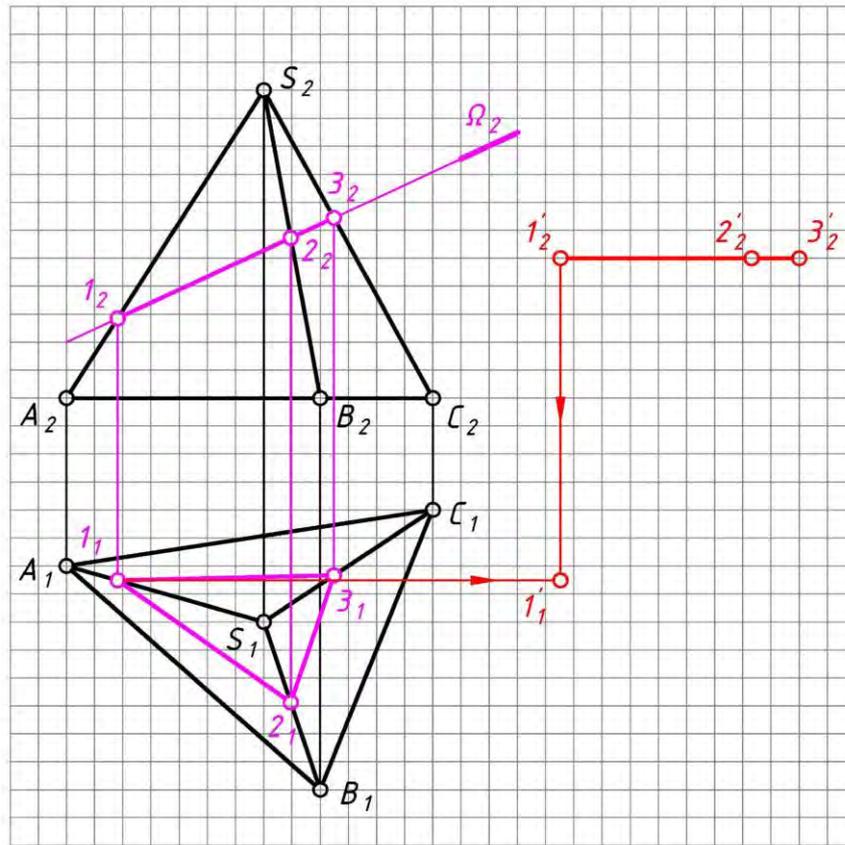
Проекциями сечения многогранников, в общем случае, являются многоугольники, вершины которых принадлежат ребрам, а стороны – граням многогранника. Так как в случае плоскости частного положения одна из проекций линии пересечения на чертеже определена, то вторая проекция строится из условия принадлежности точек поверхности (по принадлежности соответствующим ребрам и сторонам основания).

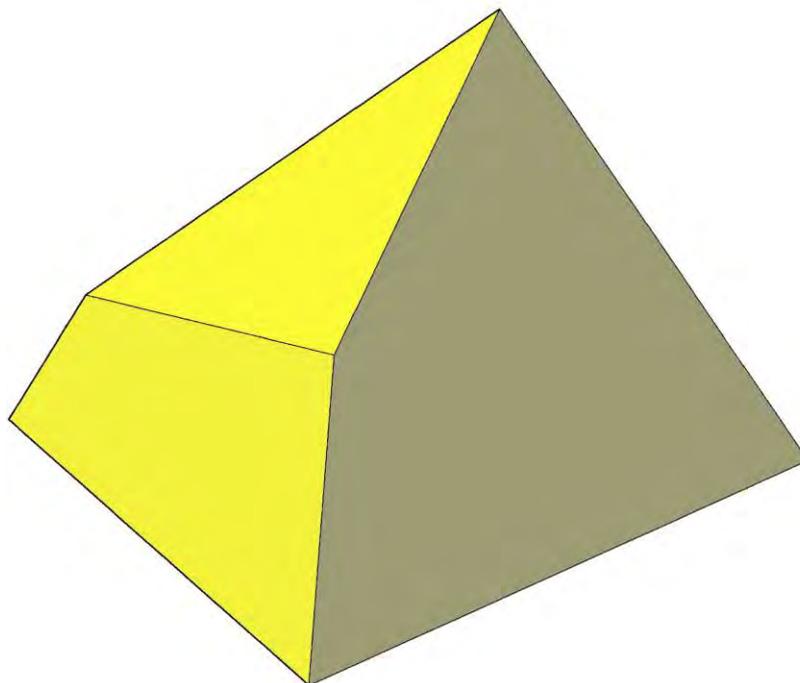
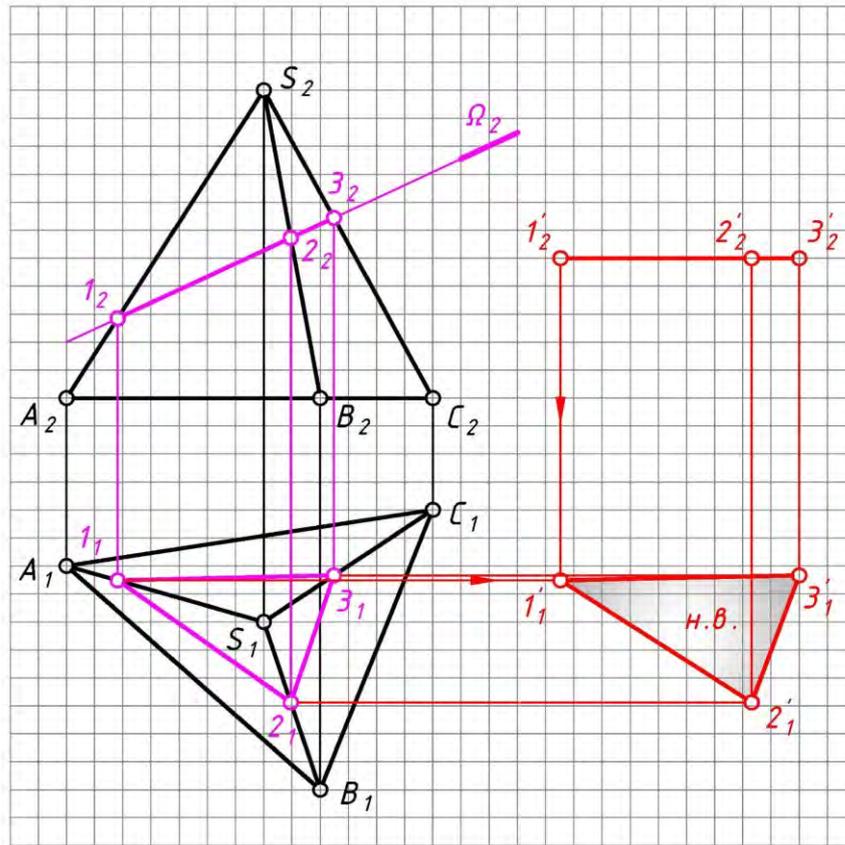


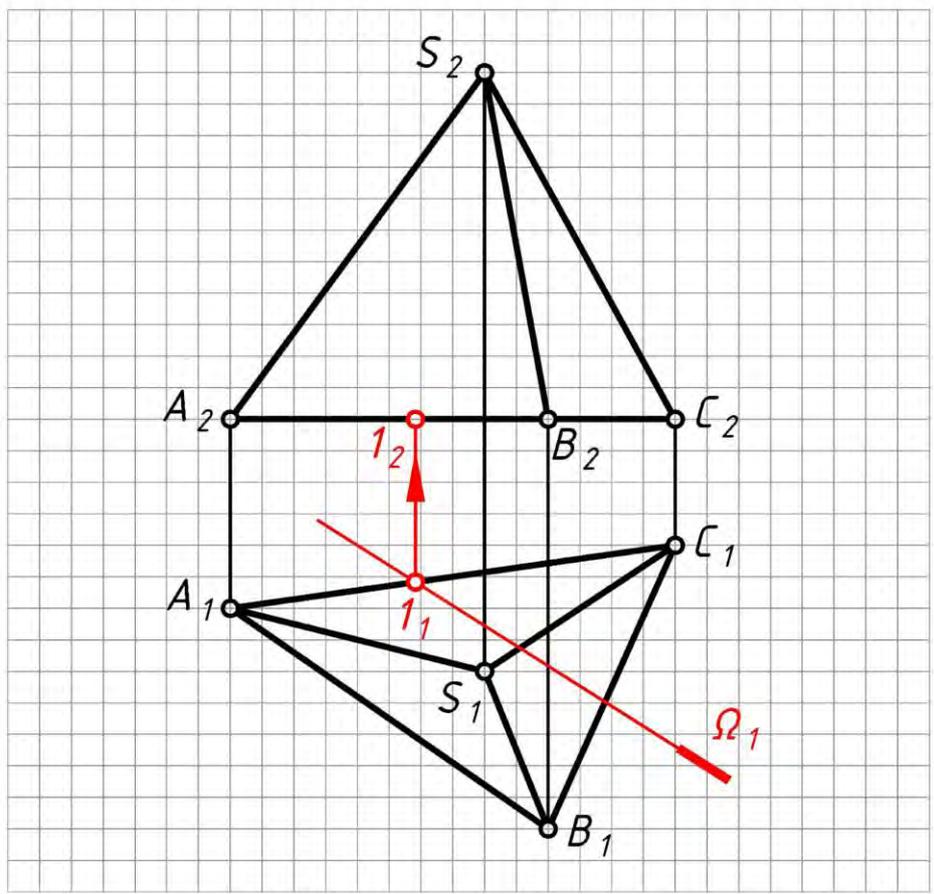
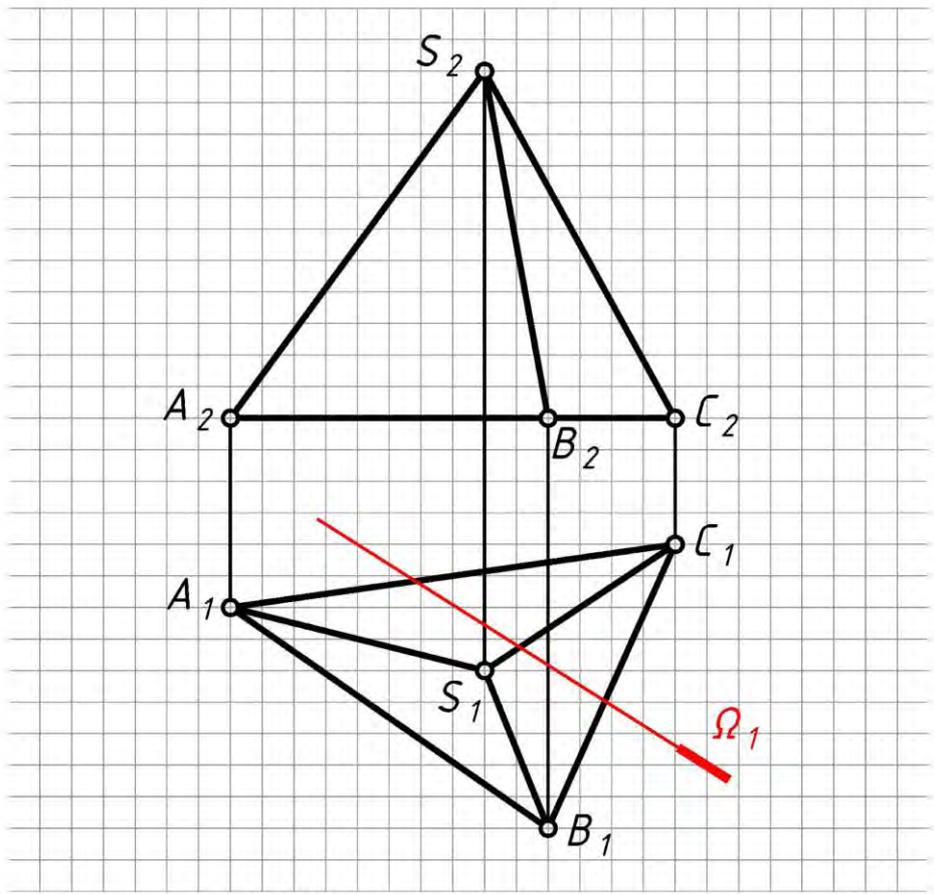


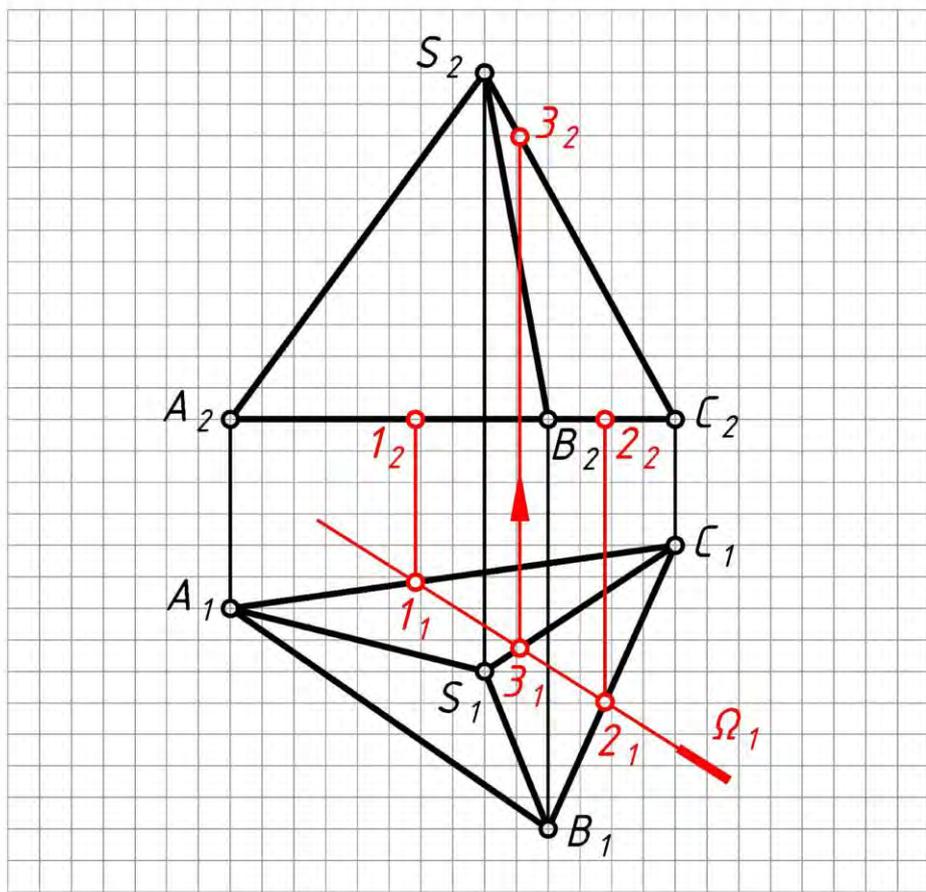
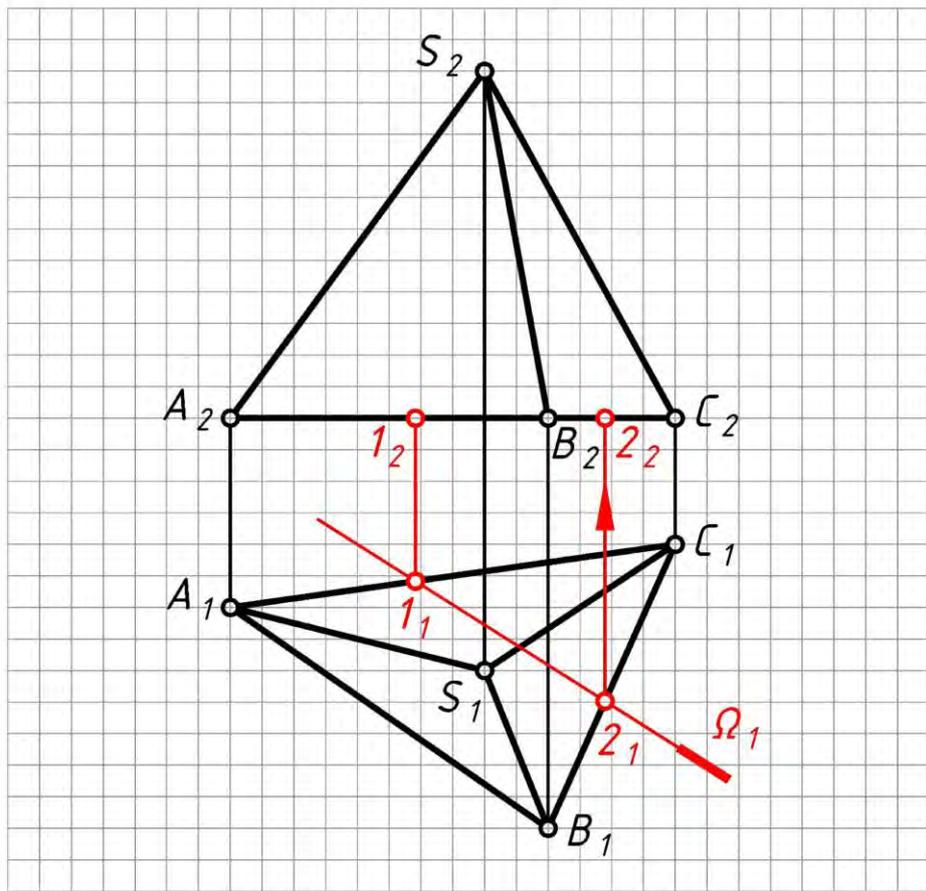


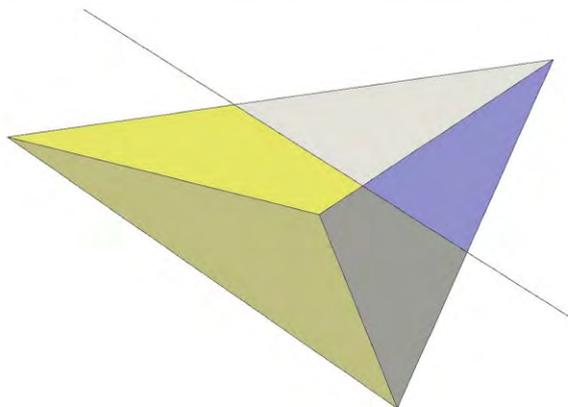
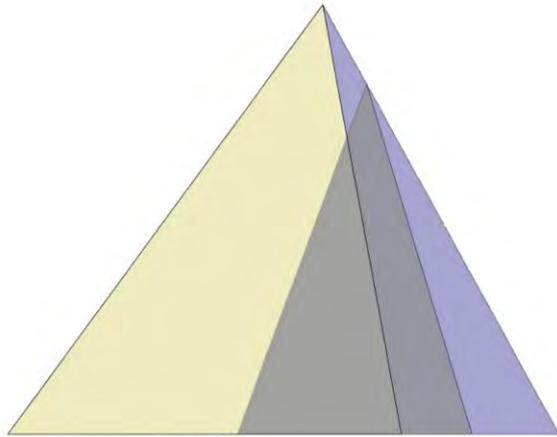
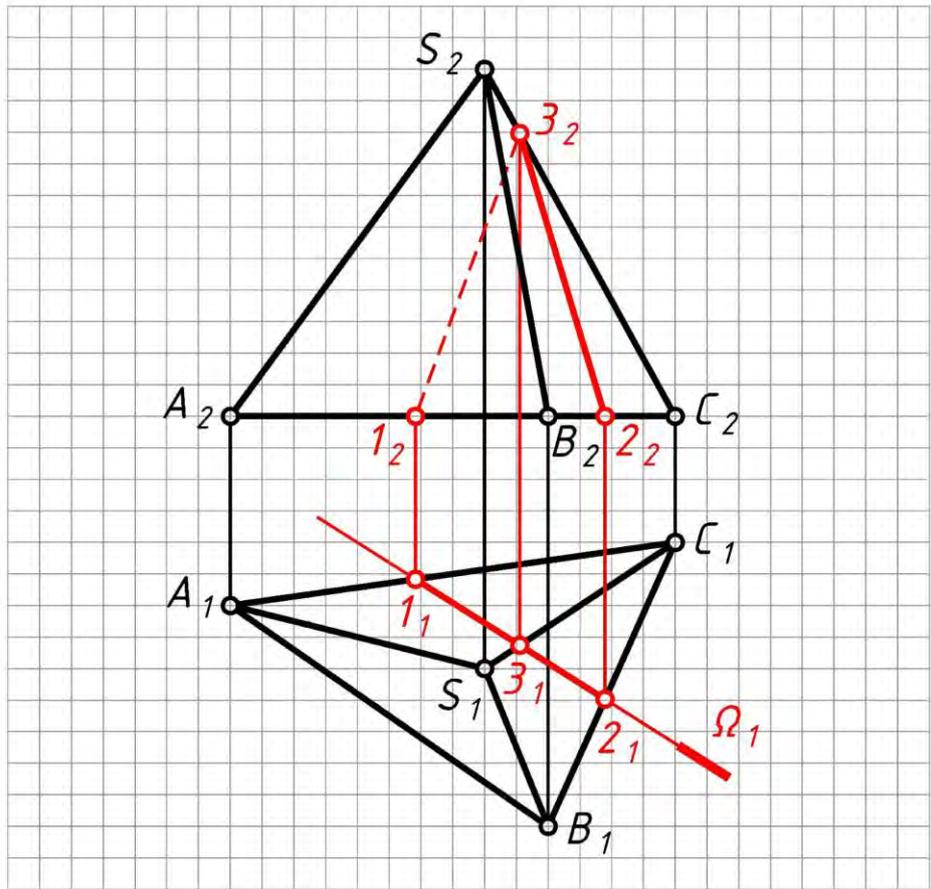


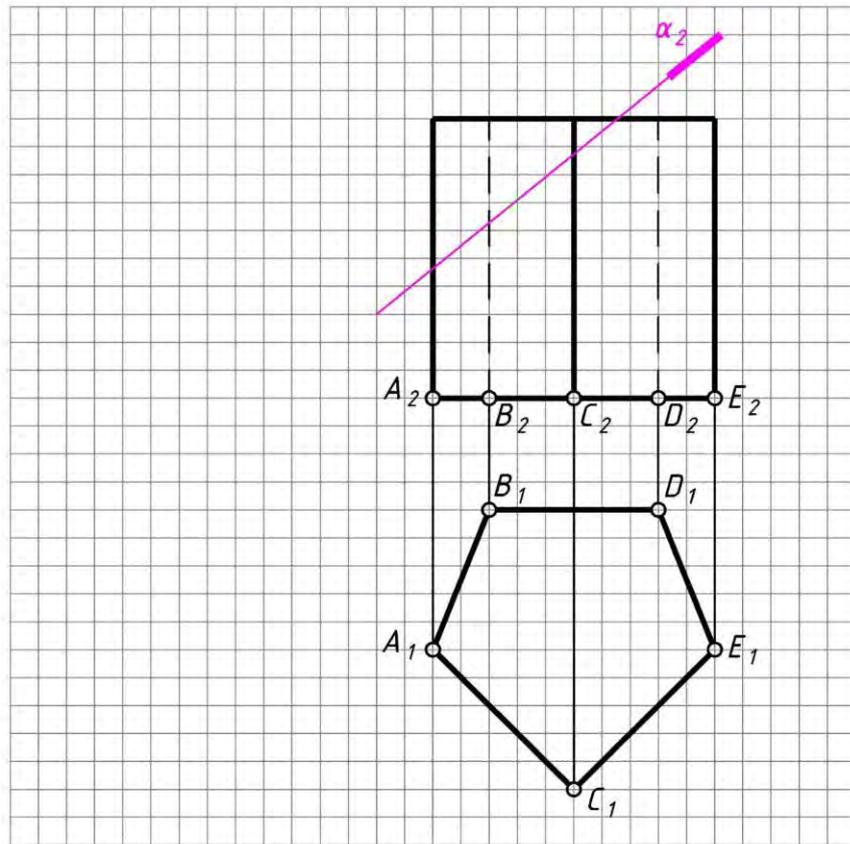
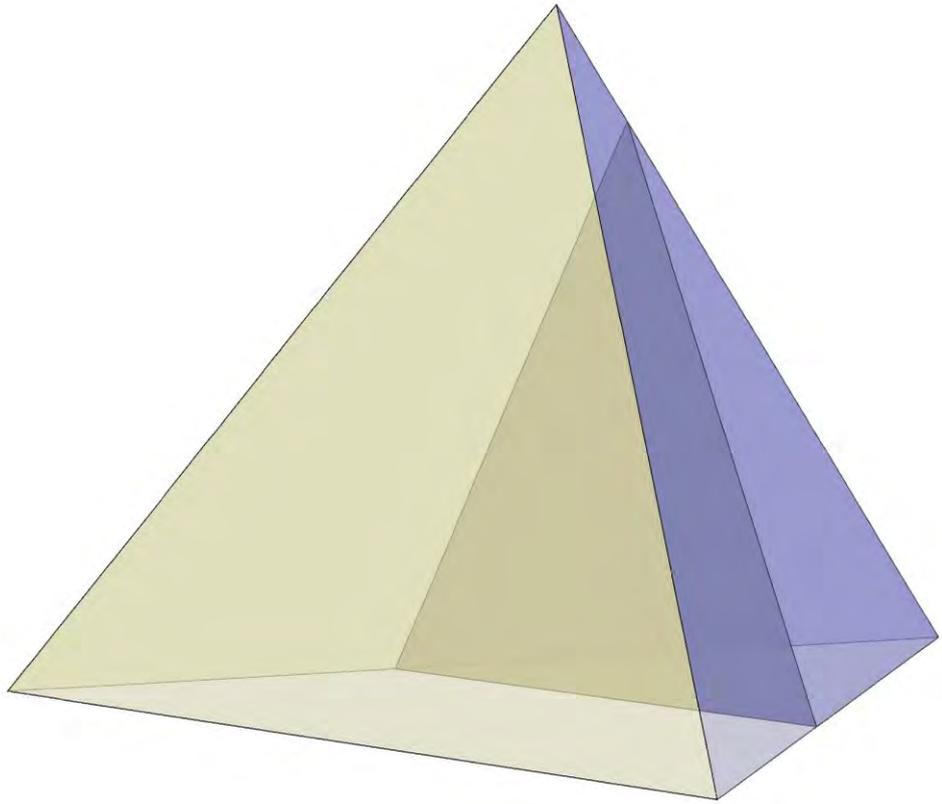


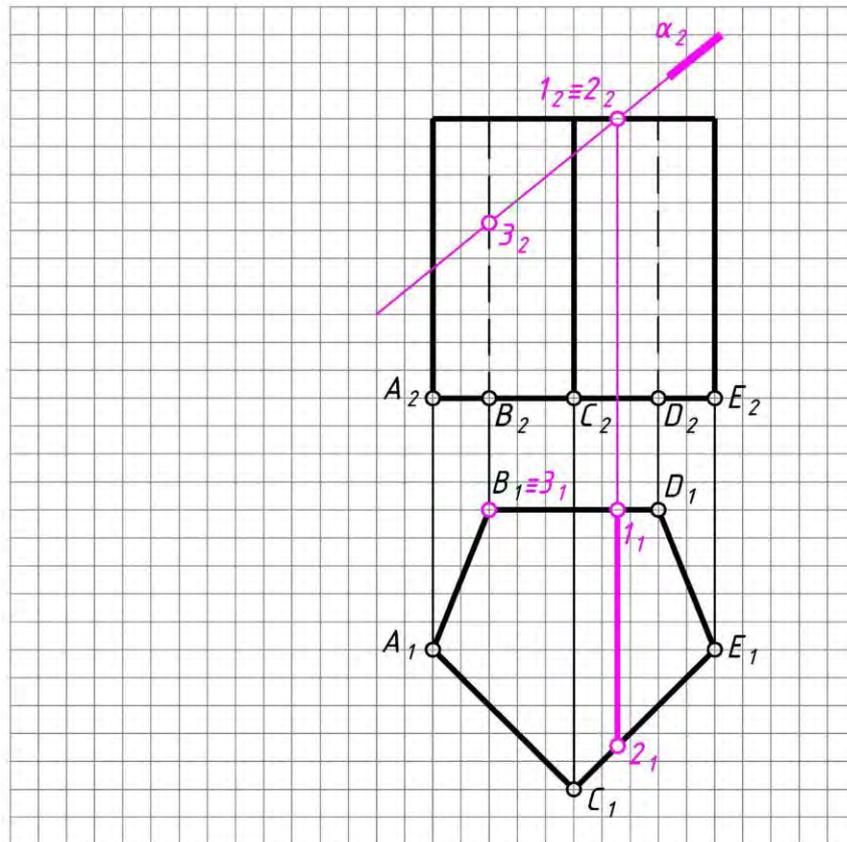
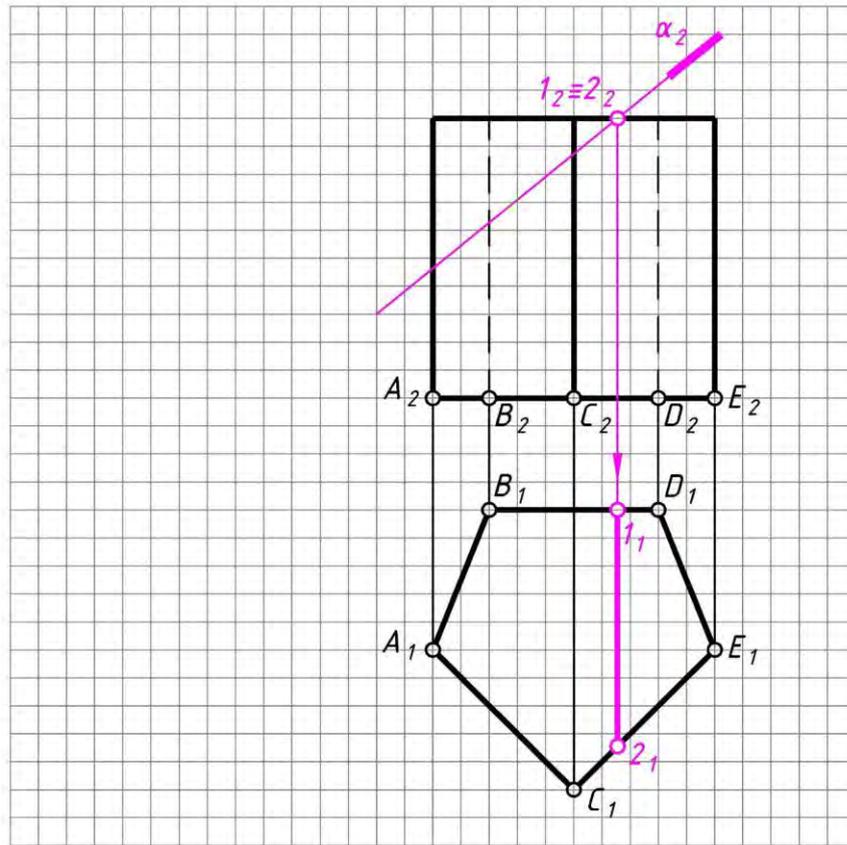


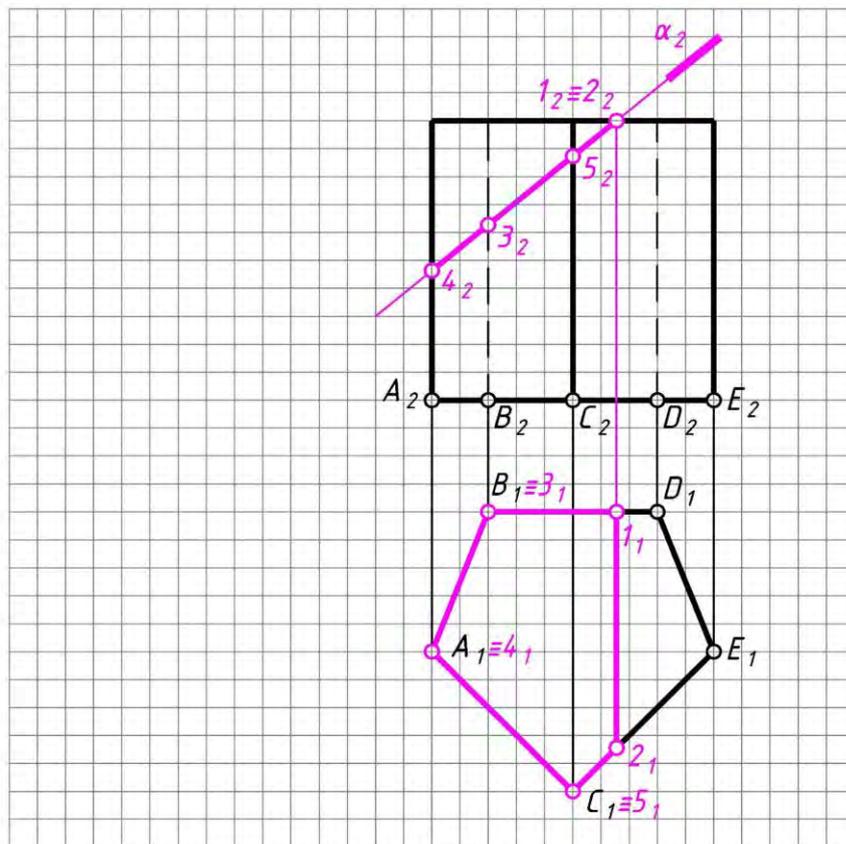
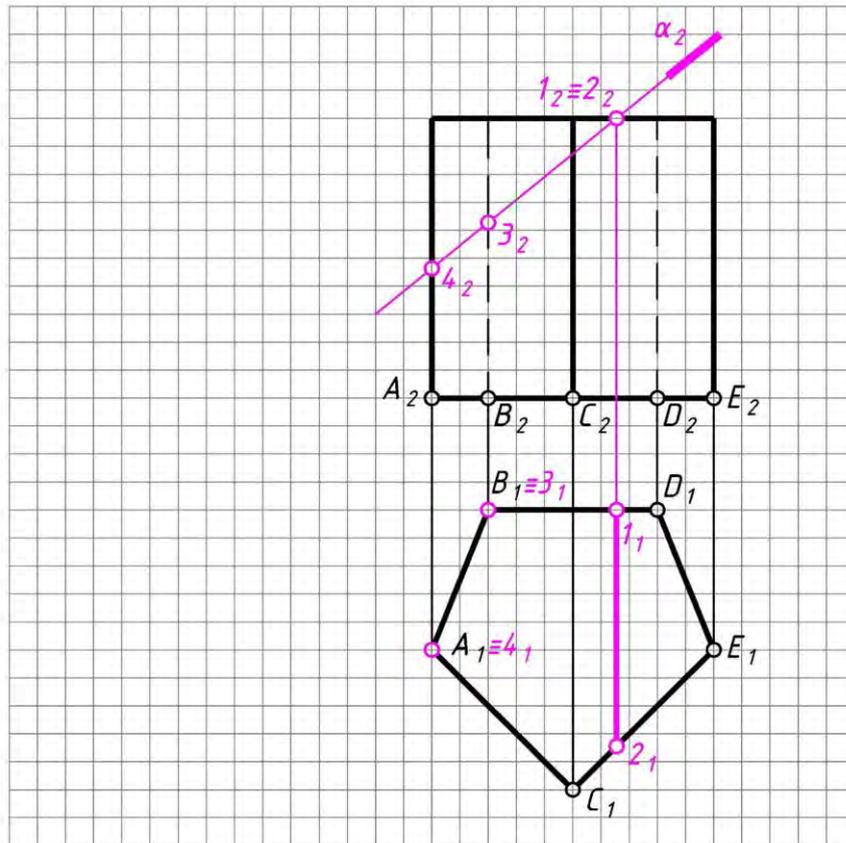


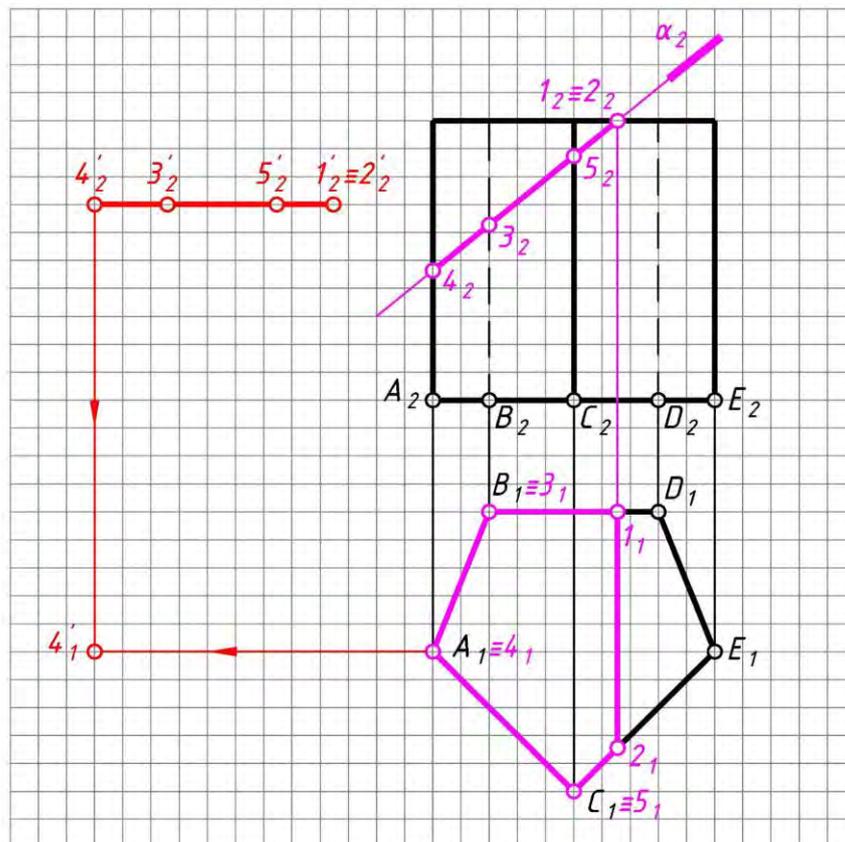
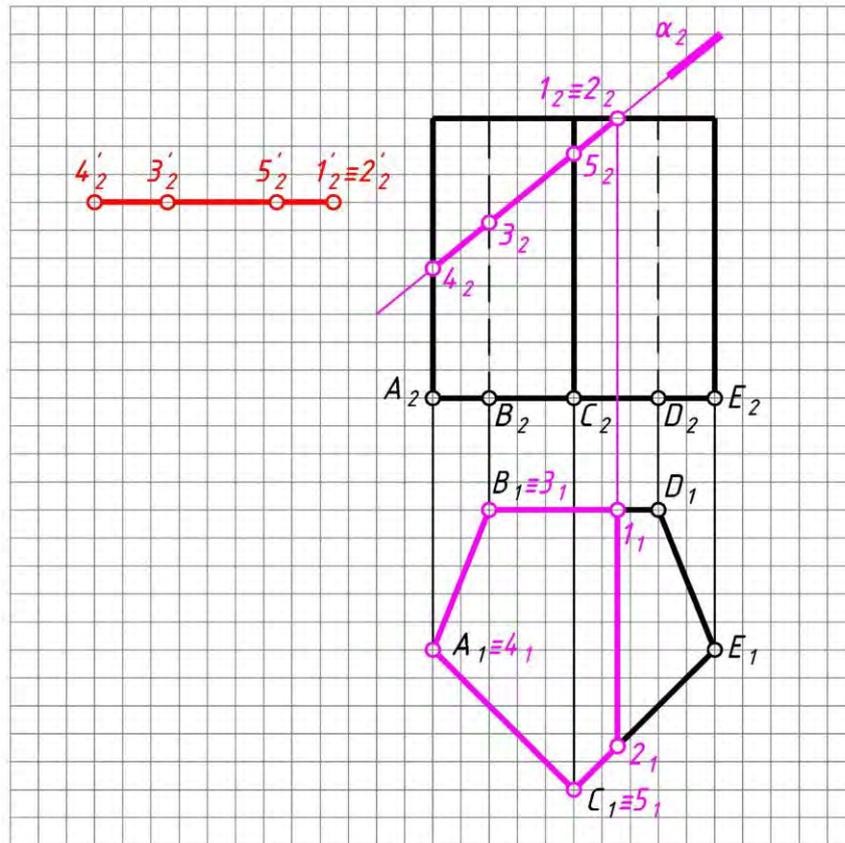


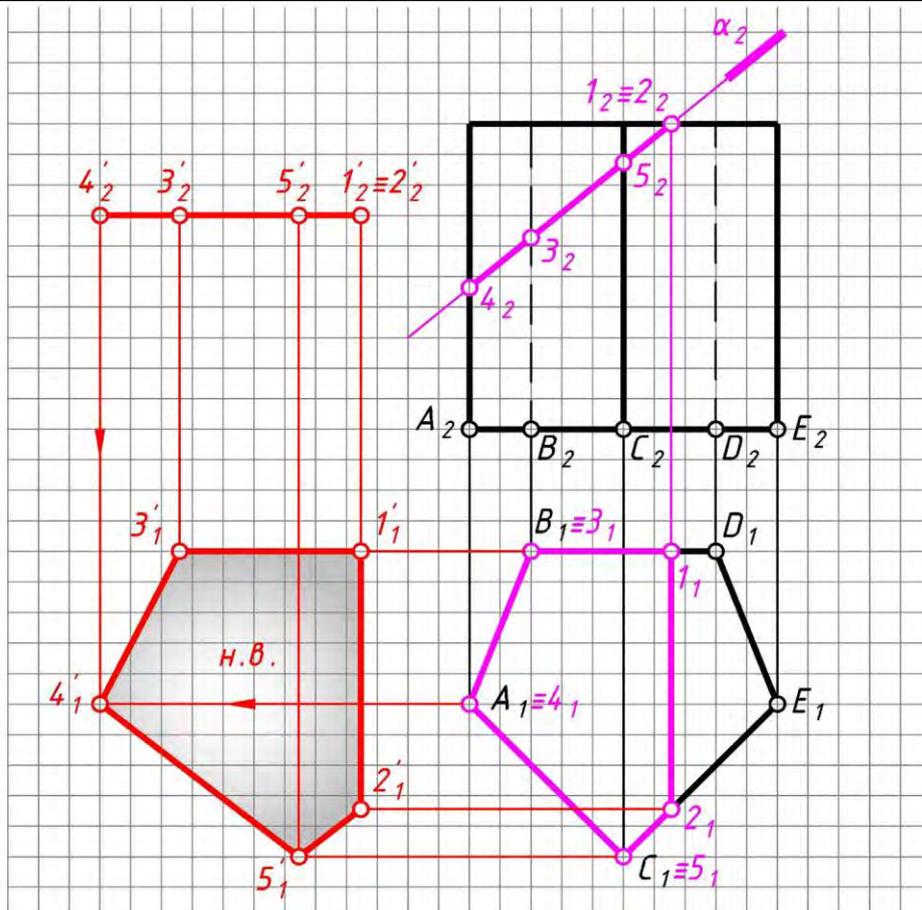
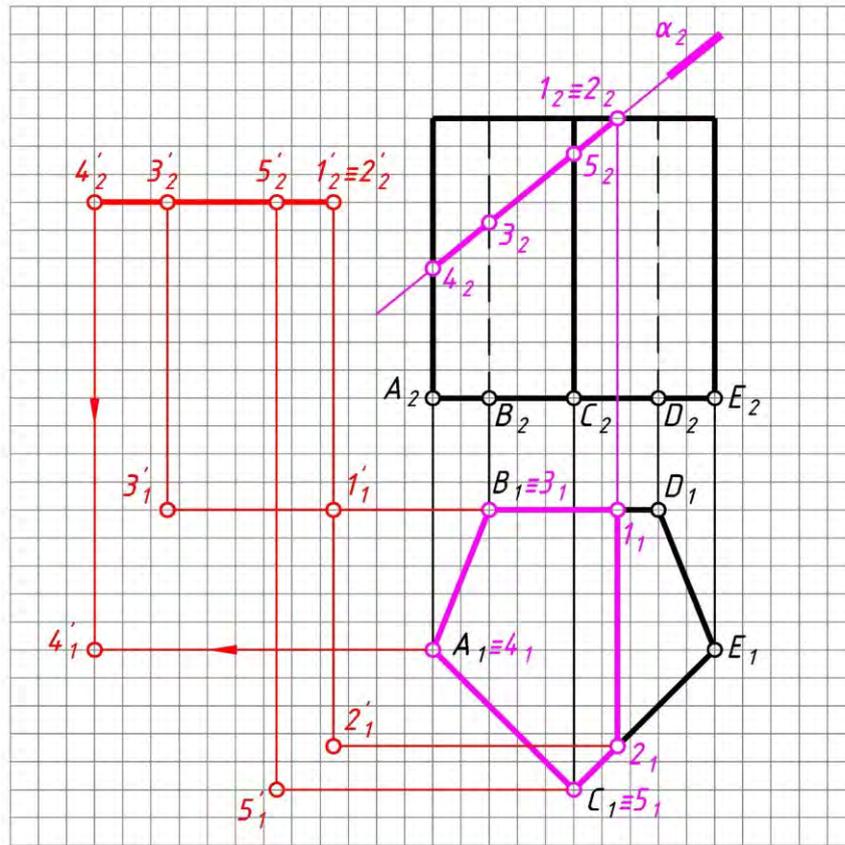


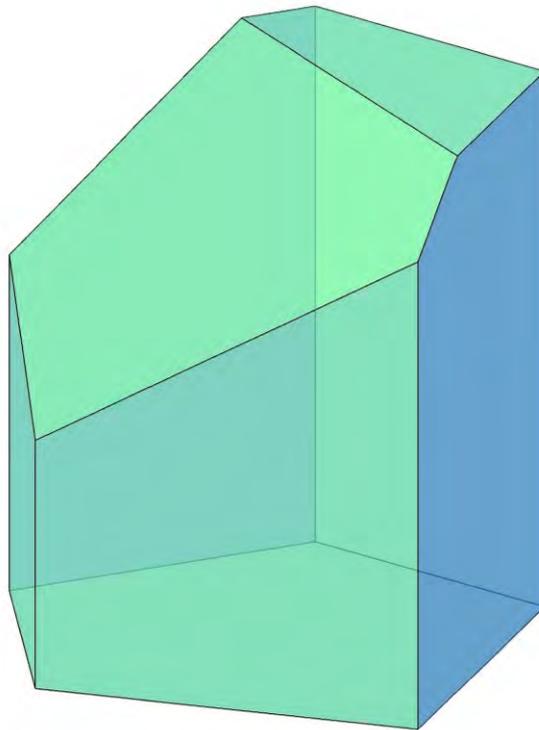










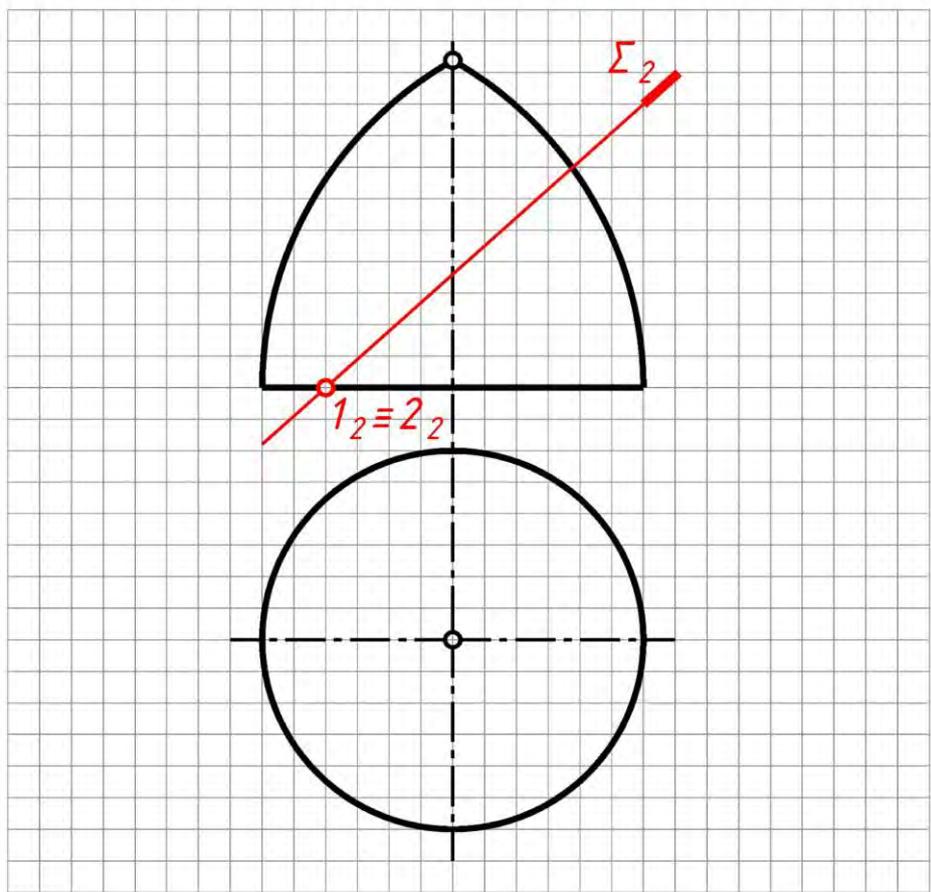
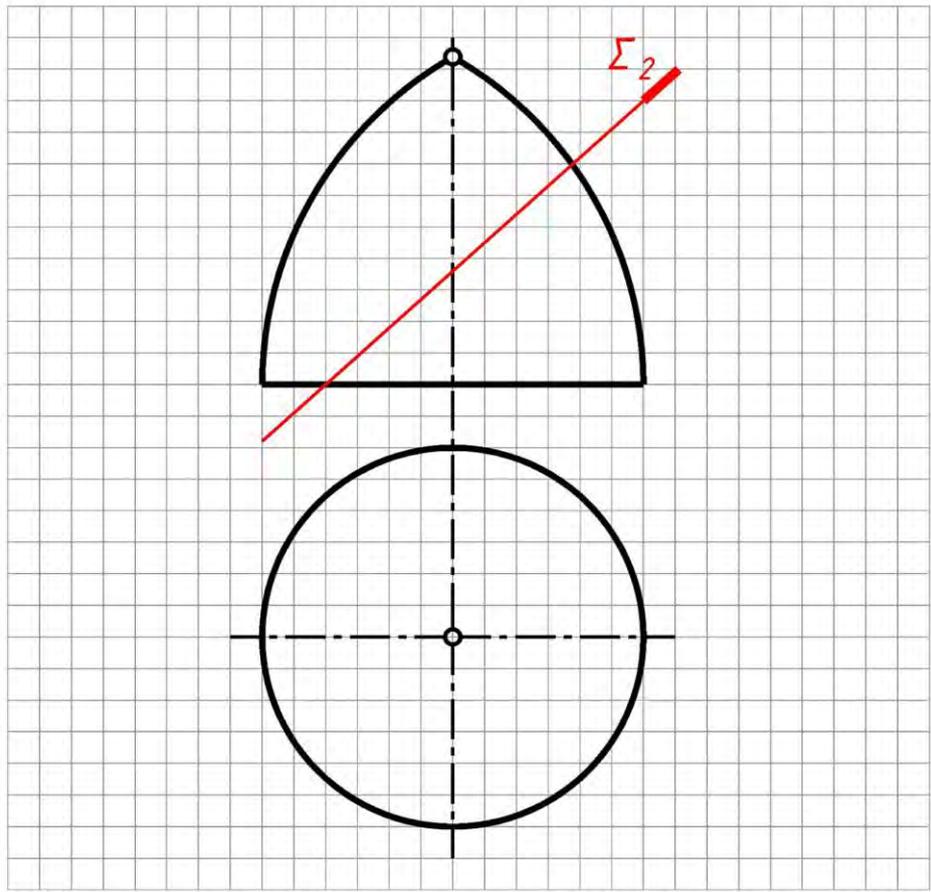


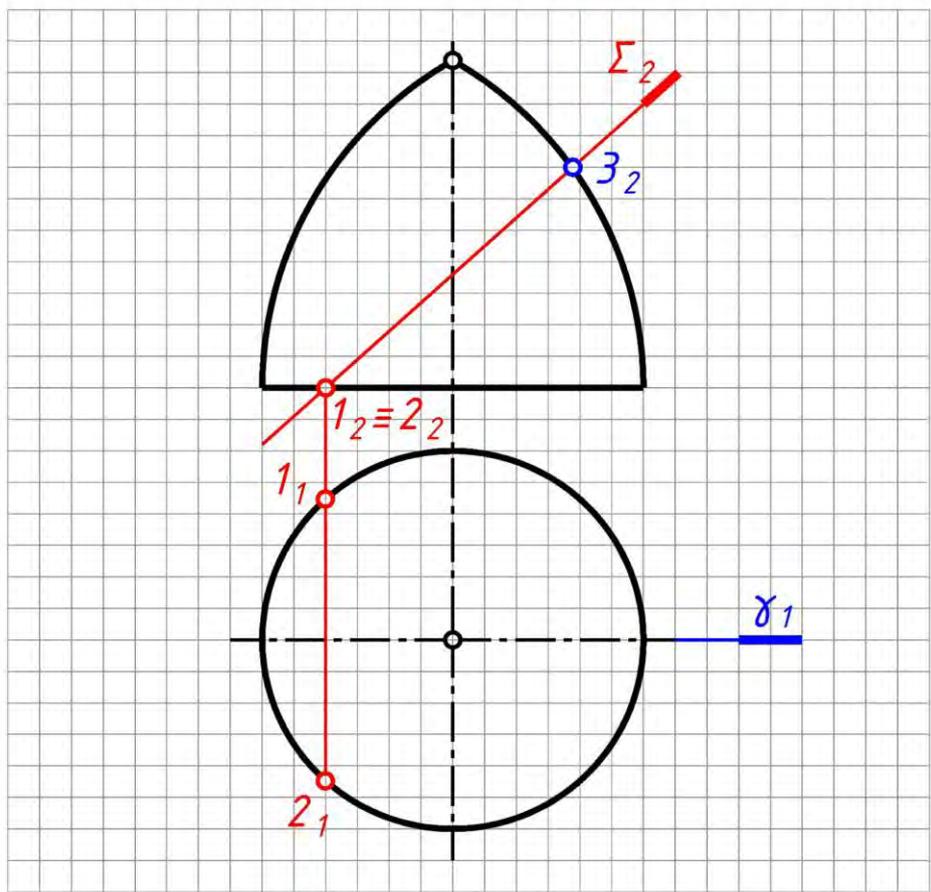
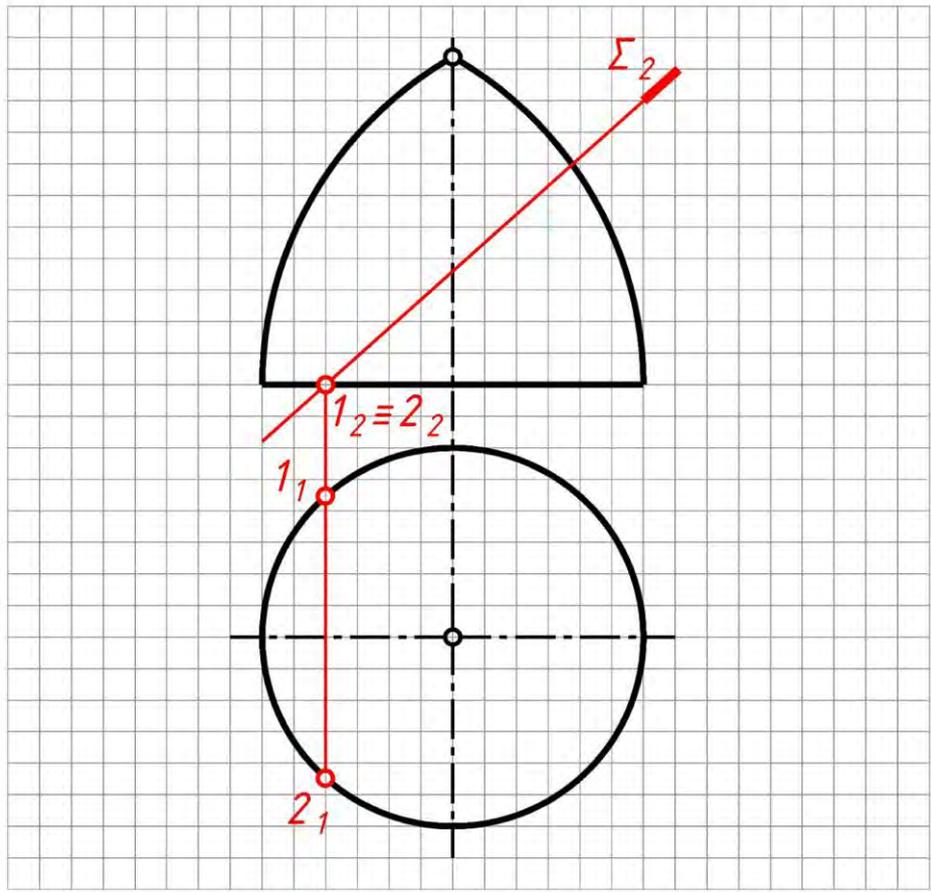
### **Сечения криволинейных поверхностей**

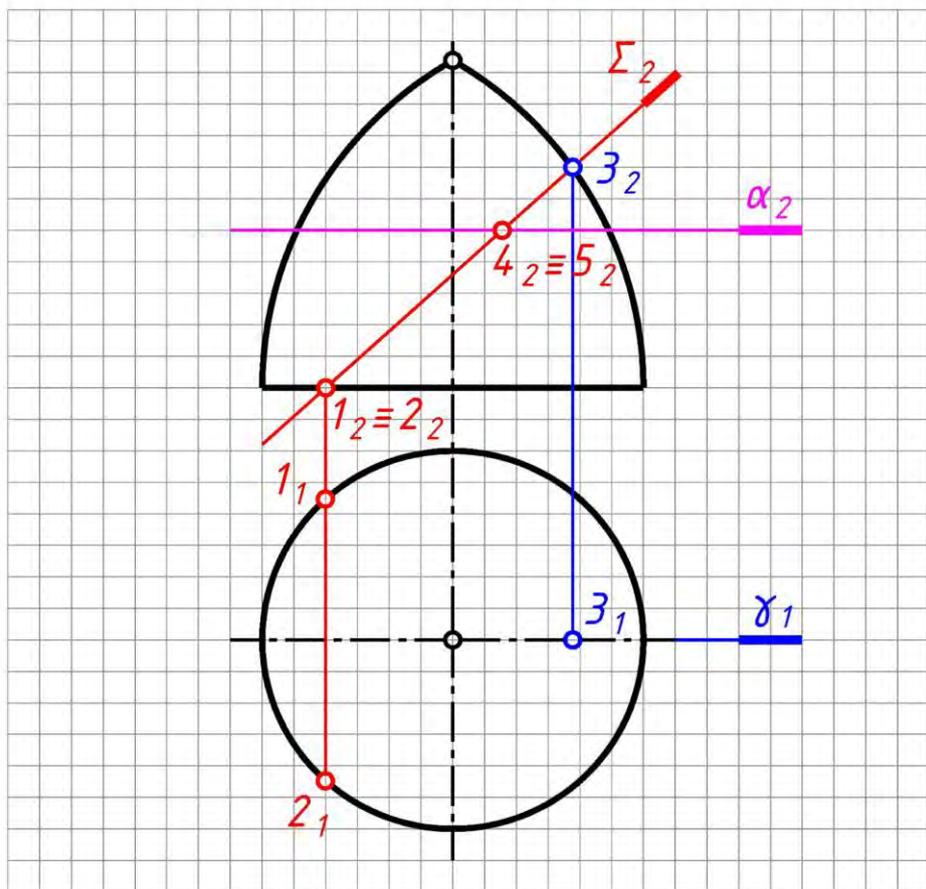
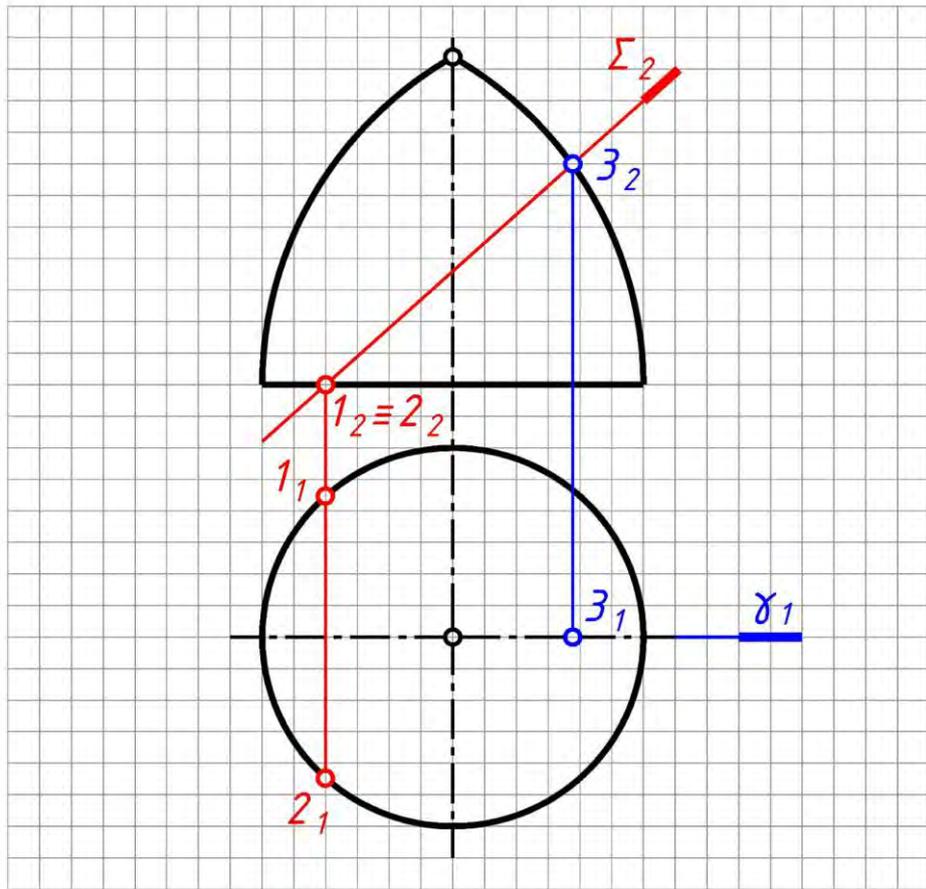
Линия пересечения криволинейной поверхности плоскостью представляет собой плоскую кривую. В некоторых частных случаях линейчатые поверхности могут пересекаться плоскостями по образующим, т.е. по прямым линиям.

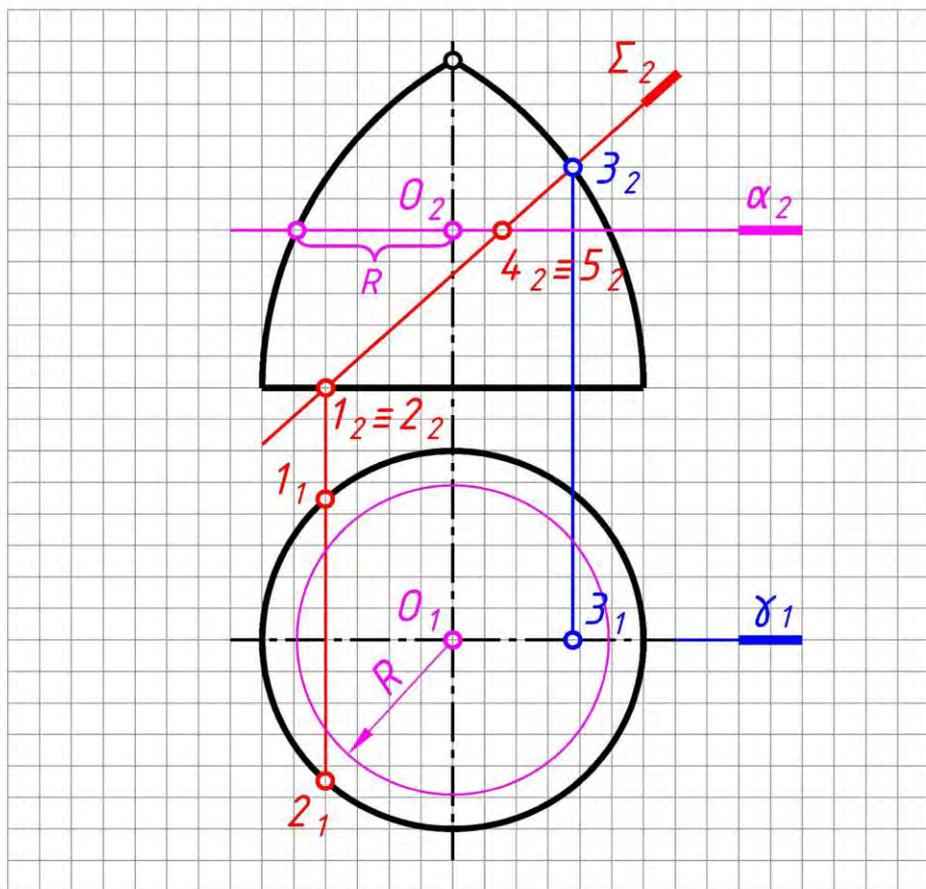
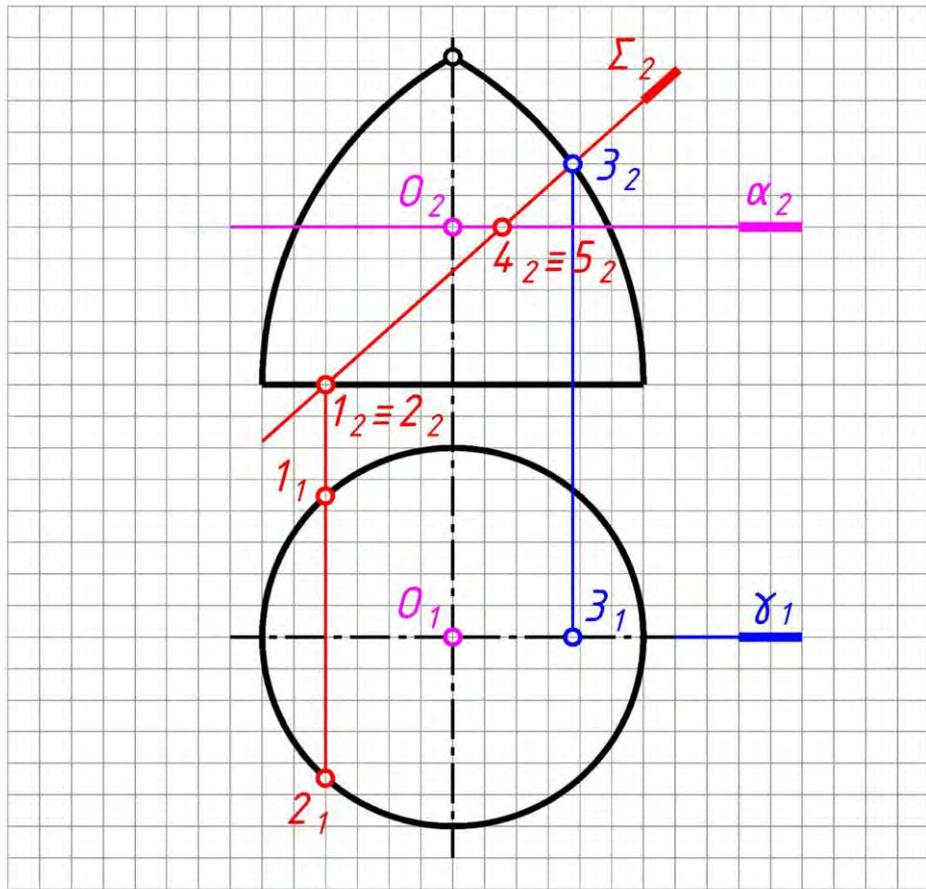
Сечение поверхности вращения плоскостью является симметричной фигурой. Ось симметрии принадлежит общей плоскости симметрии поверхности и секущей плоскости. Плоскость симметрии проходит через ось вращения поверхности и перпендикулярна секущей плоскости.

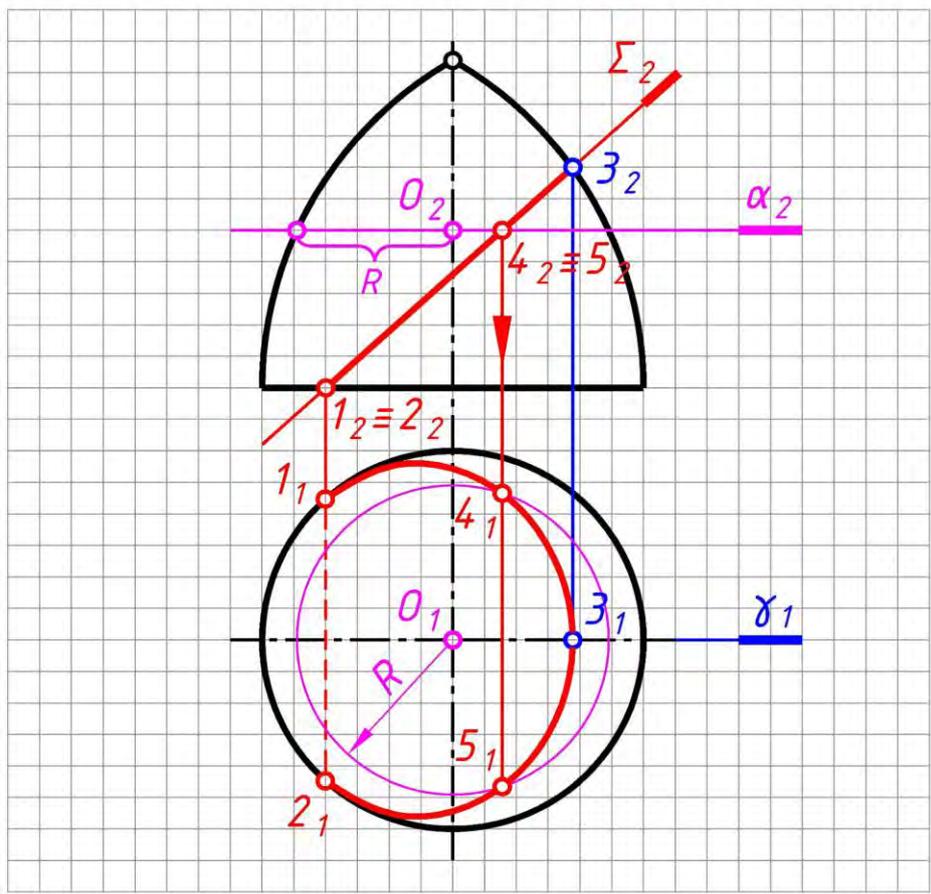
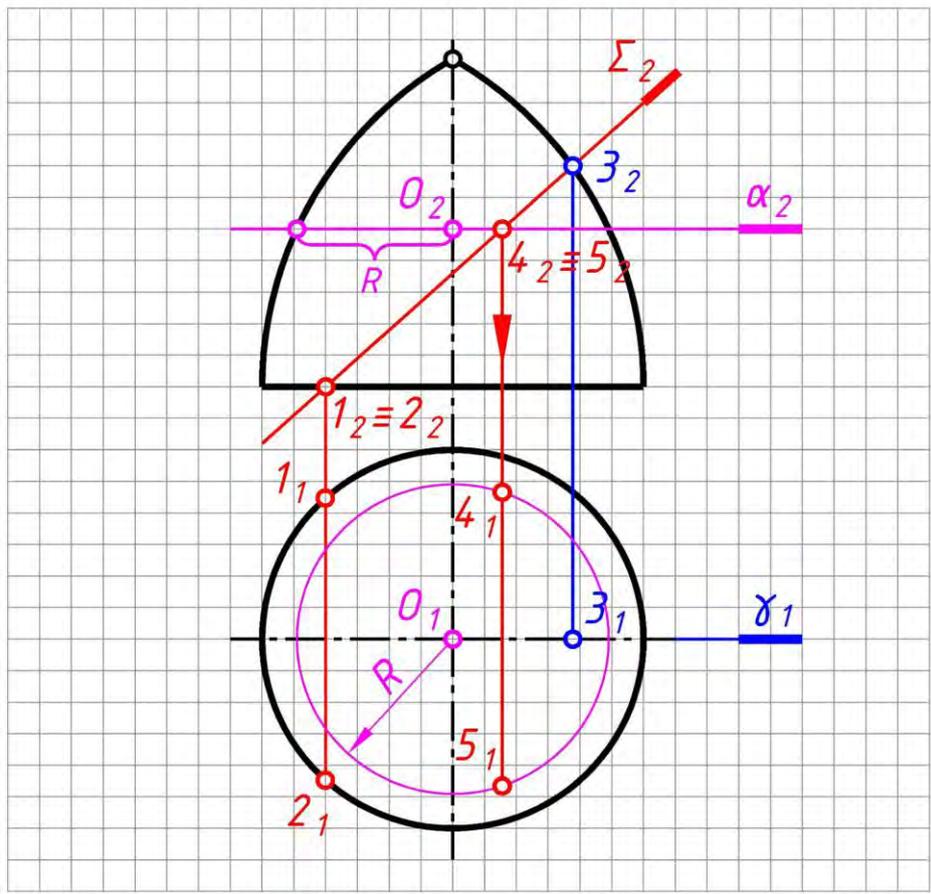
В общем случае для нахождения линии пересечения криволинейной поверхности плоскостью используют вспомогательные плоскости-посредники (частного положения, пересекающие заданную поверхность по простым линиям – прямым или окружностям).

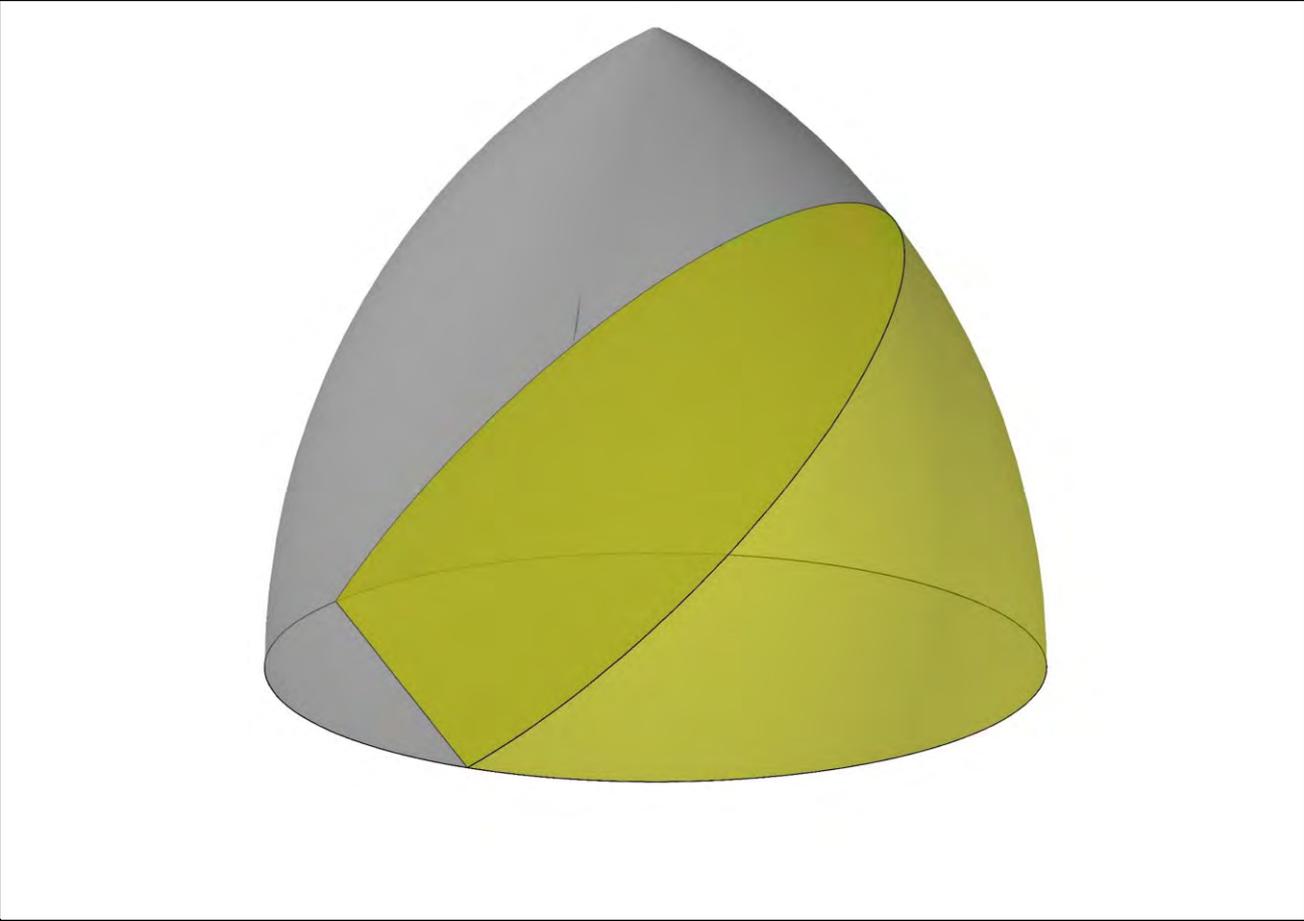
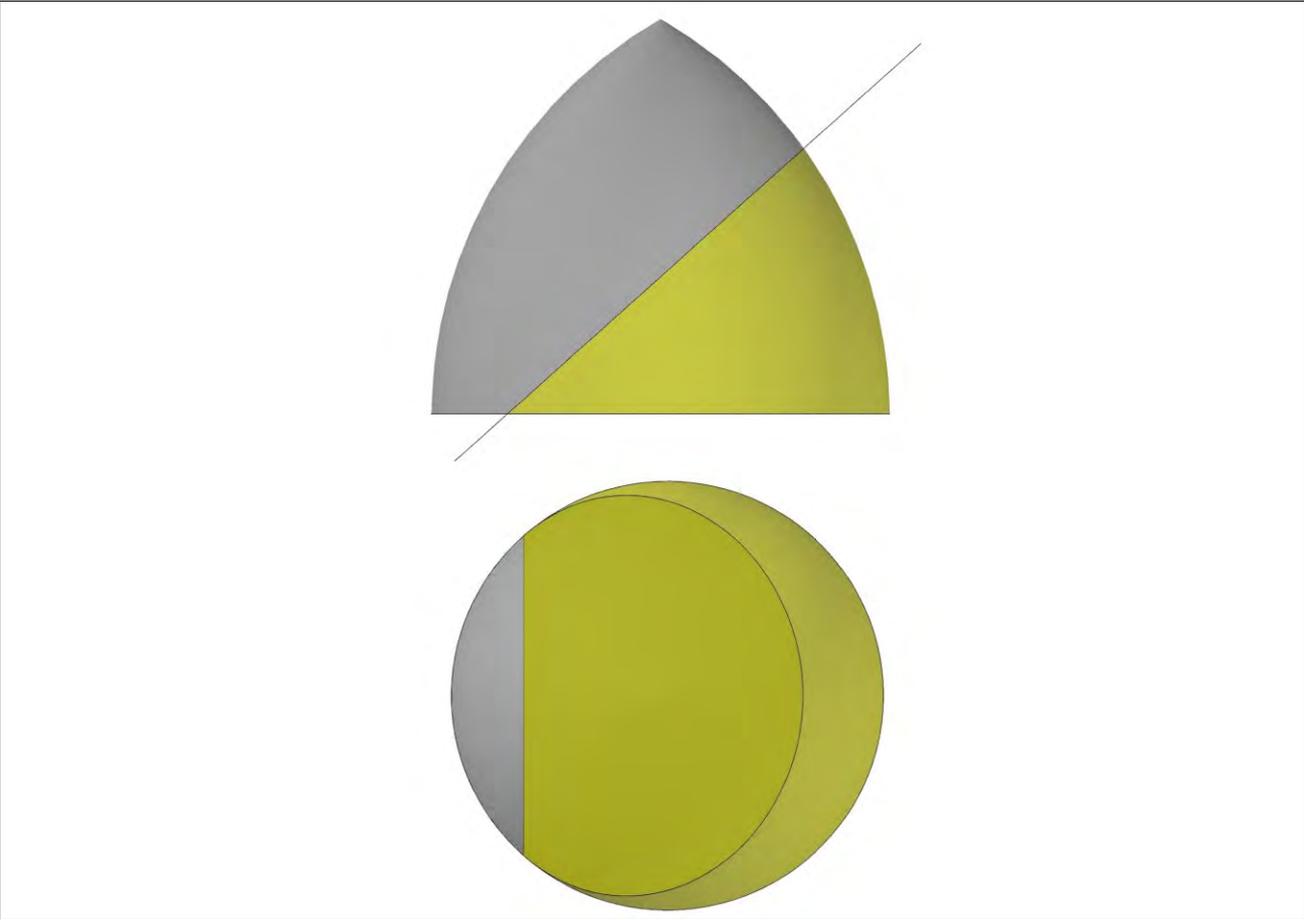






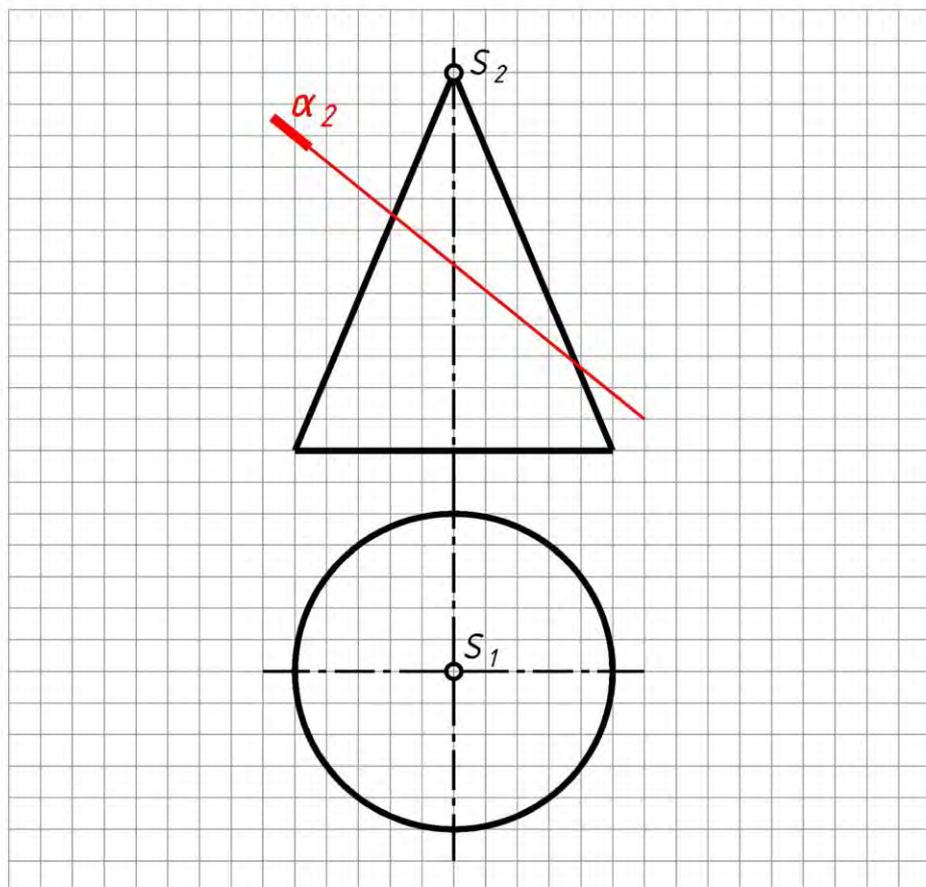


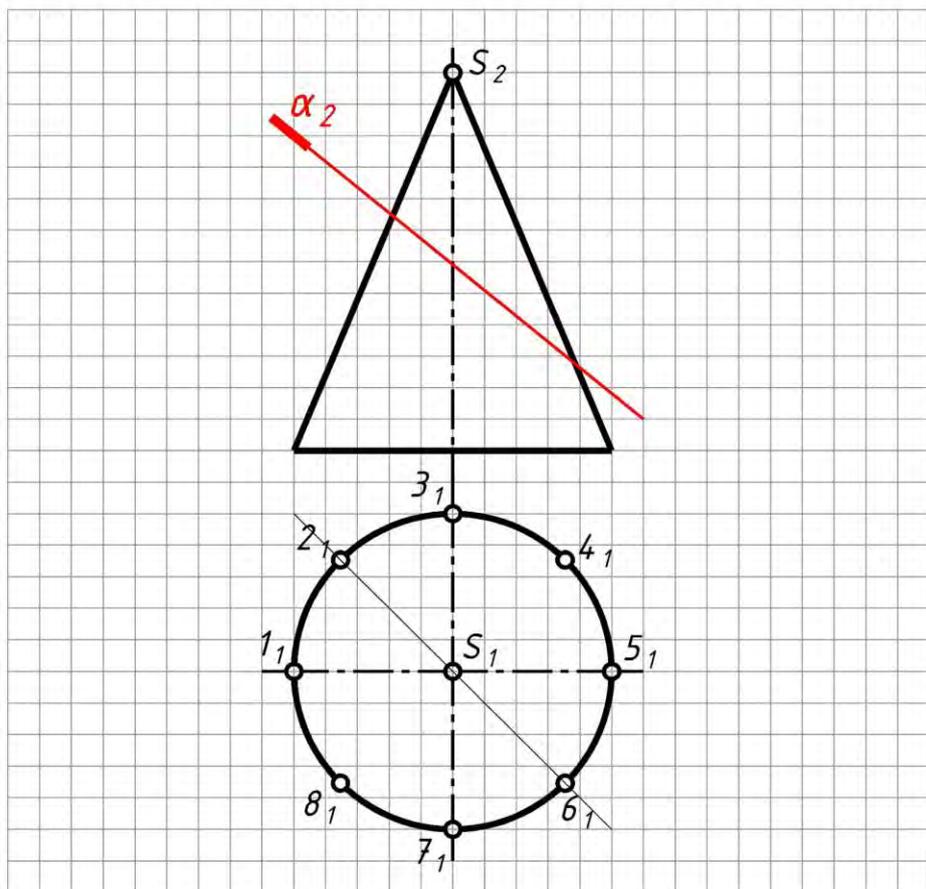
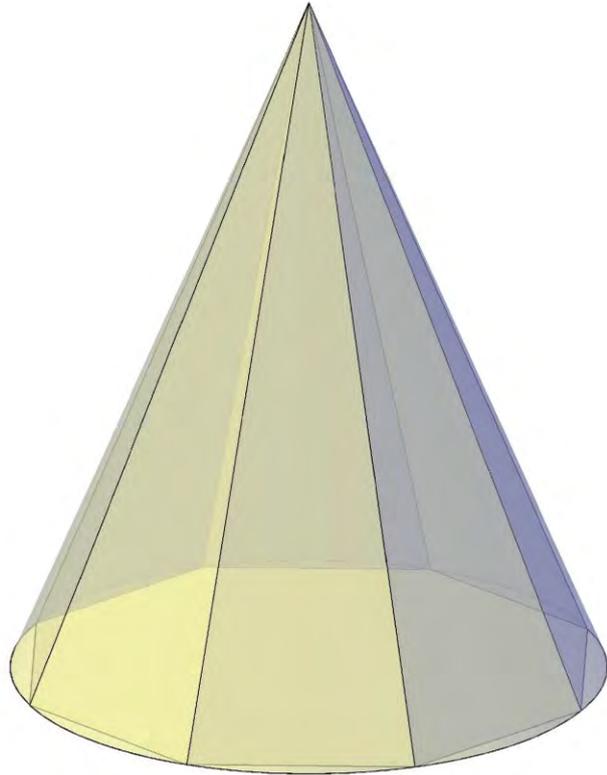


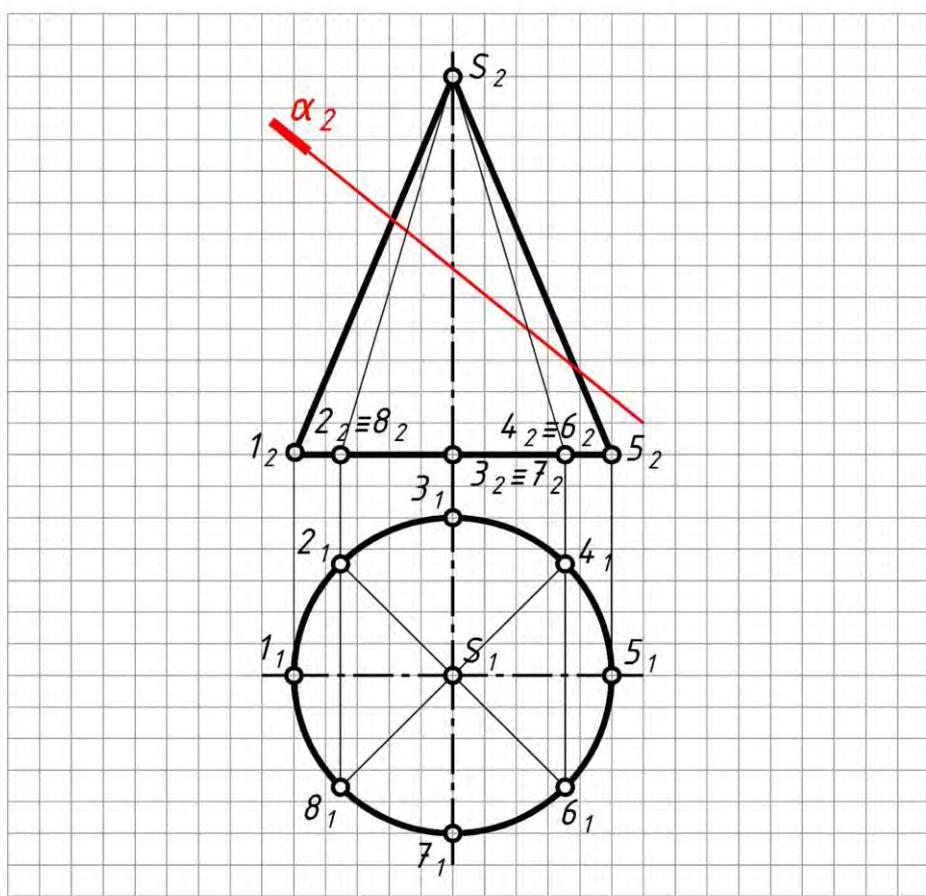
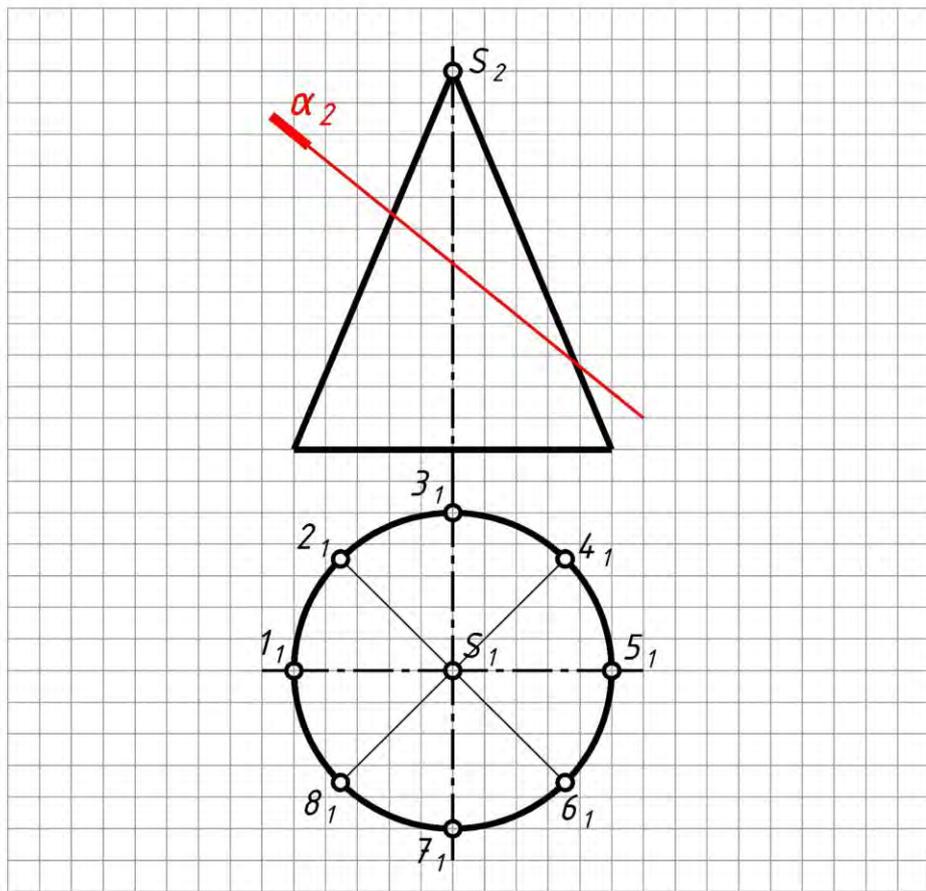


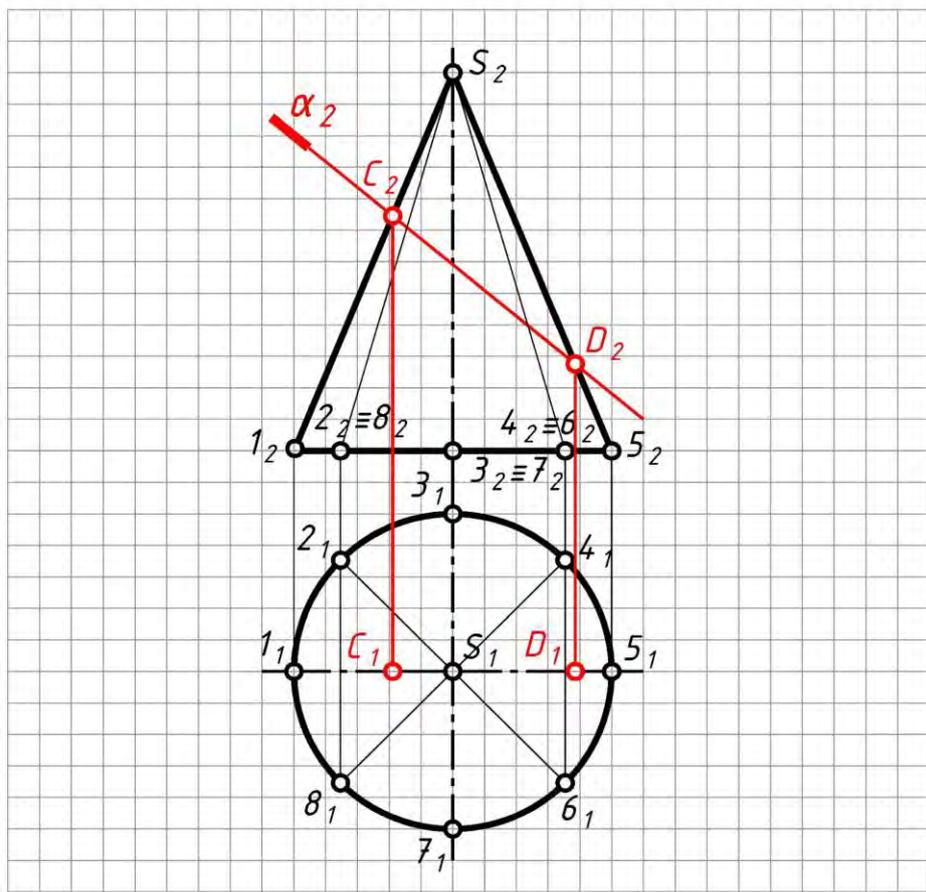
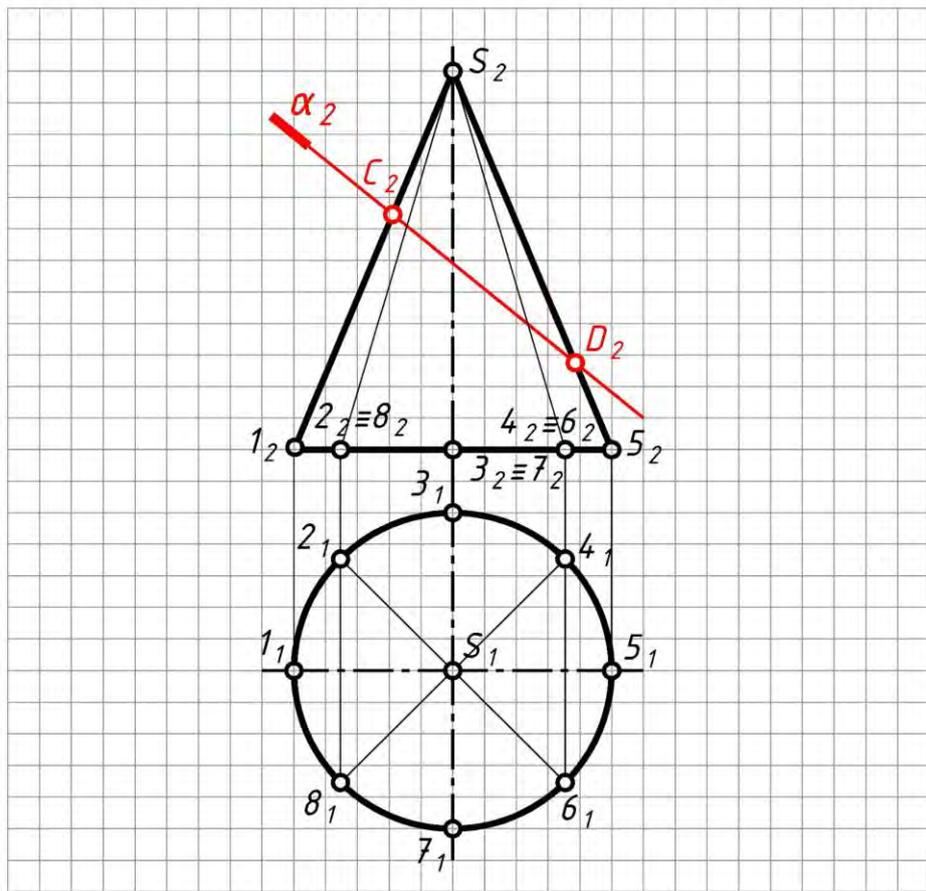
Если заданная поверхность имеет прямолинейные образующие (цилиндр, конус), то ее можно аппроксимировать (заменить) поверхностью многогранника с бесчисленным числом сторон (призмой, пирамидой). В этом случае за ребра многогранника принимаются образующие поверхности.

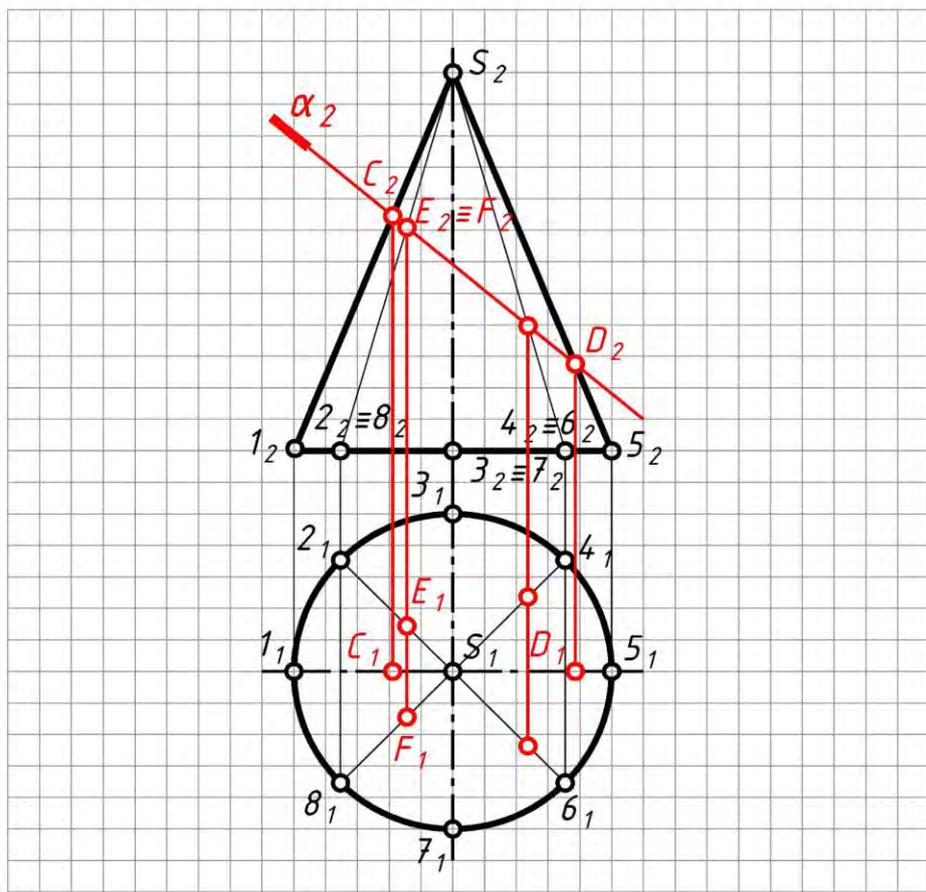
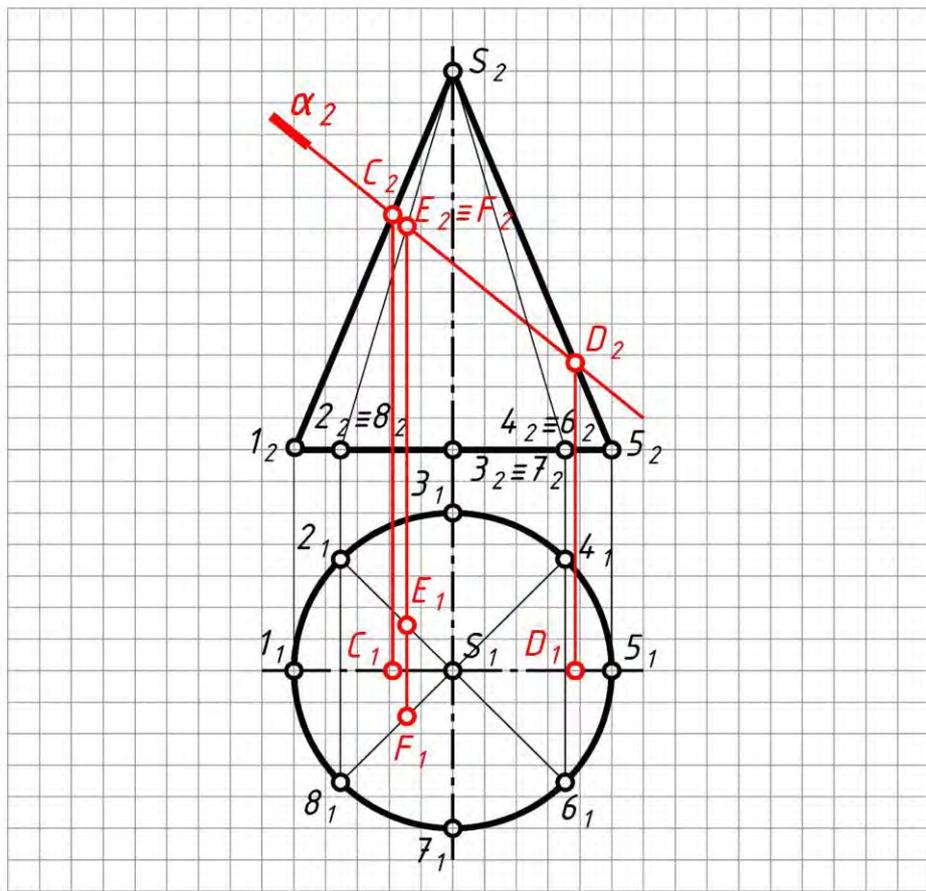
Чем большее число граней многогранника принимают, тем точнее получается линия пересечения. Полученные точки соединяют плавной кривой.

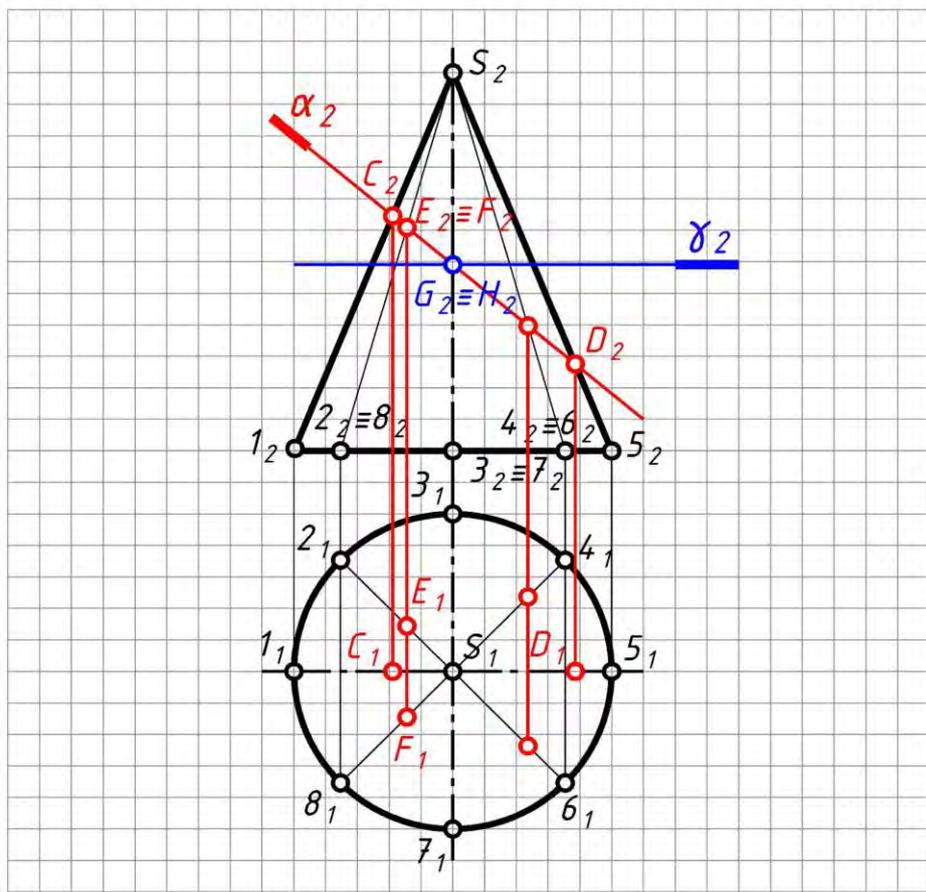
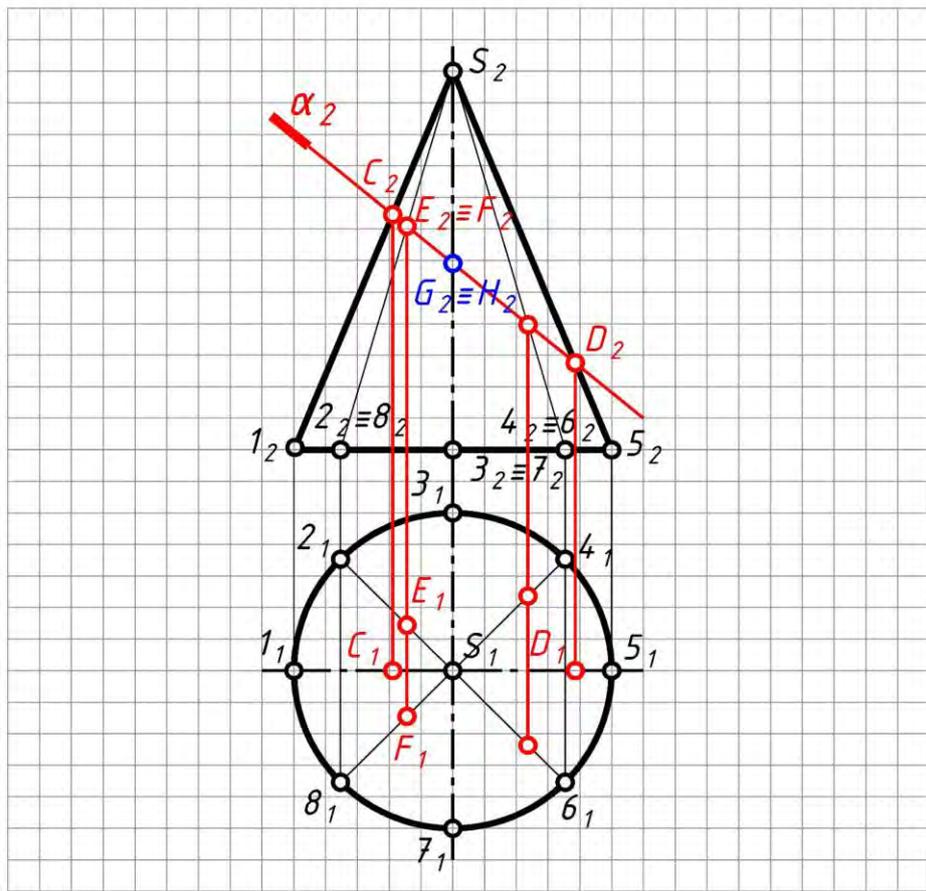


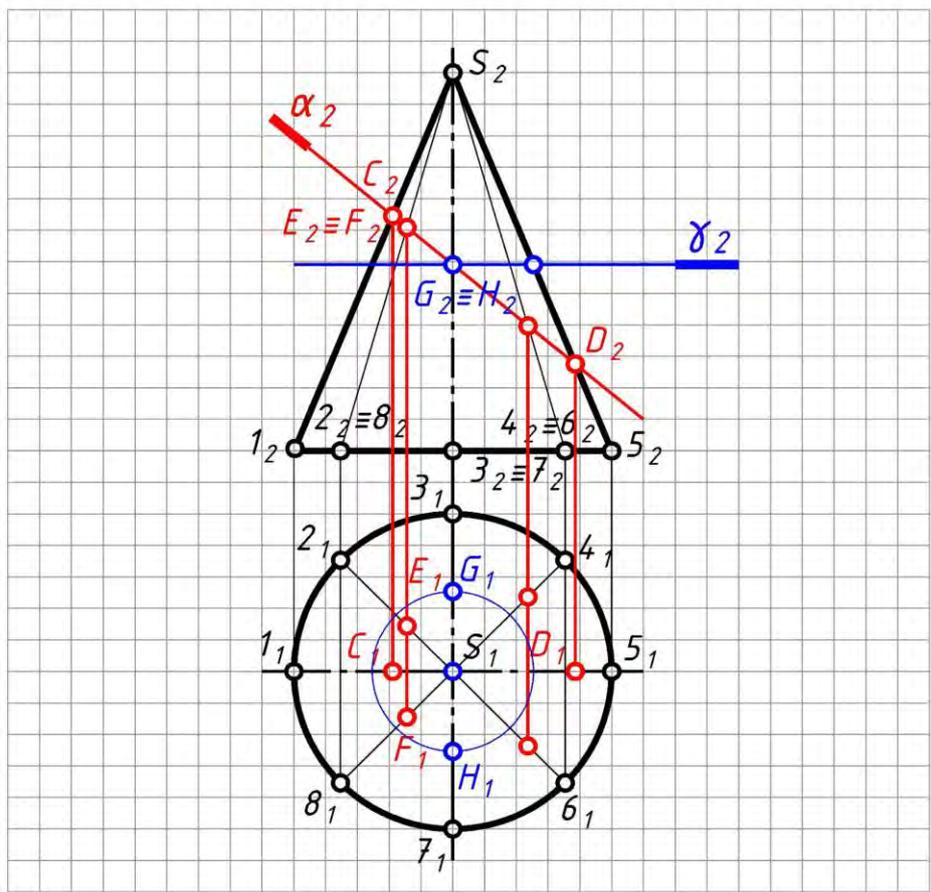
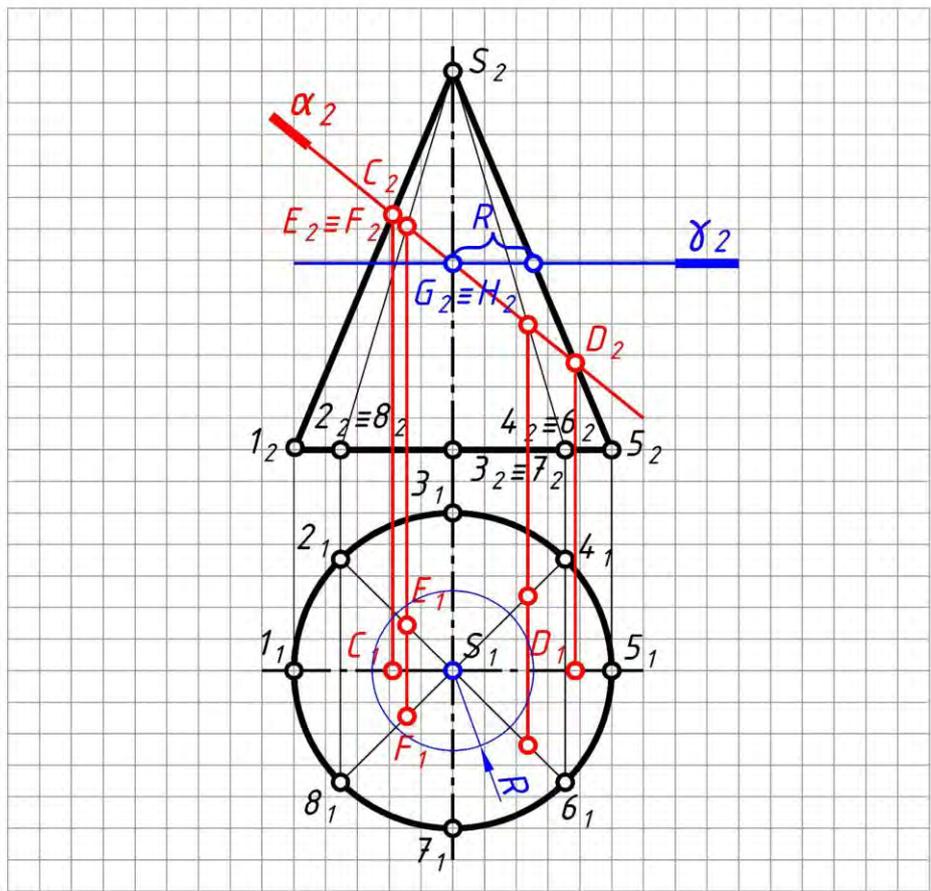


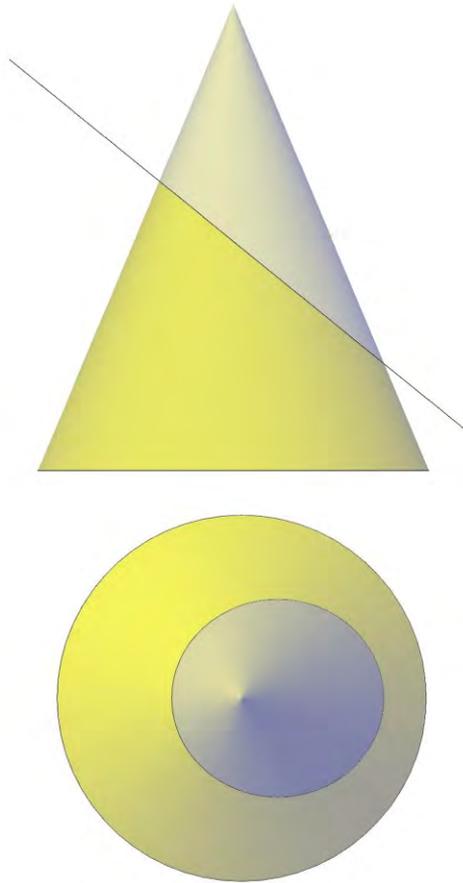
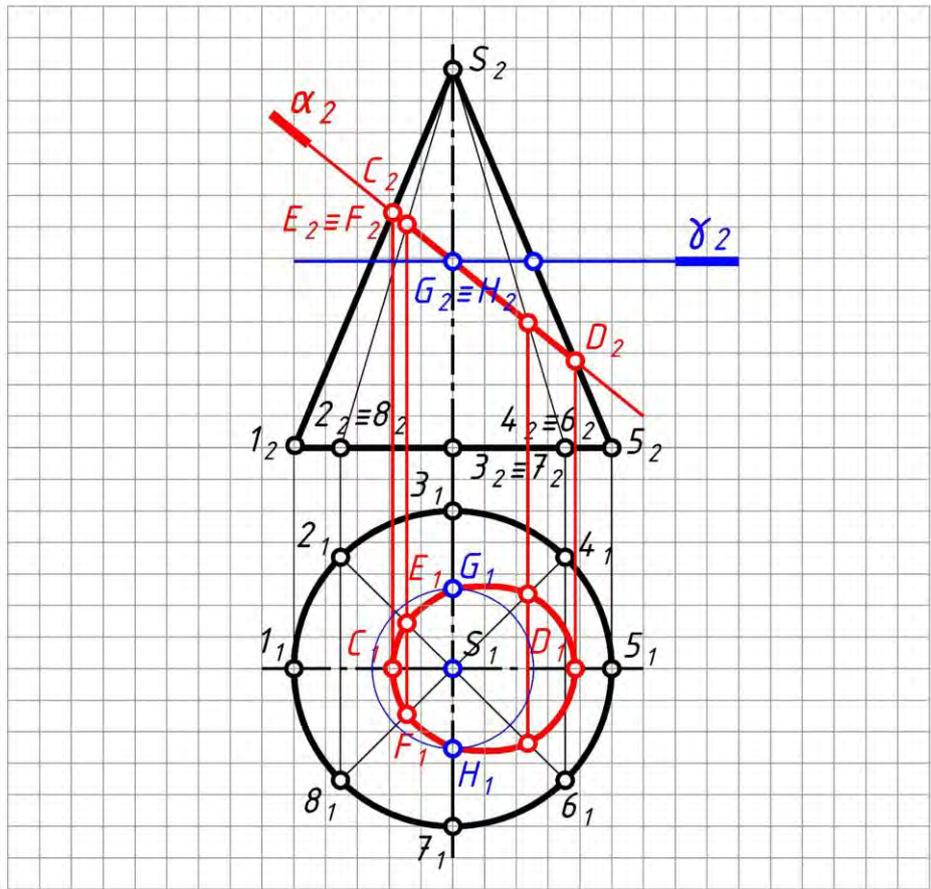


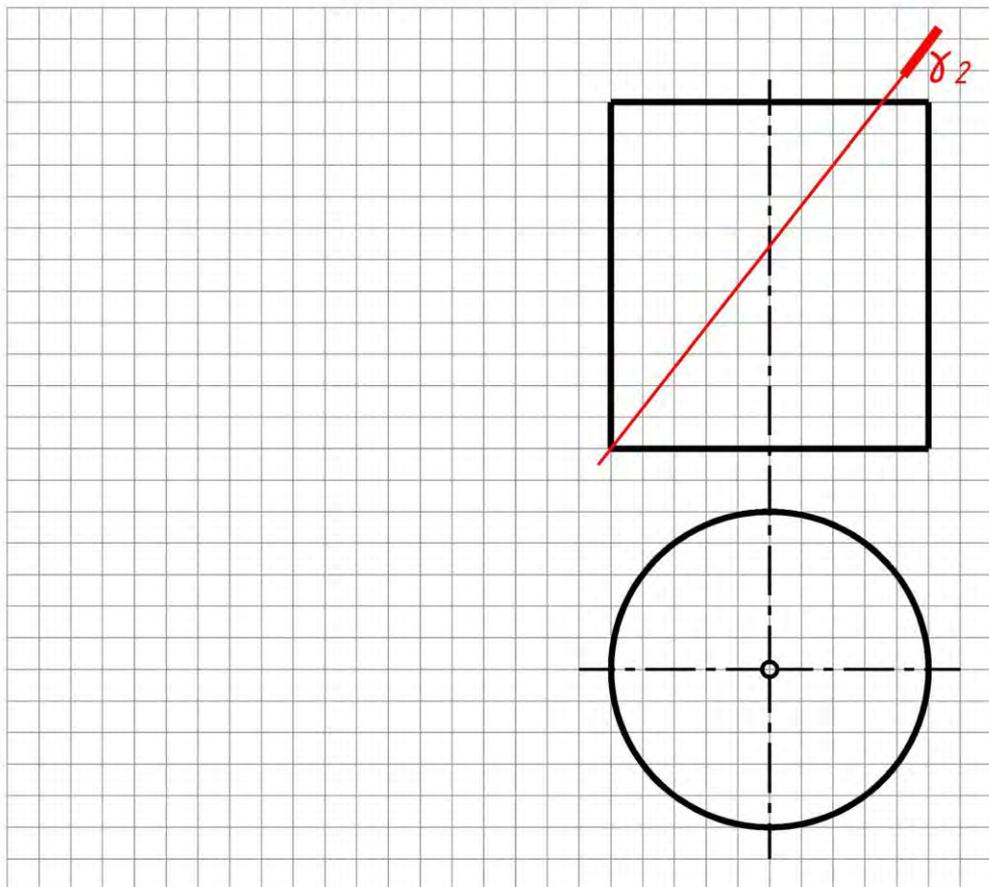
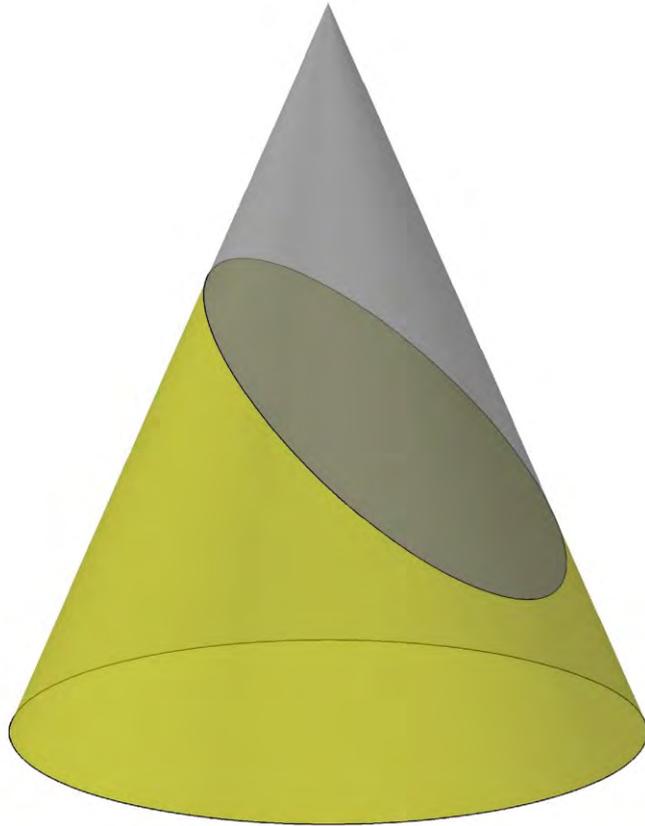


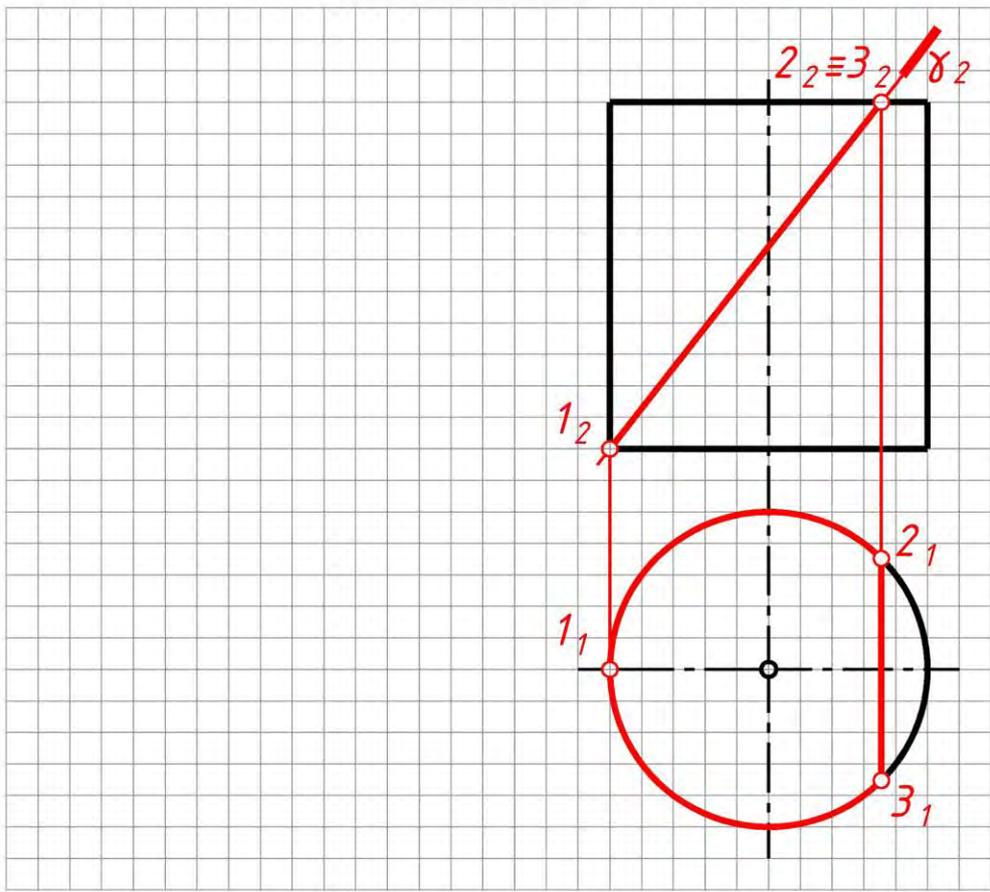
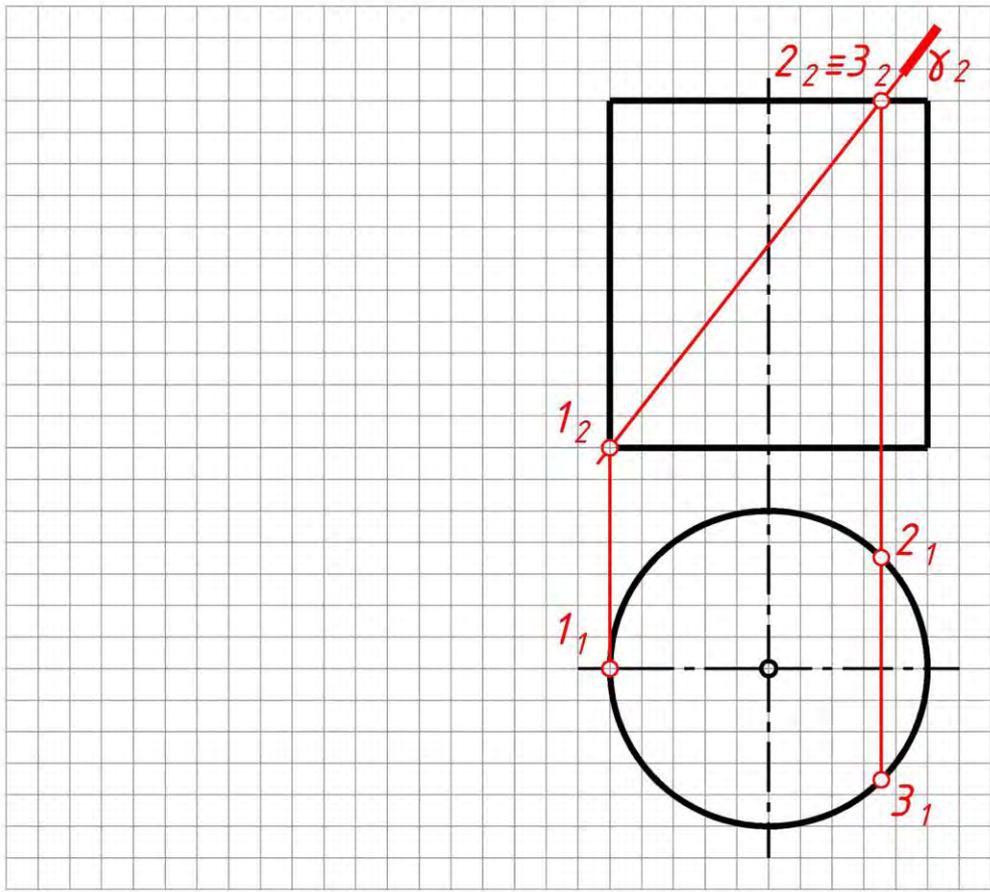


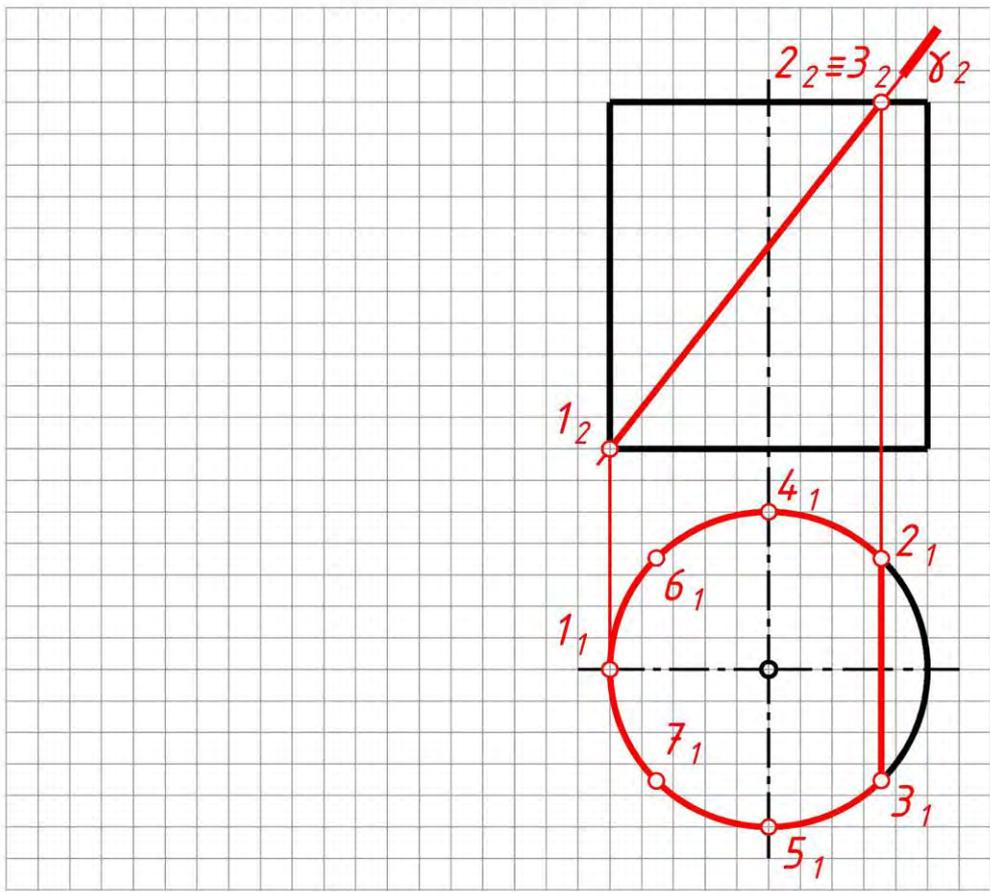
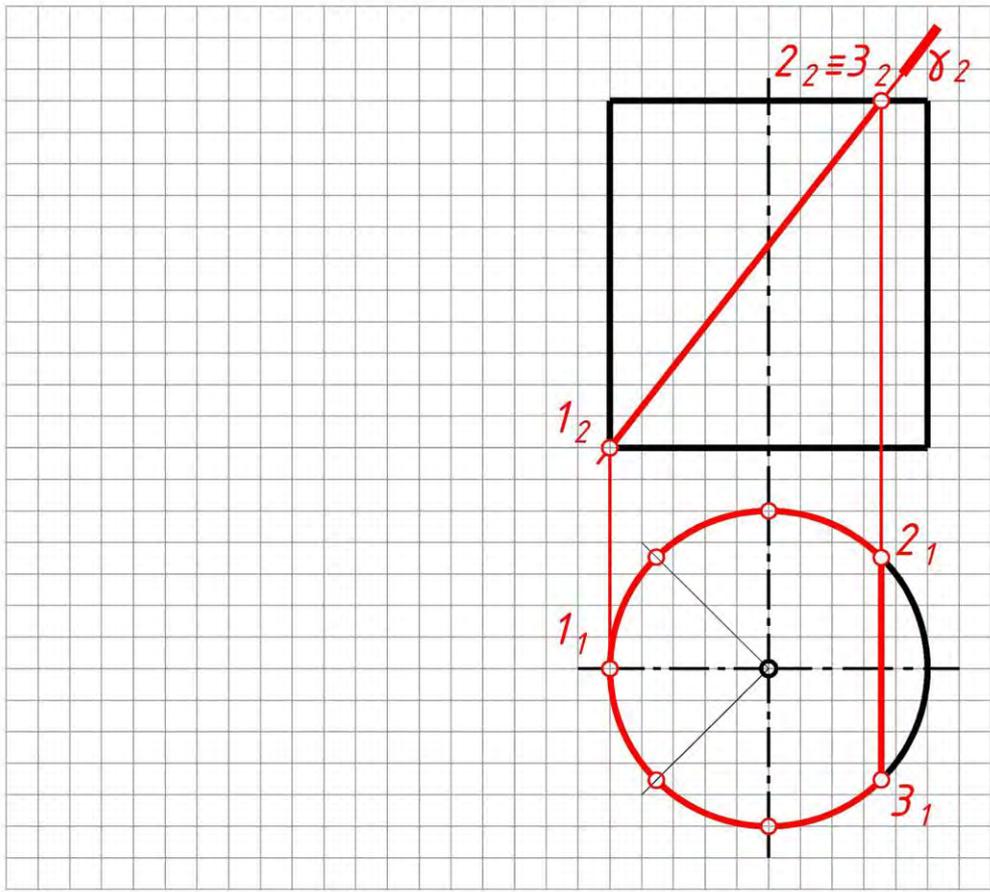


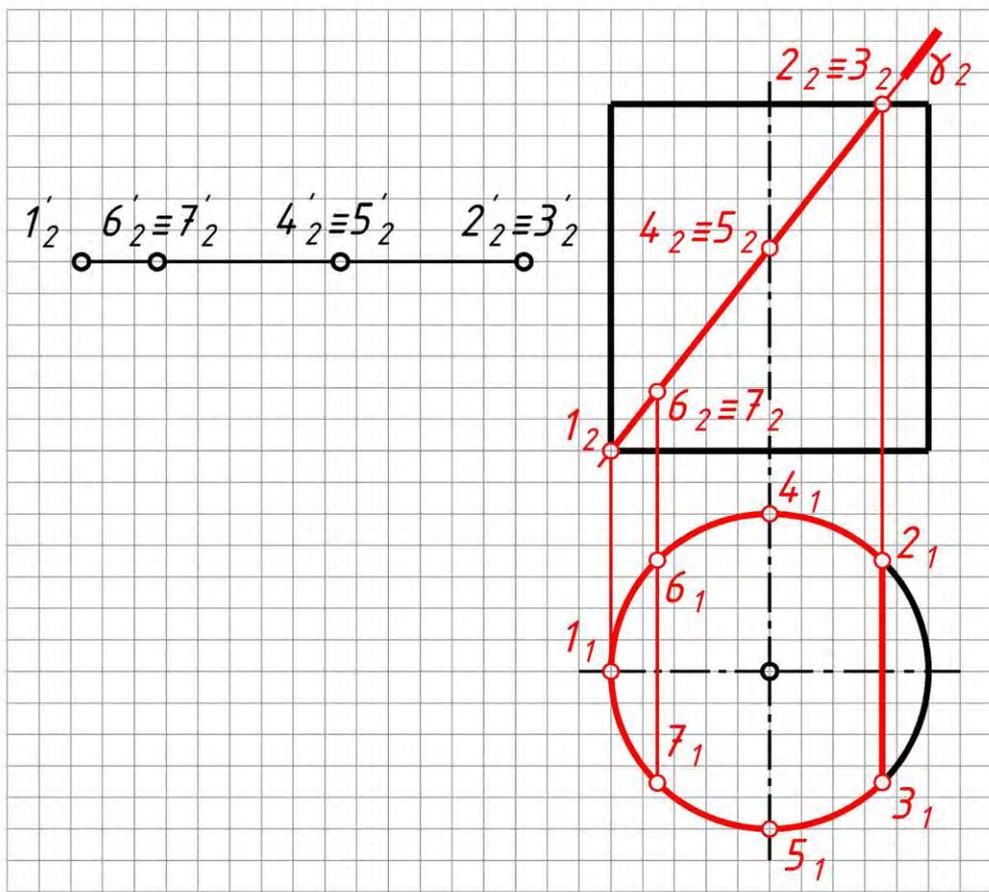
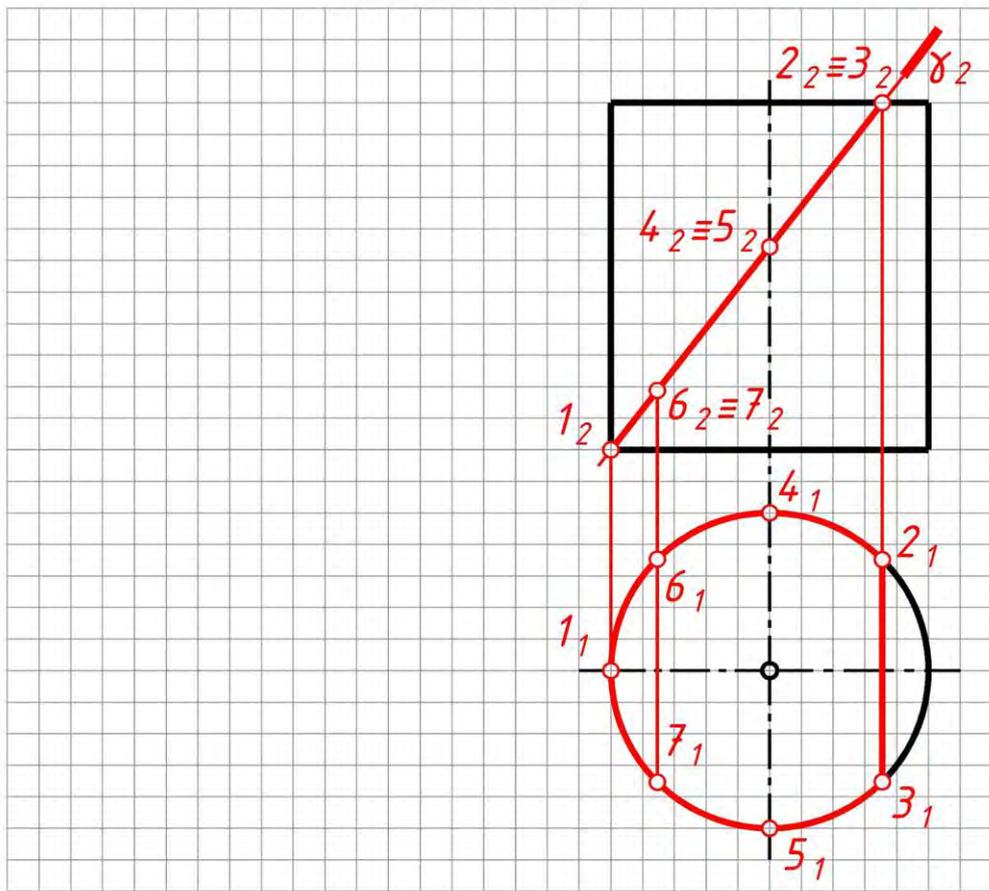


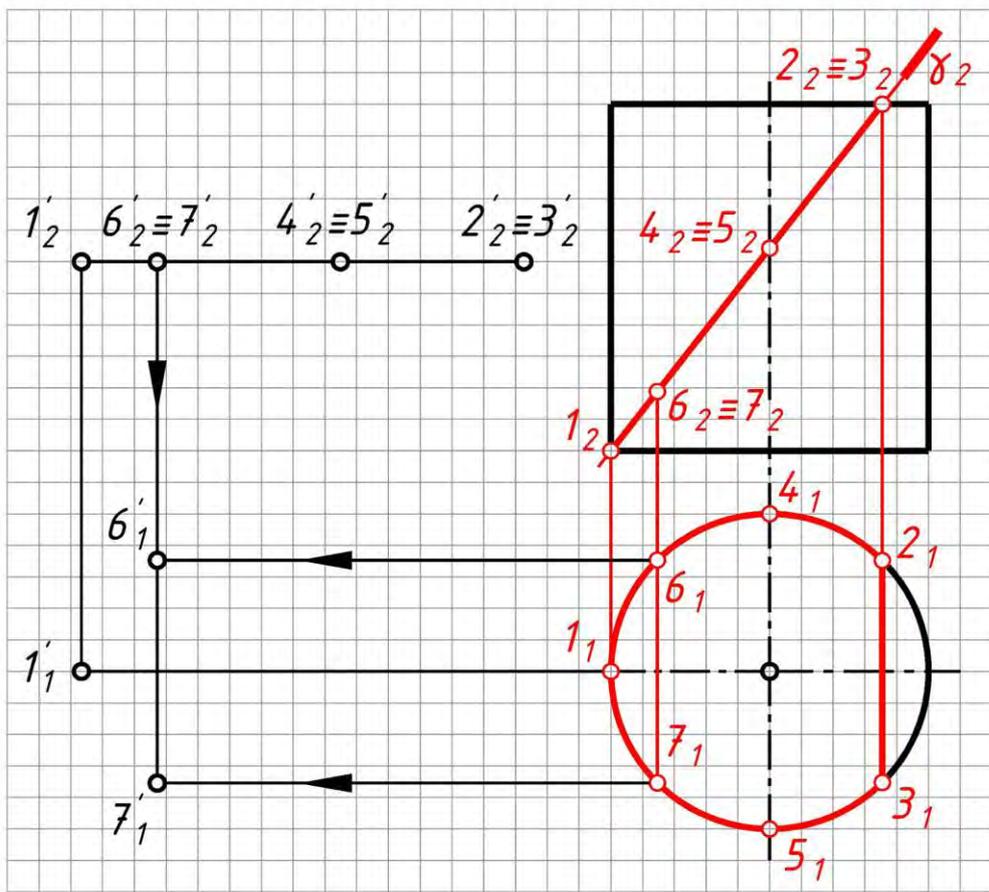
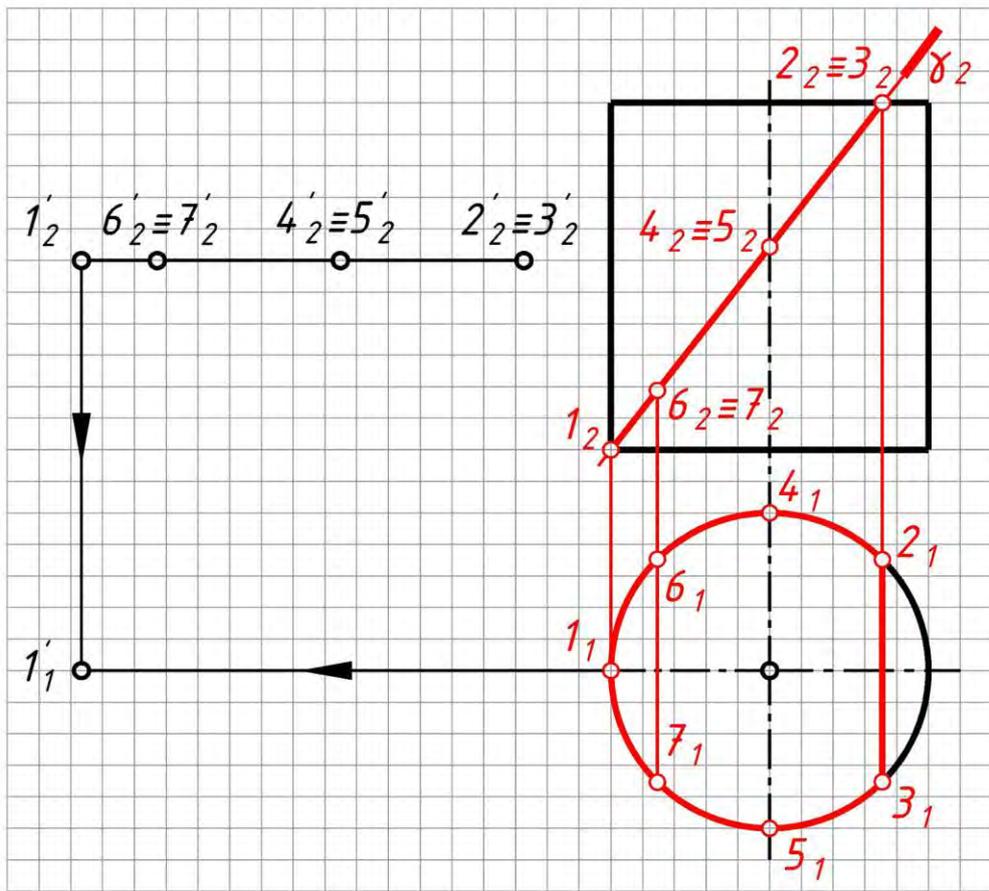


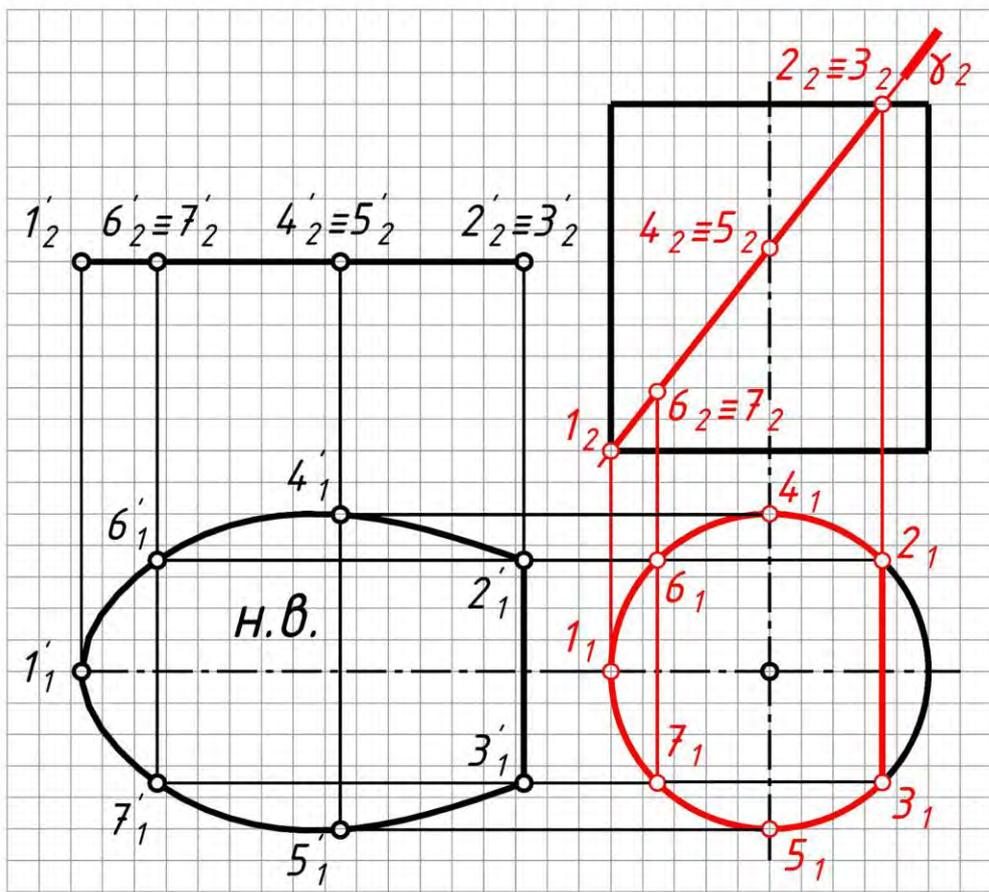
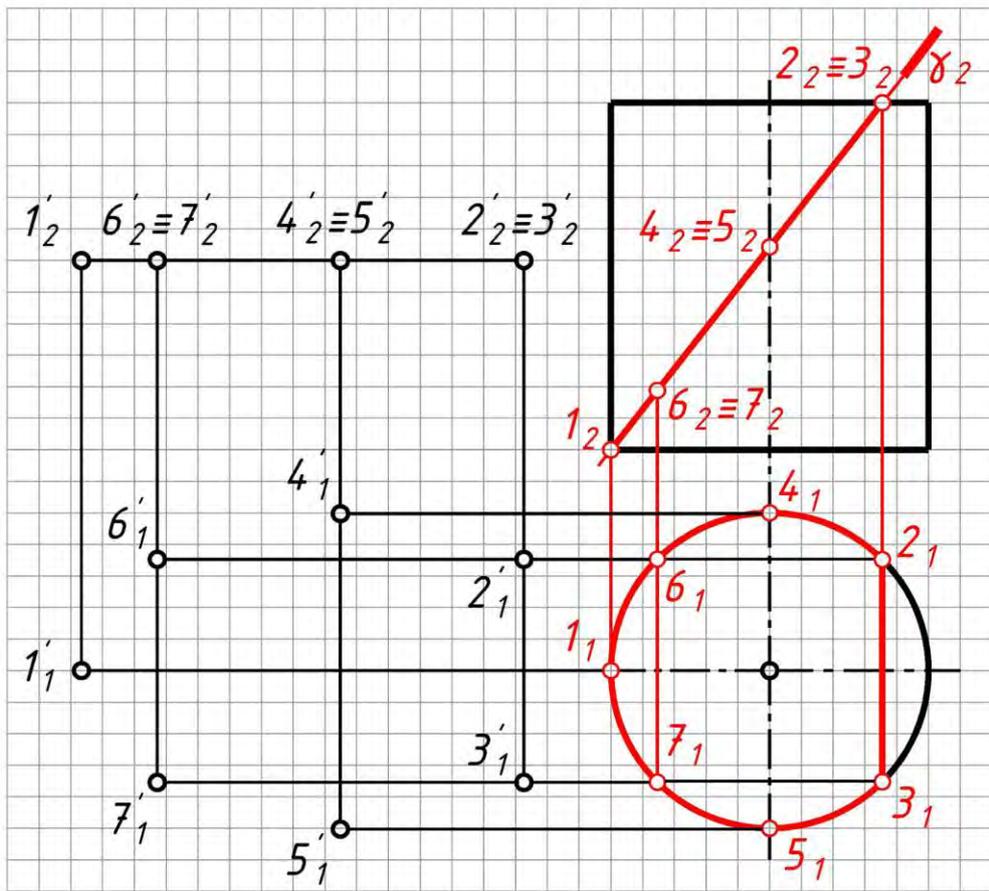


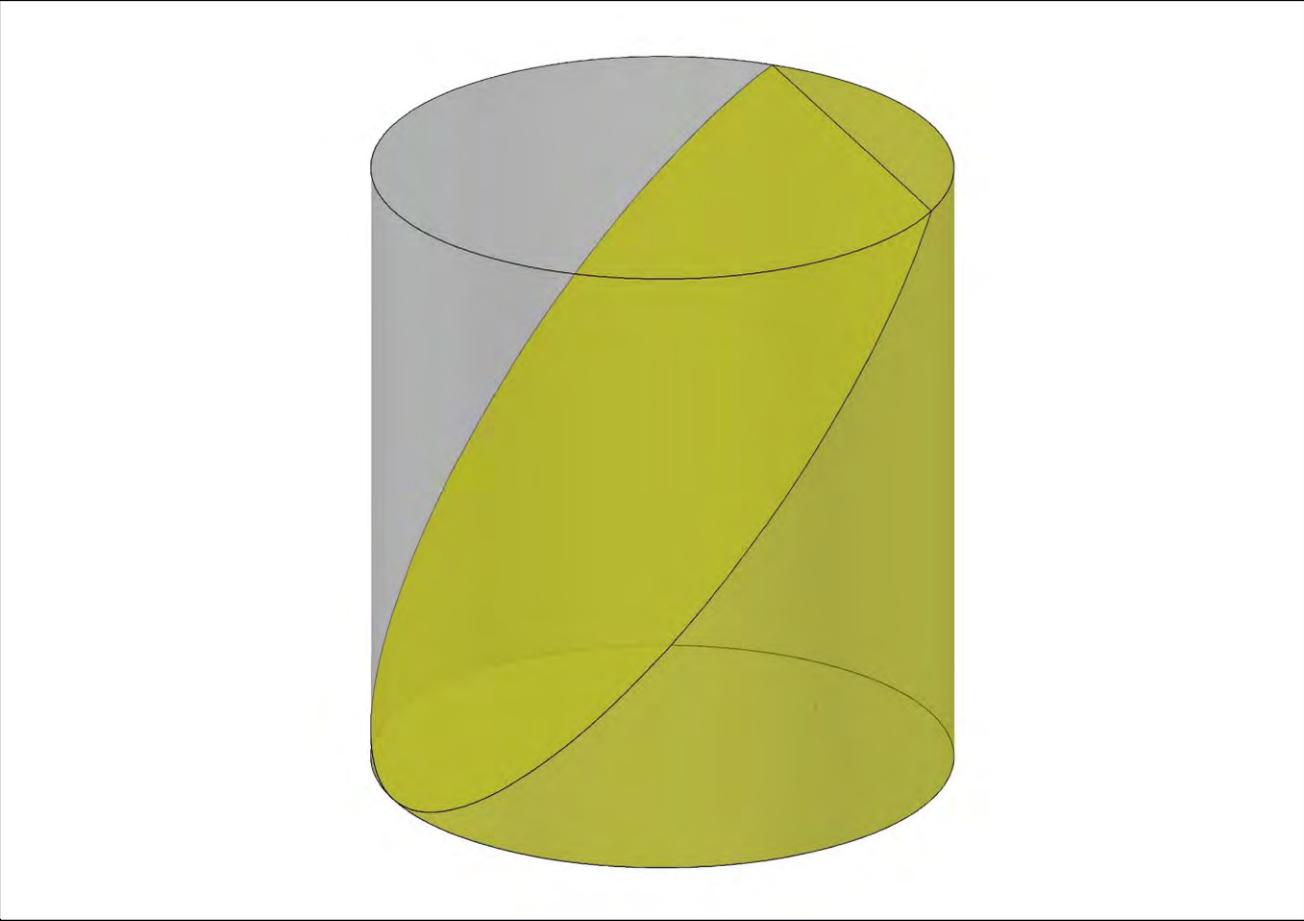
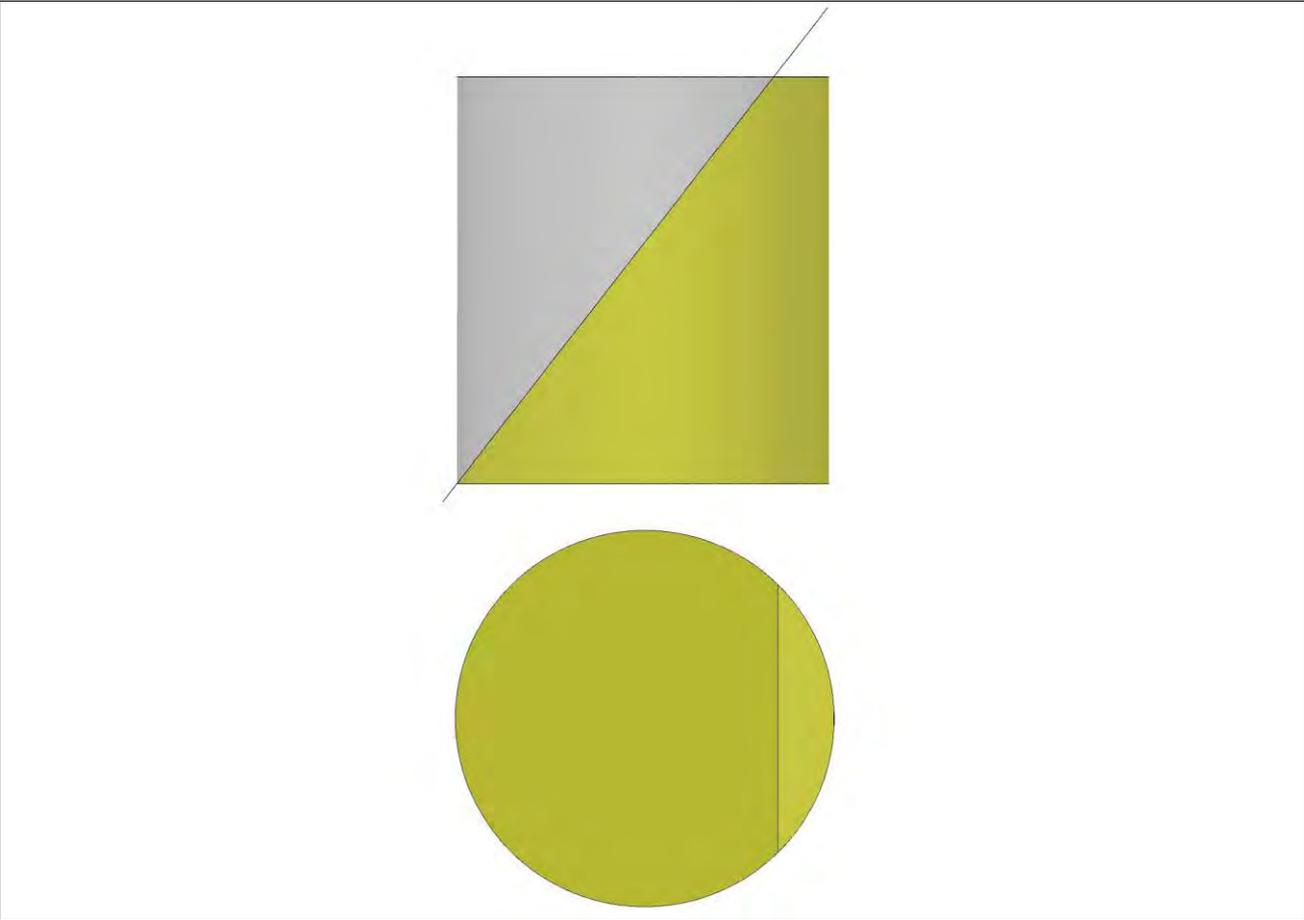






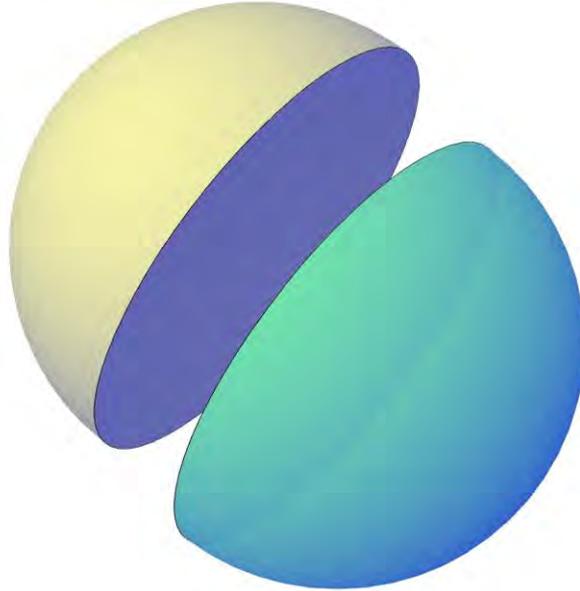






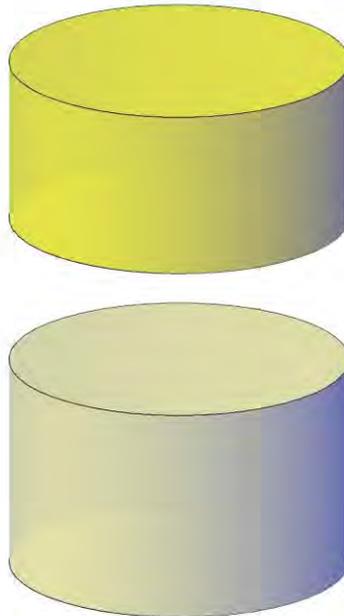
### Сечения шара

Любая плоскость пересекает поверхность шара по окружности. В частном случае плоскость является касательной к поверхности шара.

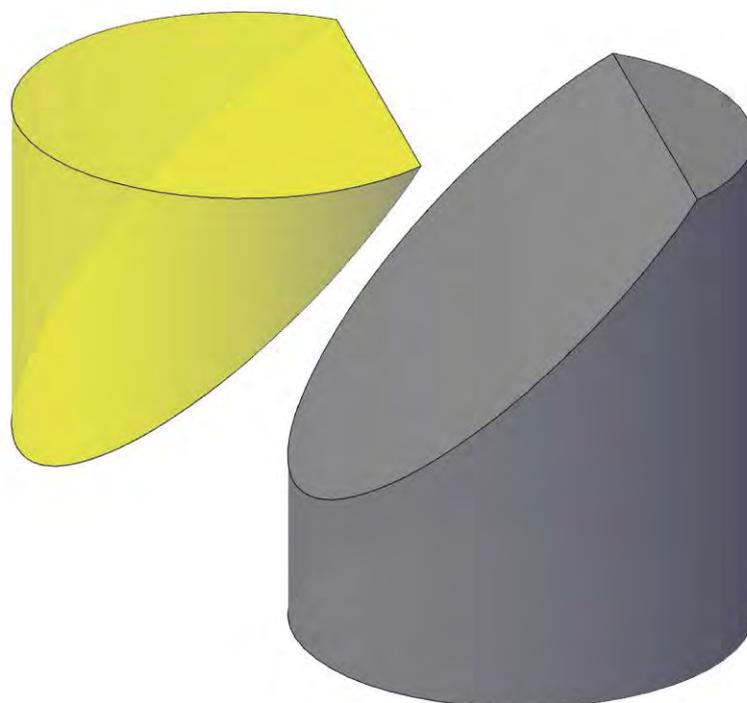
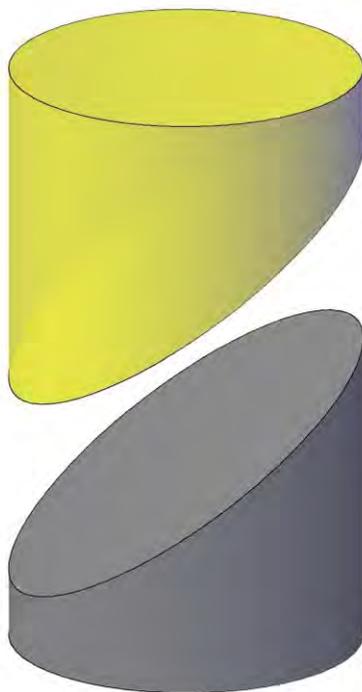


### Сечения цилиндра

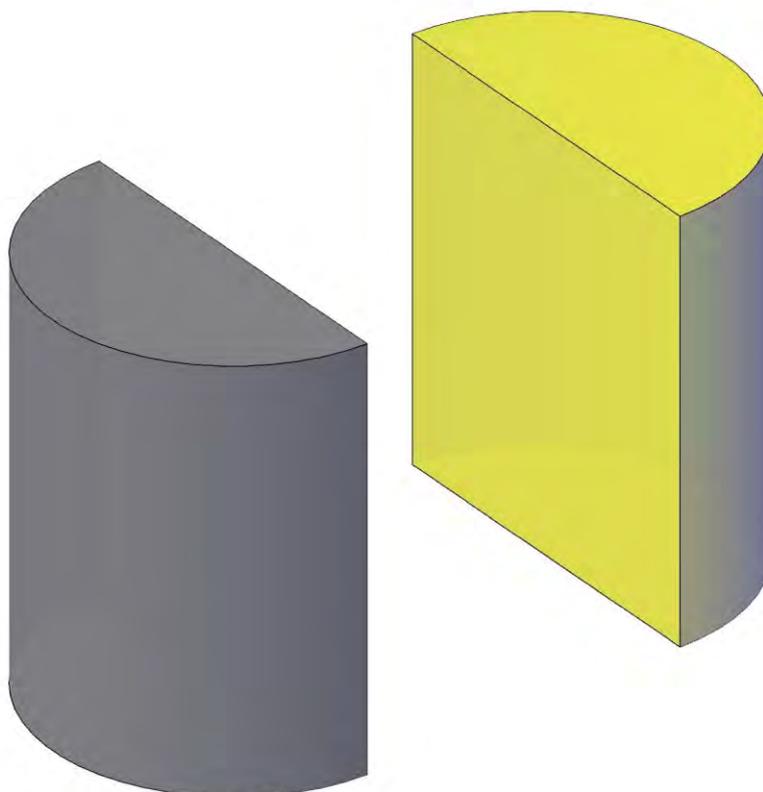
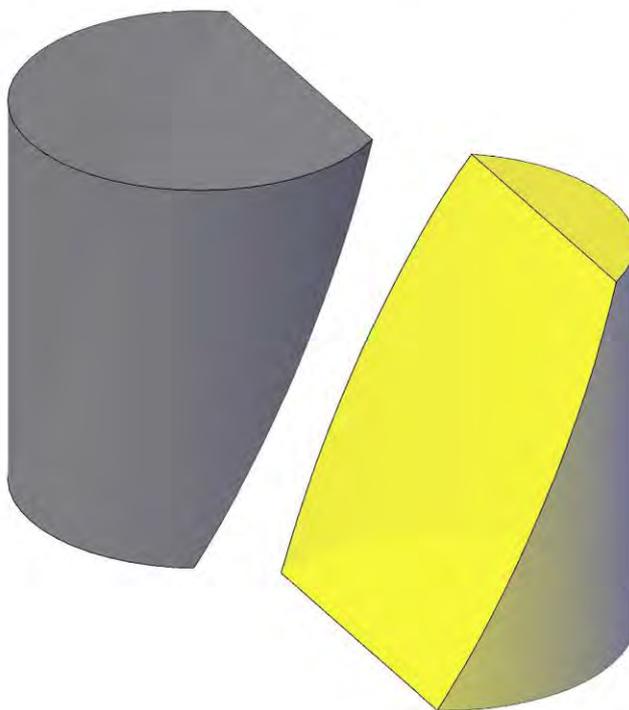
Плоскость пересекает поверхность прямого кругового цилиндра  
а) по окружности, если плоскость перпендикулярна оси цилиндра;



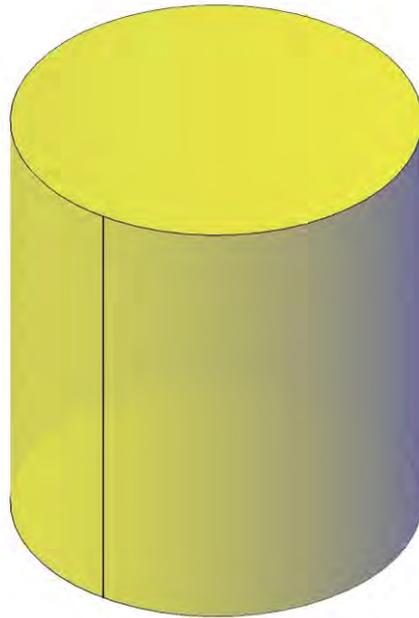
б) по эллипсу, если плоскость произвольно наклонена к оси цилиндра;



в) по двум образующим, если плоскость параллельна оси цилиндра;



г) по одной образующей, если плоскость касается цилиндра.

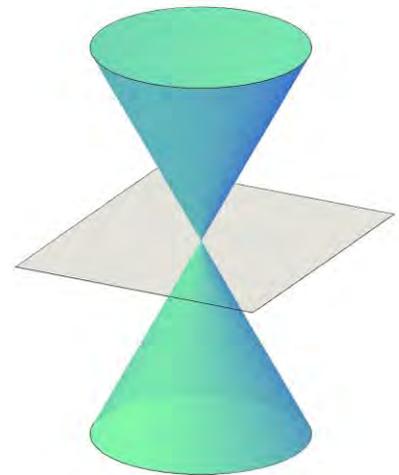
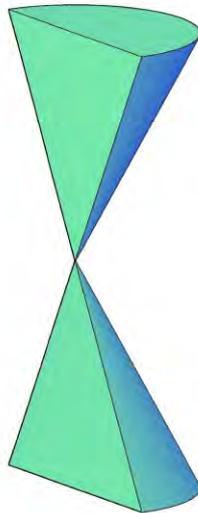
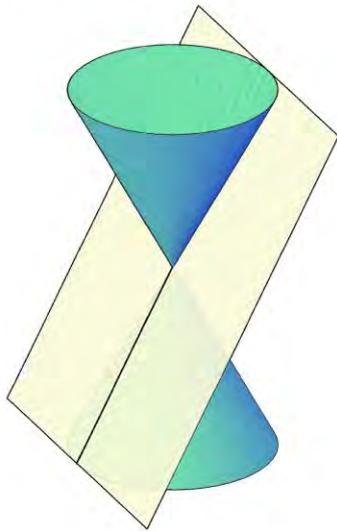


### Сечения конуса

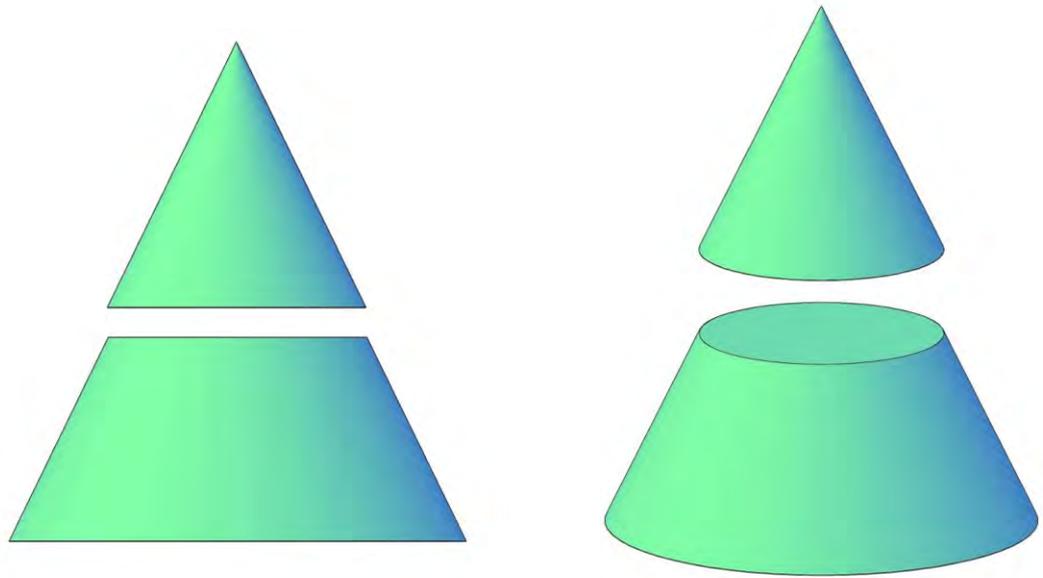
Плоскость, проходящая через вершину прямого кругового конуса, пересекает его поверхность:

а) по одной образующей, если плоскость является касательной к поверхности конуса;

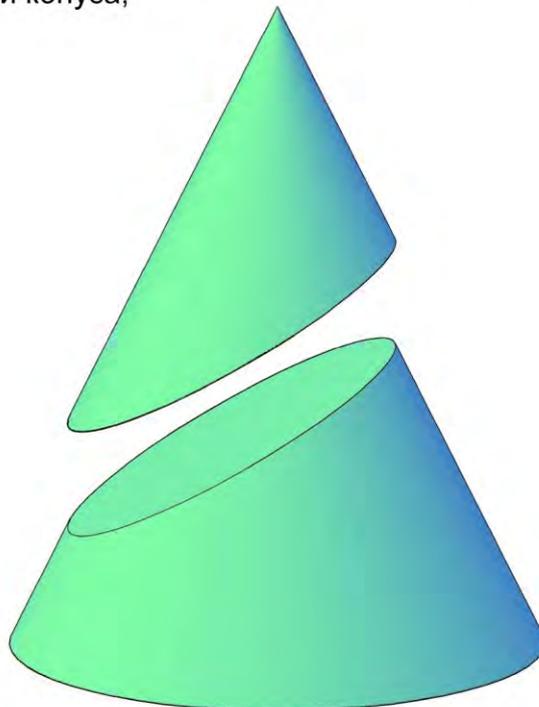
б) по двум образующим (треугольнику), если плоскость проходит через ось конуса.



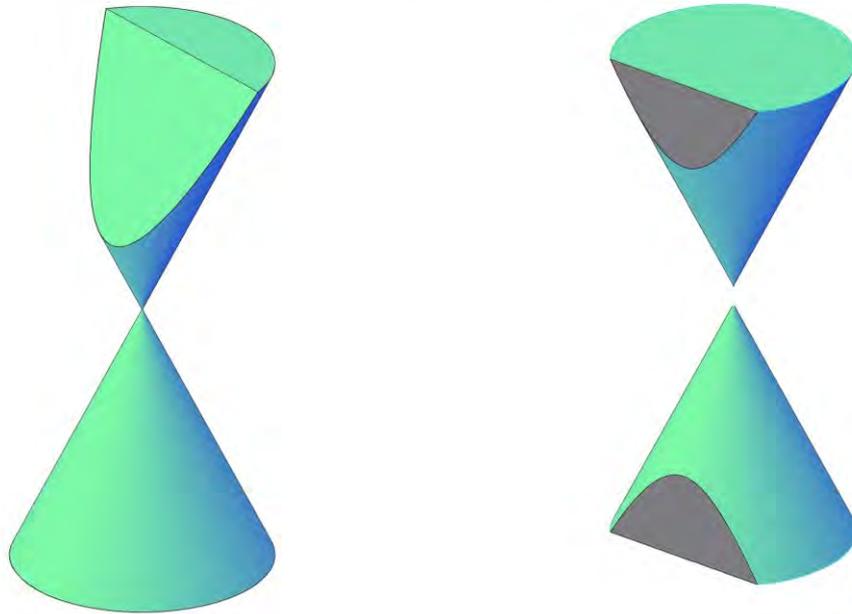
Плоскость, не проходящая через вершину:  
а) по окружности, если плоскость перпендикулярна оси конуса;



б) по эллипсу, если плоскость пересекает все образующие конуса и не перпендикулярна оси конуса;



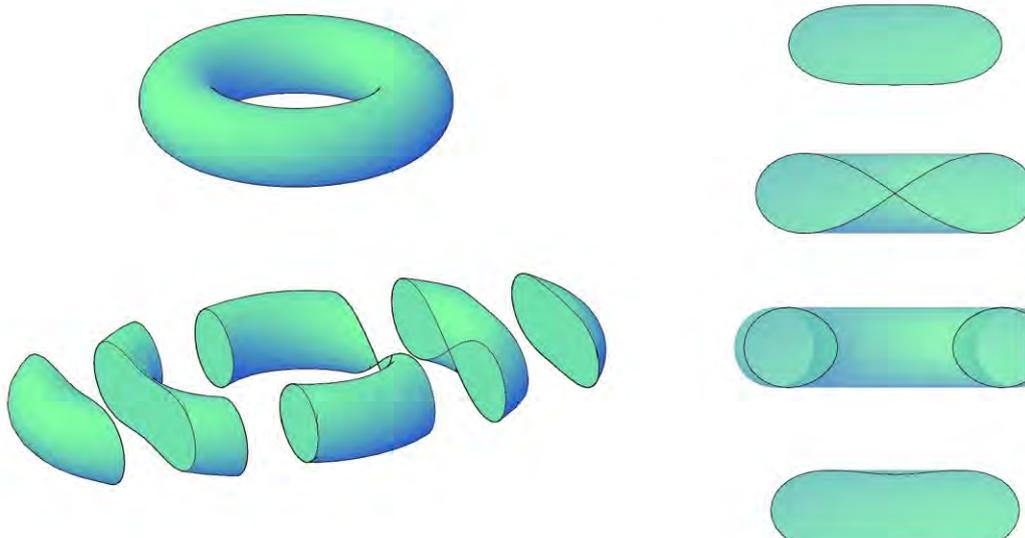
- в) по параболе, если плоскость параллельна одной из образующих конуса;
- г) по гиперболе, если плоскость параллельна двум образующим конуса.



### Сечения тора

Линию пересечения тора плоскостью в общем случае строят при помощи вспомогательных плоскостей-посредников, пересекающих тор по окружности, т.е. расположенных перпендикулярно оси тора, или проходящие через его ось.

Кривые Персея – кривые пересечения тора с плоскостью, параллельной его оси. Вид их зависит от расстояния от секущей плоскости до оси.



# РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ

## Общие сведения

**Развертка поверхностей** - преобразование, в результате ктр. все точки развертываемой поверхности совмещаются с одной плоскостью без искажений.

В этом случае поверхность называется развертываемой, а развертка – точной, либо приближенной.

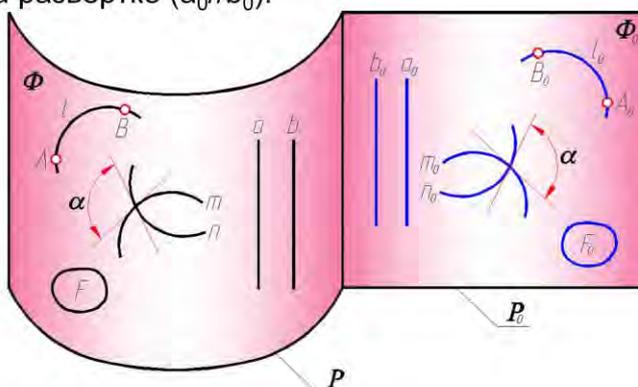
Поверхности, ктр. не могут быть совмещены с одной плоскостью без искажений, относятся к неразвертываемым поверхностям, а поэтому их развертка называется условной.

Между поверхностью и ее разверткой существует взаимно однозначное точечное соответствие, обладающее следующими свойствами :

- 1 Длина участка АВ линии  $l$  на поверхности равна длине участка  $A_0B_0$  соответствующей ей линии  $l_0$  на развертке;
- 2 Угол между кривыми  $m$  и  $n$  на поверхности равен углу между соответствующими им кривыми  $m_0$  и  $n_0$  на развертке;
- 3 Площадь отсека  $F$  поверхности равна площади соответствующего ему отсека  $F_0$  развертки.

4 Прямой линии ( $a$ ) на поверхности соответствует прямая ( $a_0$ ) на развертке;

5 Прямым, параллельным на поверхности ( $a//b$ ), соответствуют прямые, параллельные на развертке ( $a_0//b_0$ ).



## Методы построения разверток гранных поверхностей

Разверткой поверхности многогранника называют плоскую фигуру, полученную при совмещении с плоскостью всех его граней.

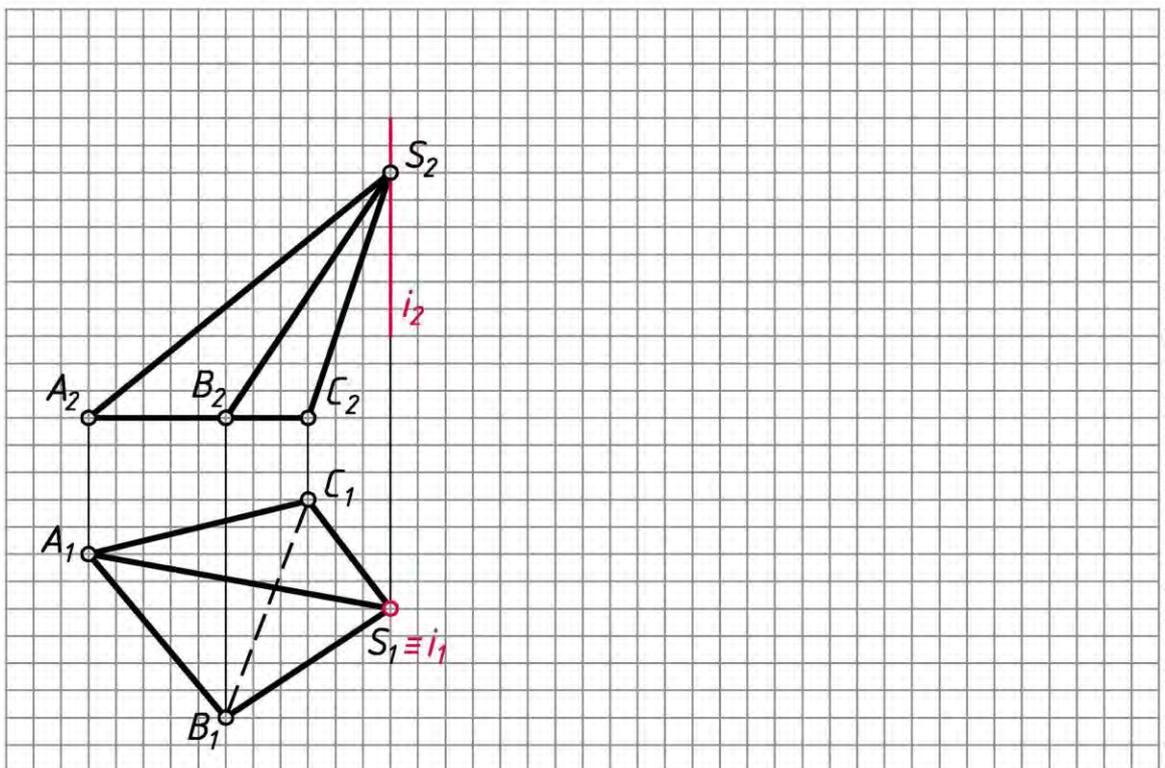
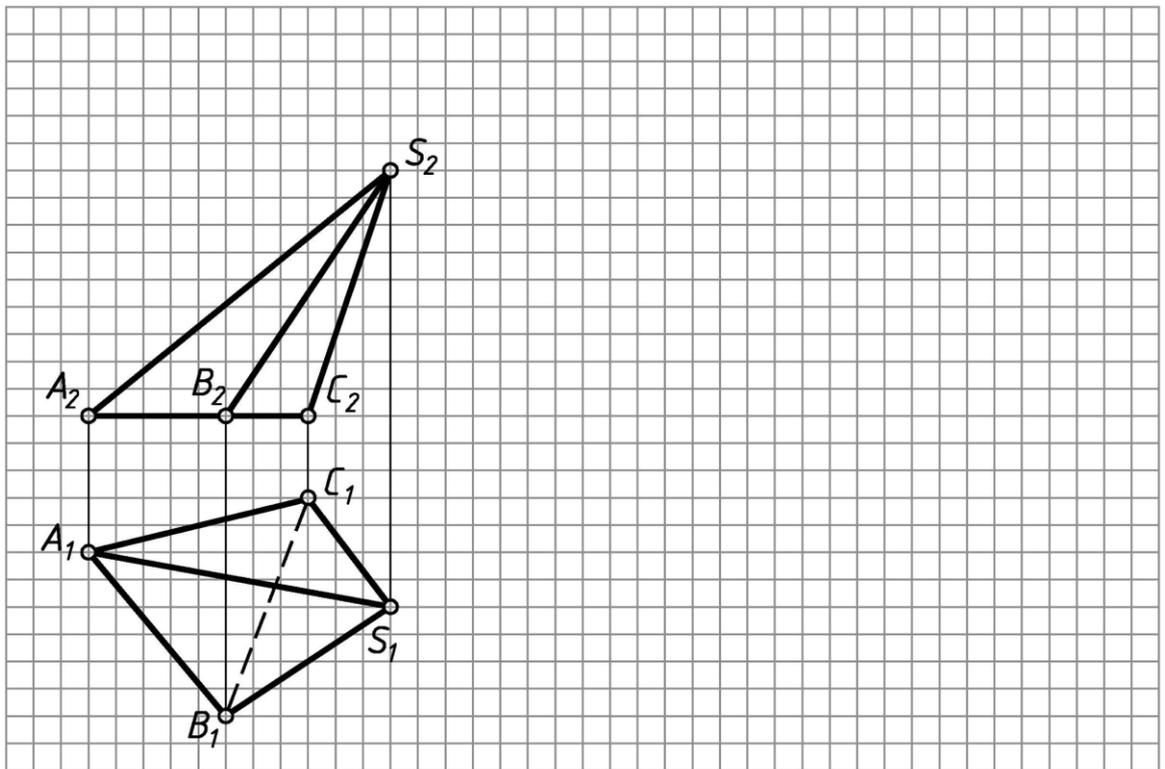
Для построения развертки многогранника необходимо найти натуральные величины всех его ребер.

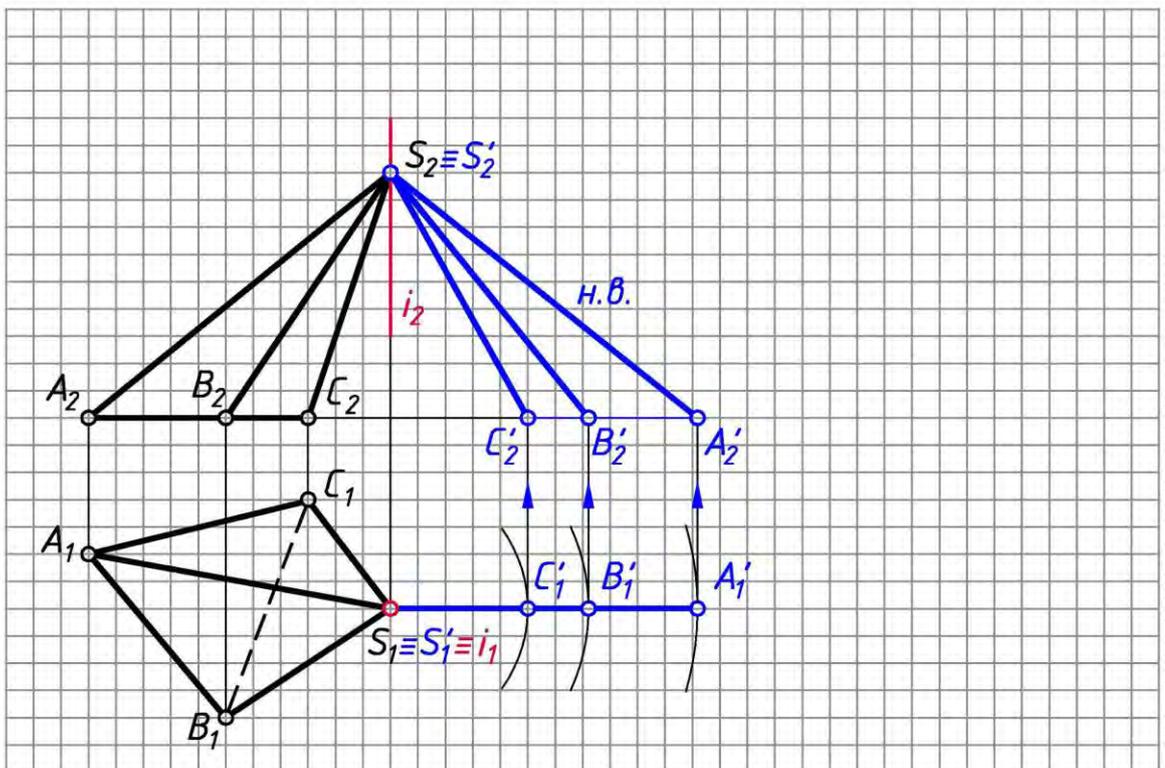
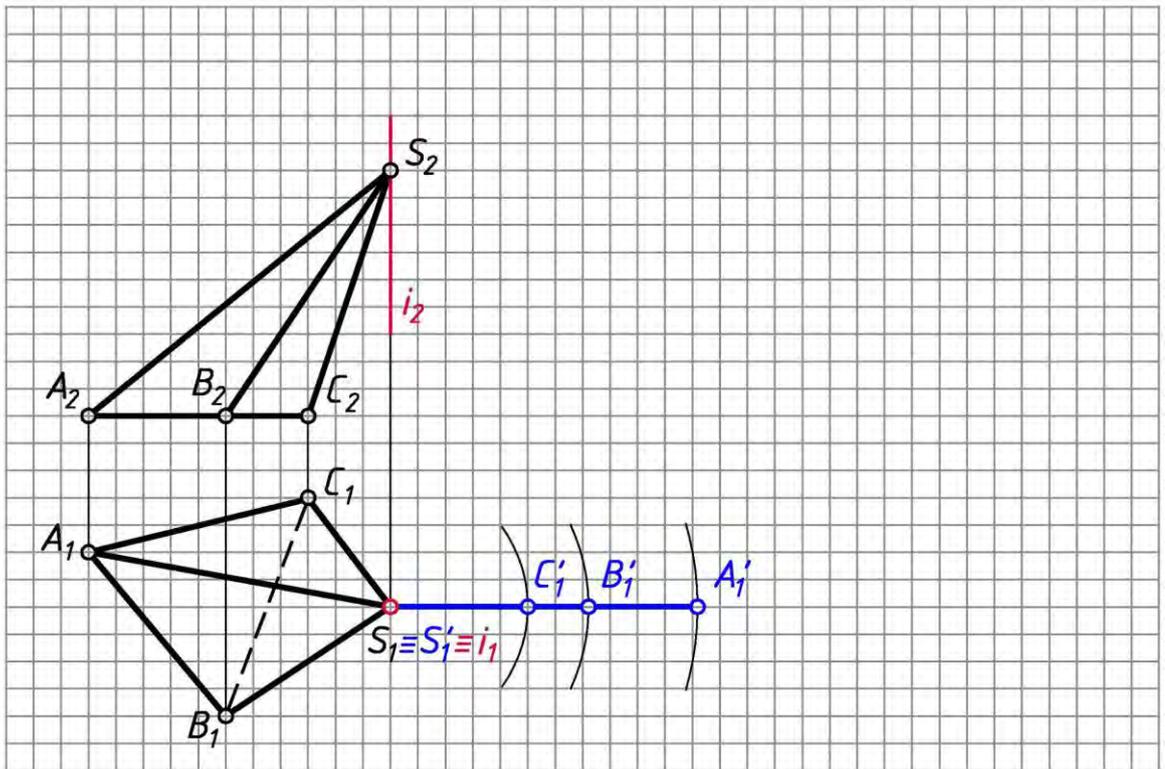
Для построения развертки боковой поверхности применяют следующие методы:

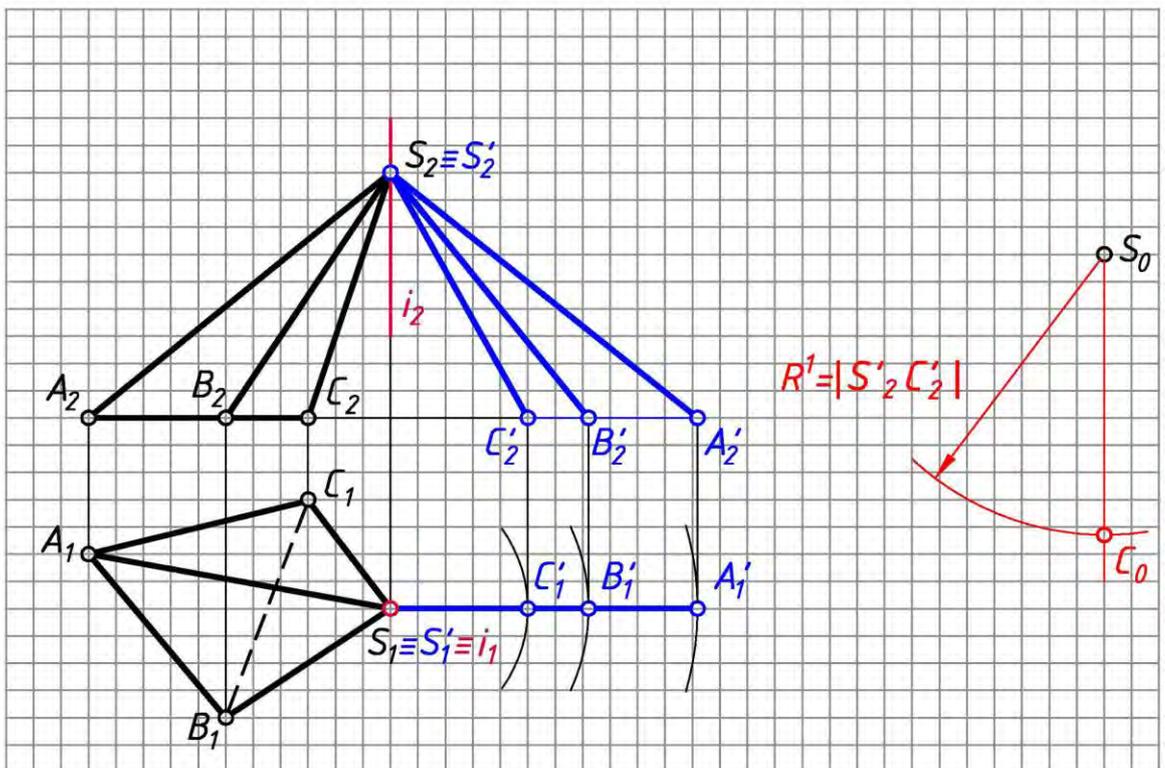
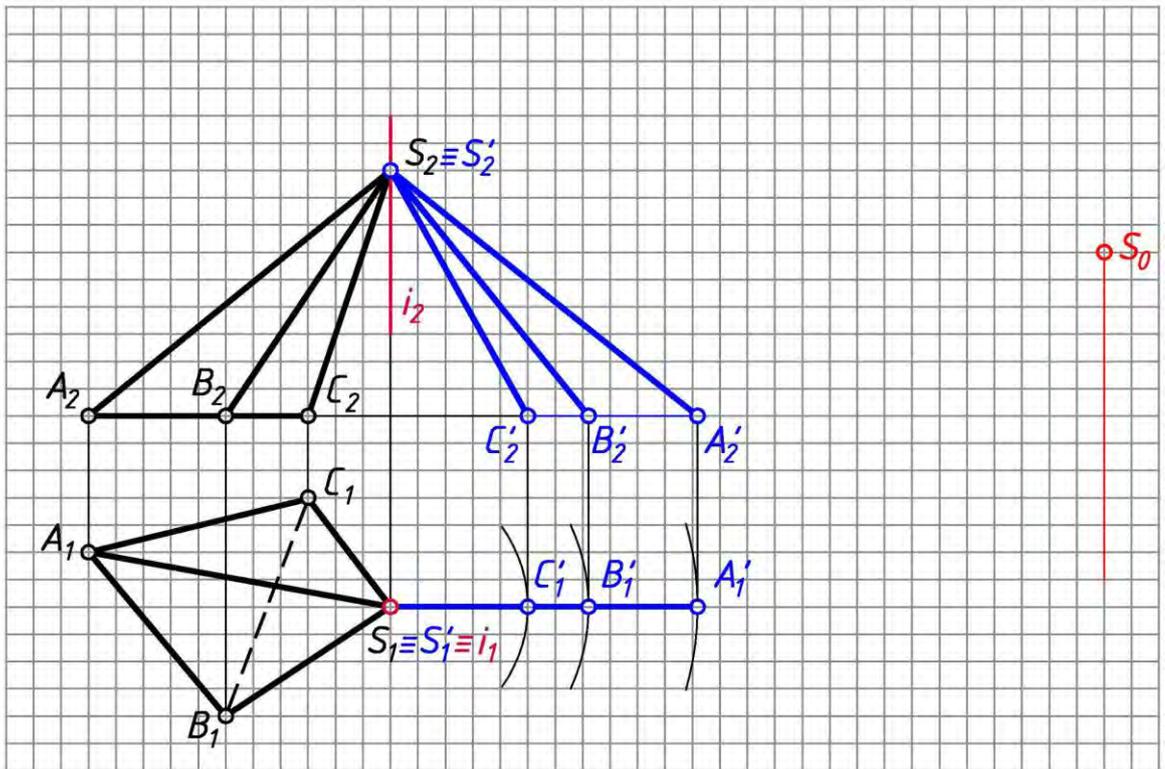
1. Метод треугольников (триангуляции) (для пирамид);
2. Метод раскатки (вращают грани призмы последовательно вокруг одного ребра до совмещения с плоскостью чертежа – получают боковые ребра призмы и основания в натуральную величину);
3. Метод перпендикулярного (нормального) сечения.

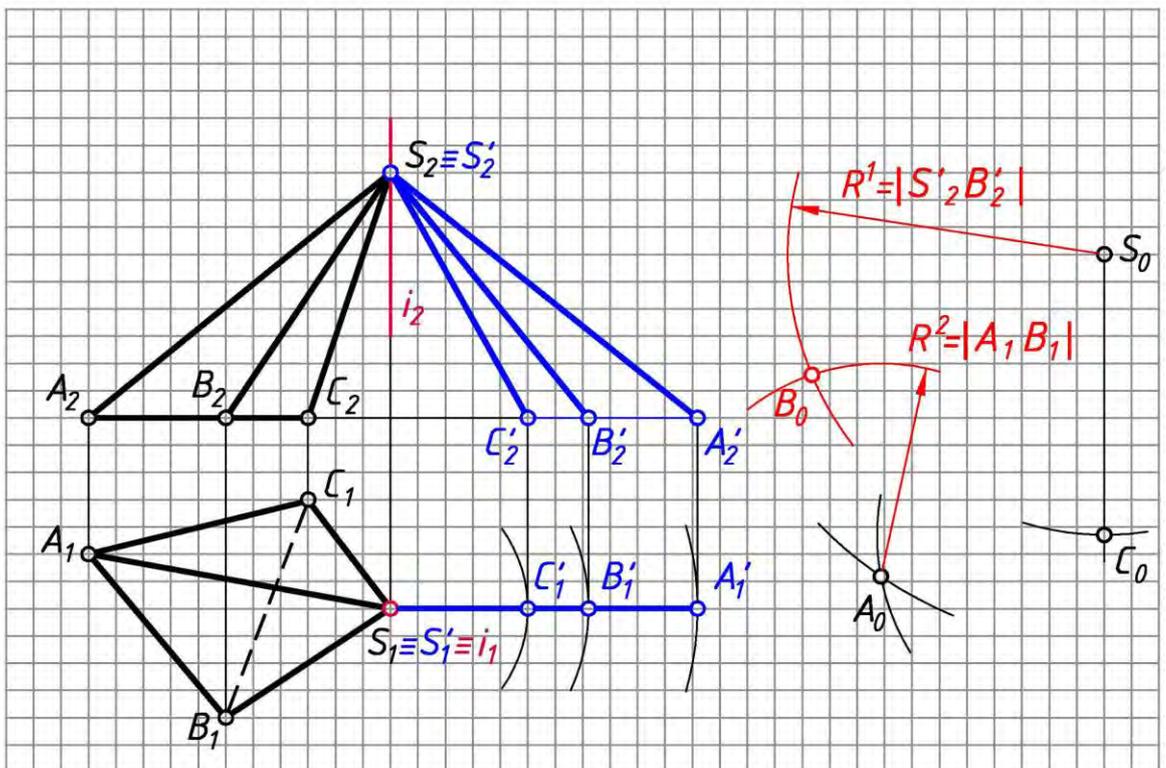
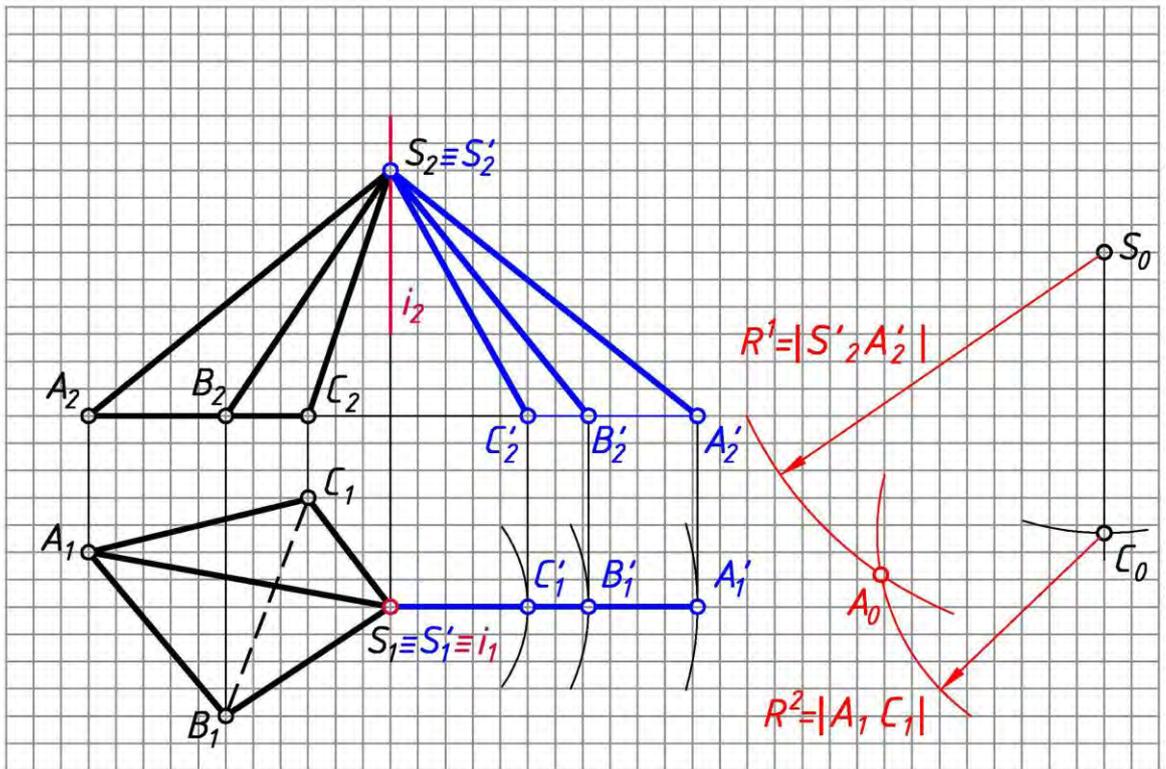
### МЕТОД ТРЕУГОЛЬНИКА

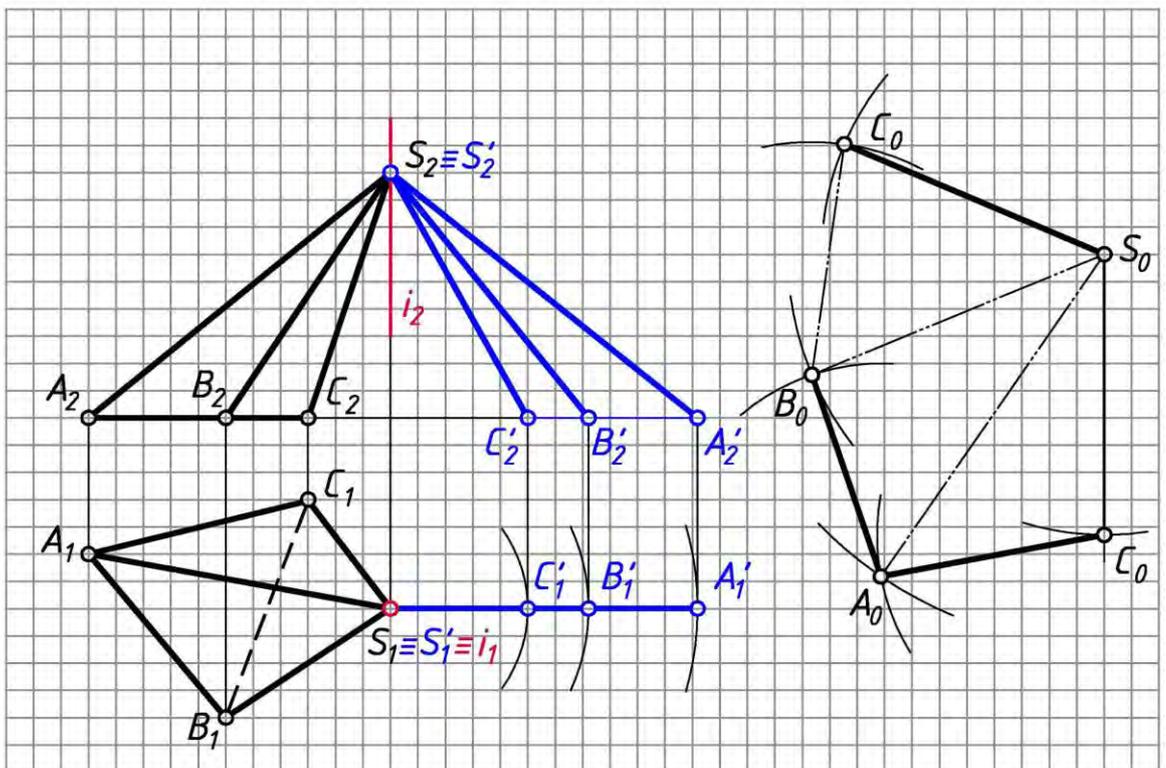
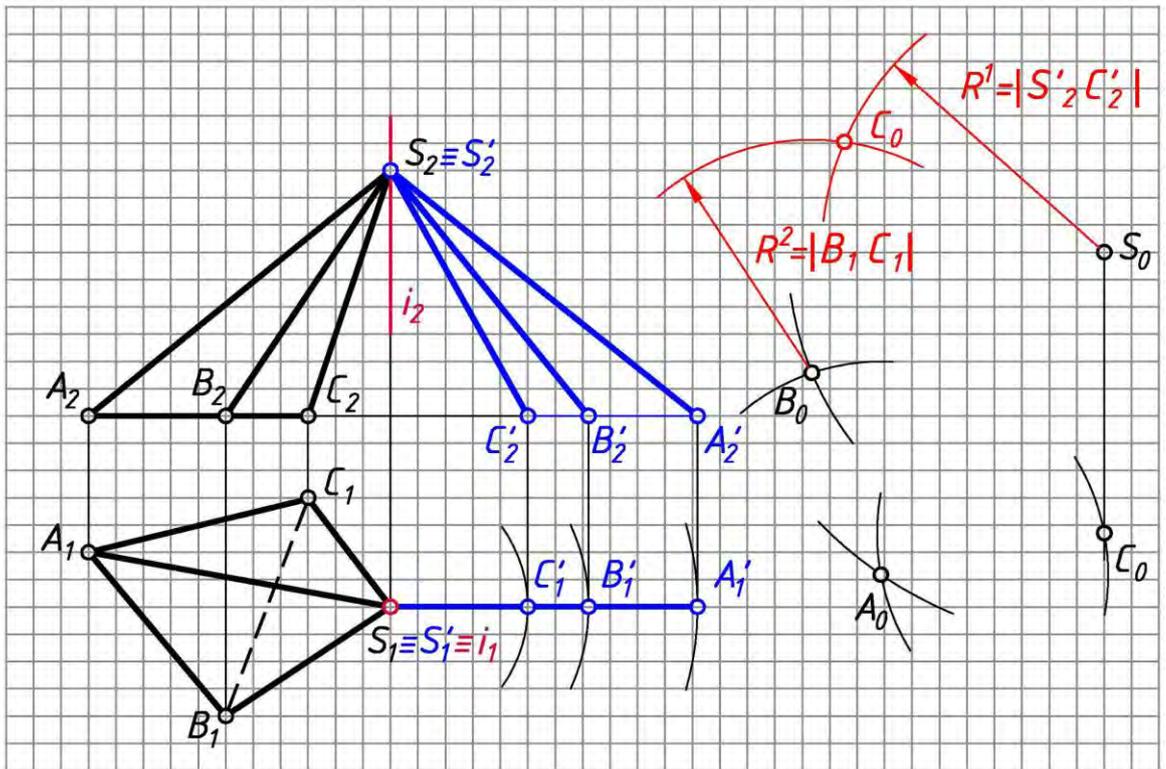
1. Определяем н.в. всех ребер пирамиды вращением вокруг гор.-проец. оси  $i$  ( $i_1; i_2$ ).  $S'_2A'_2; S'_2B'_2; S'_2C'_2$  – н.в. Т.к.  $ABC$  – пл. гор. уровня, то  $A_1B_1C_1$  – н.в.
2. На свободном поле чертежа отмечаем точку  $S_0$  и через нее проводим произвольную линию.
3. От  $S_0$  на линии откладываем н.в. ребра  $SC = |S'_2C'_2|$ .
4.  $A_0 = \text{Окр. (ц. } S_0; R^1 = |S'_2A'_2|) \cap \text{Окр. (ц. } C_0; R^2 = |A_1C_1|)$ .
5. Аналогичным образом определяем другие точки.
6. Линии сгиба показываем штрихпунктирной линией с двумя штрихами.
7. К развертке боковой поверхности пирамиды пристраиваем н.в. основания.

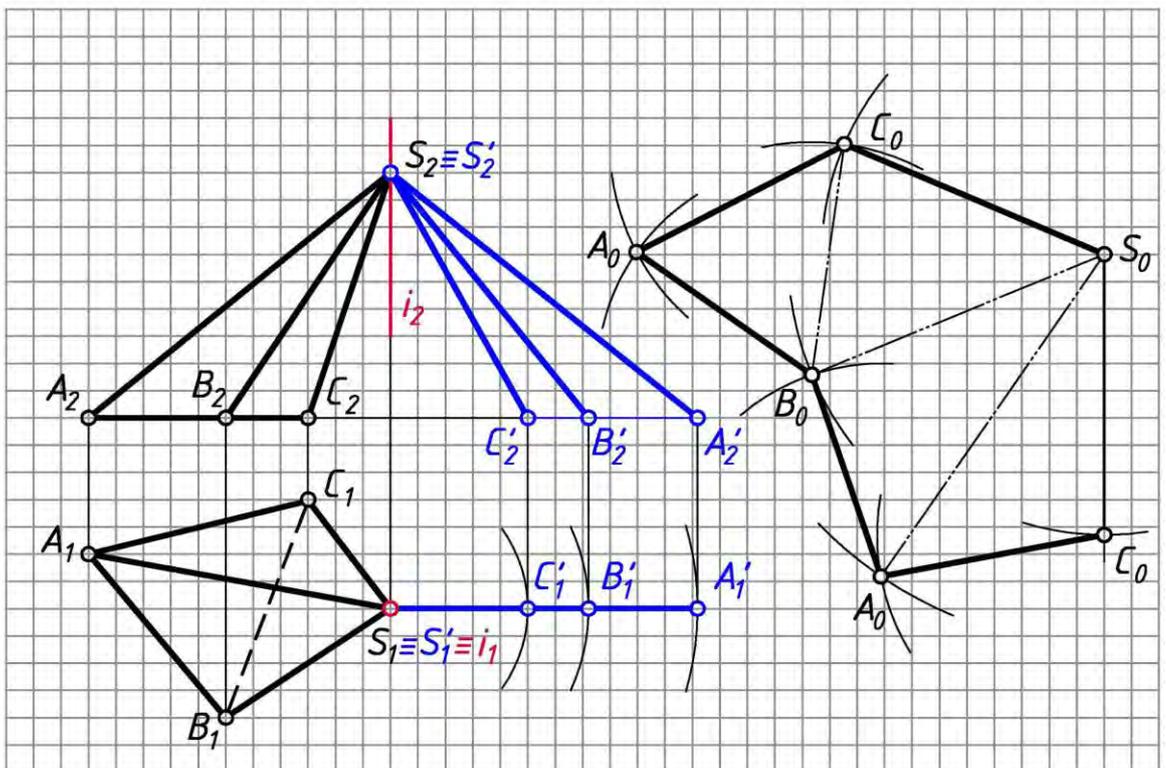
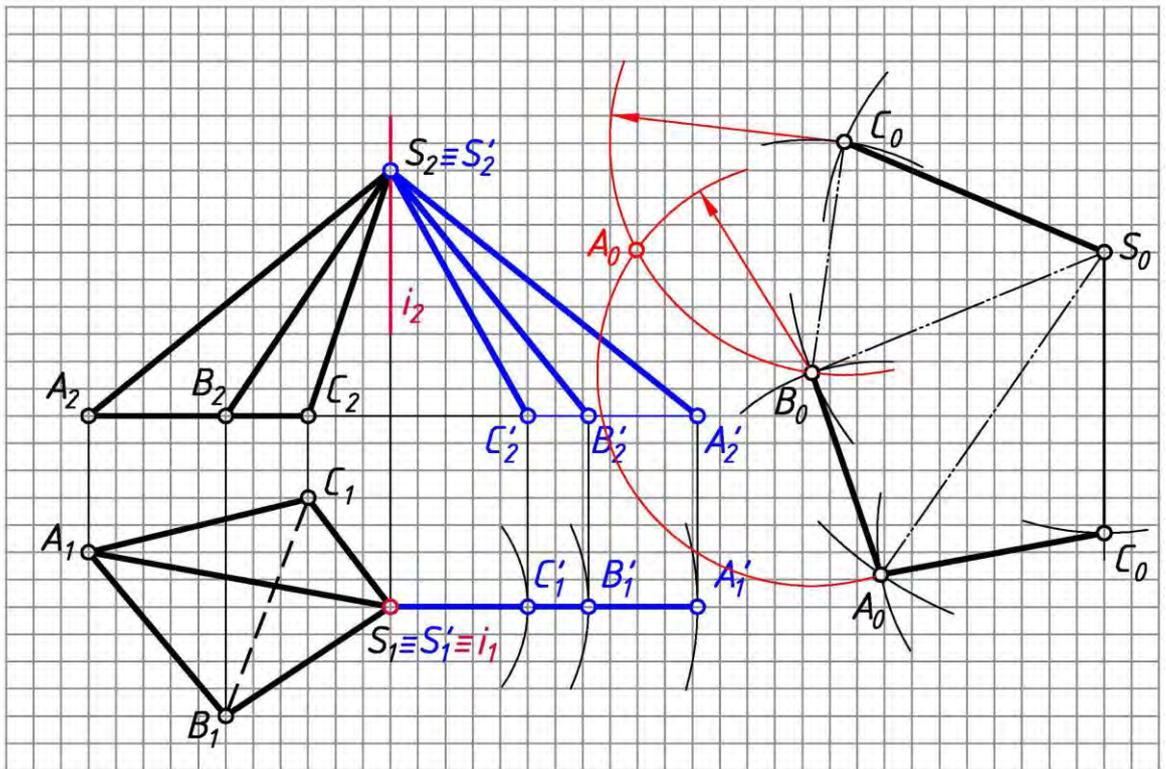






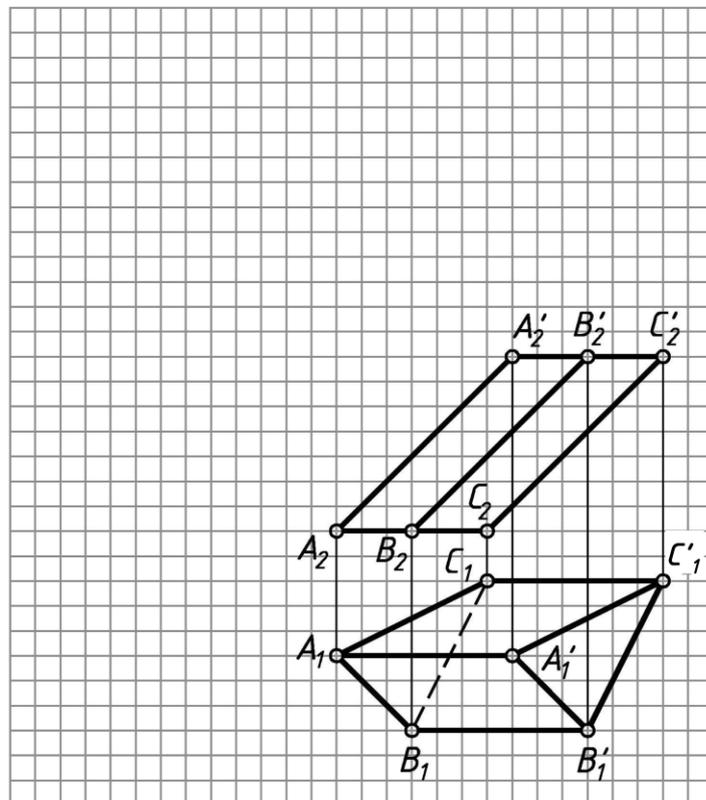


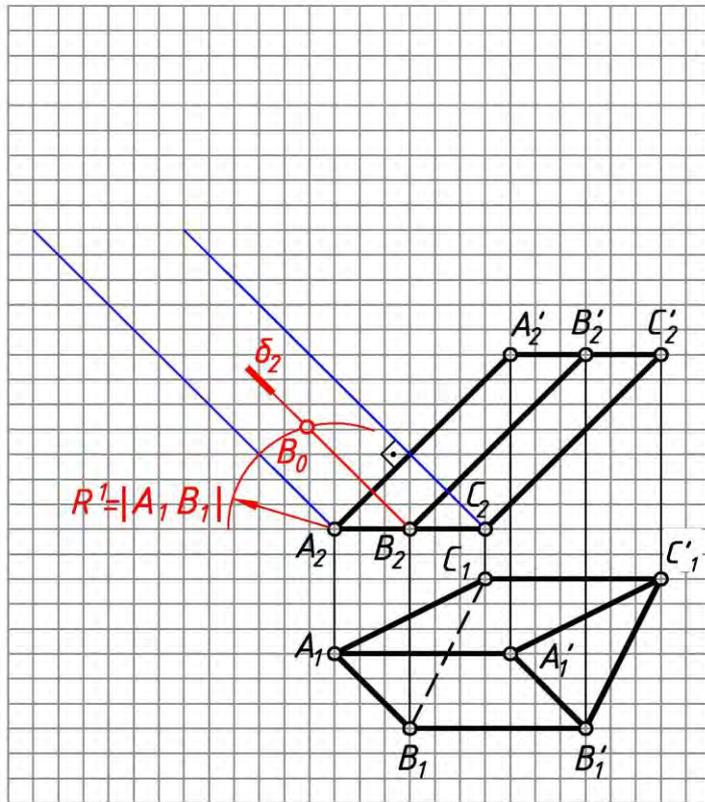
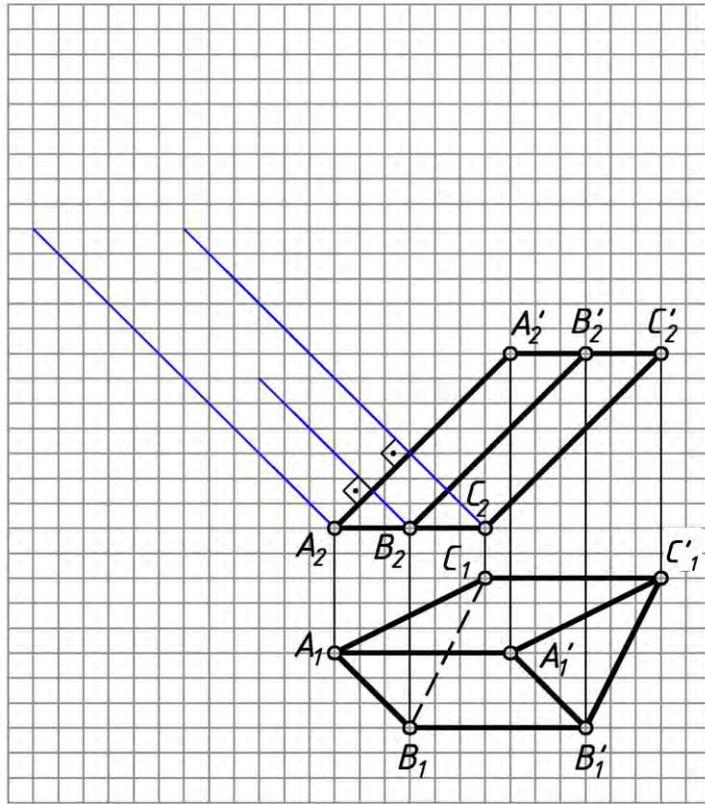


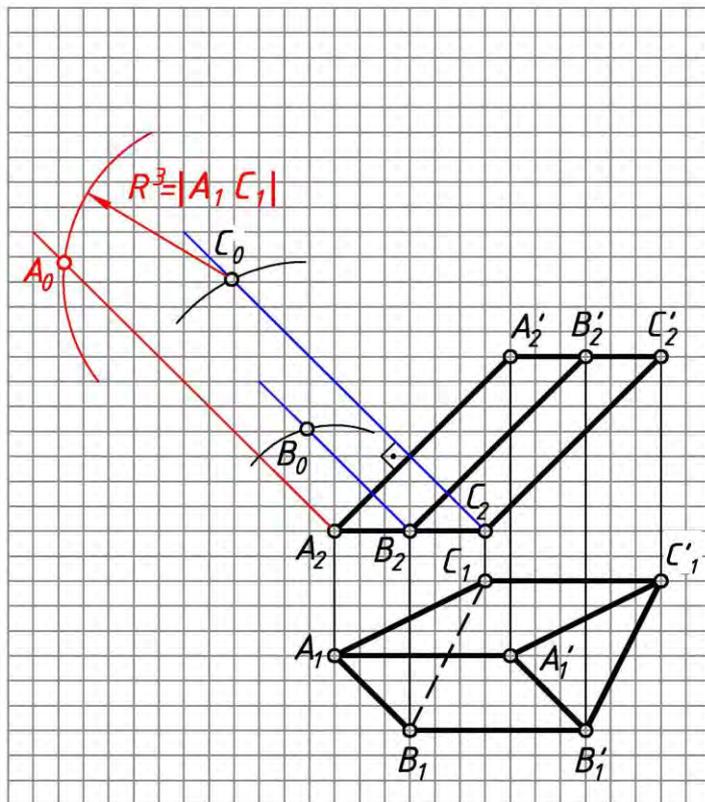
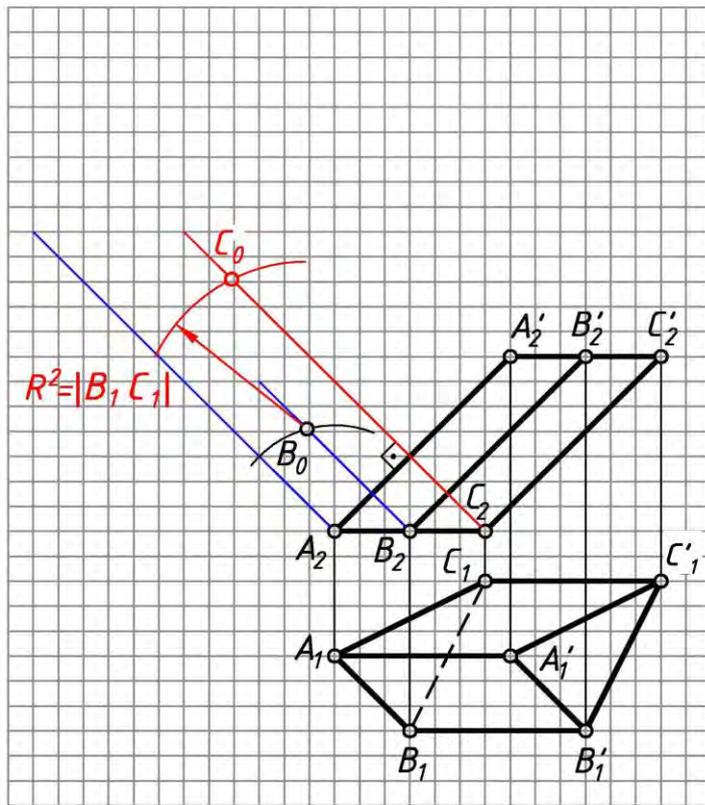


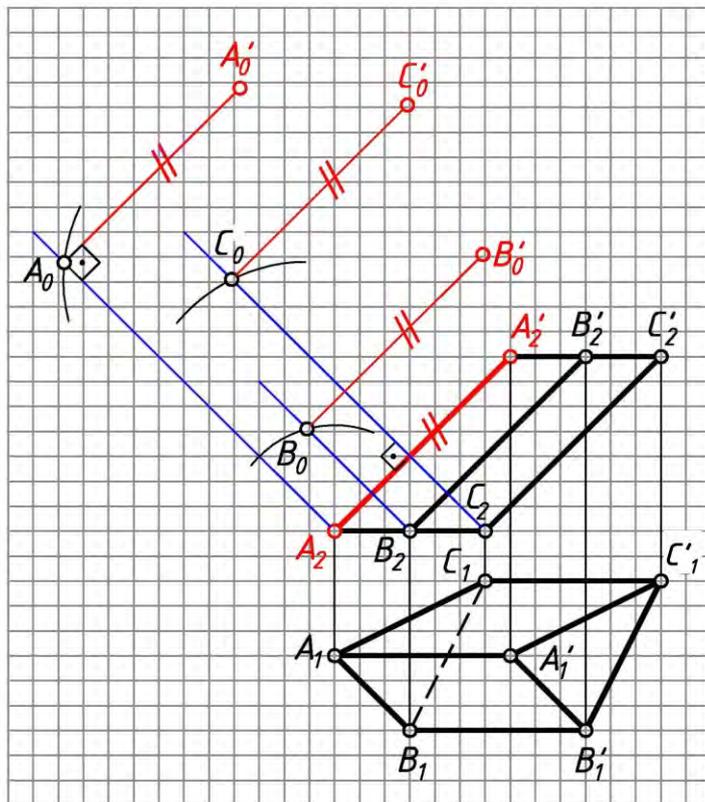
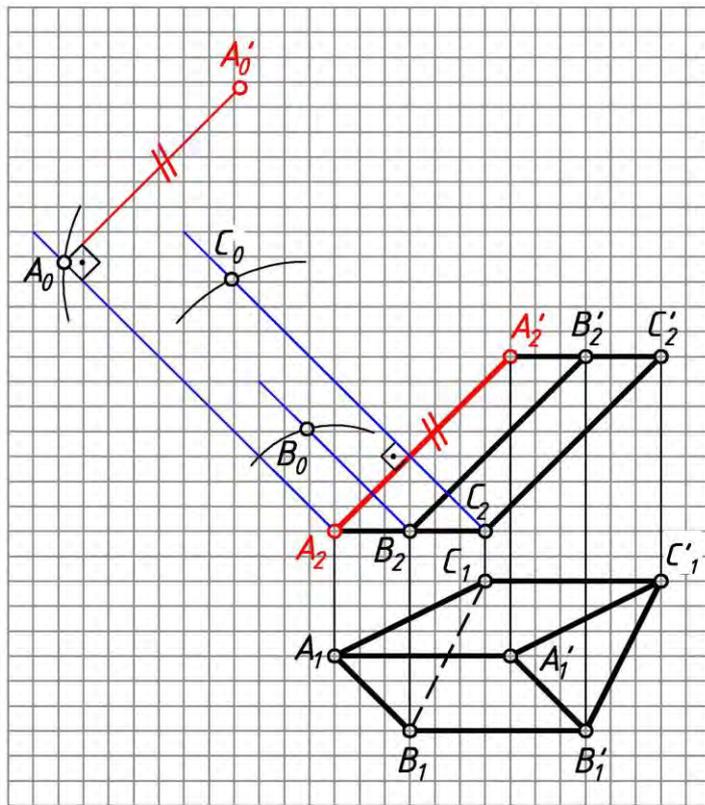
## МЕТОД РАСКАТКИ

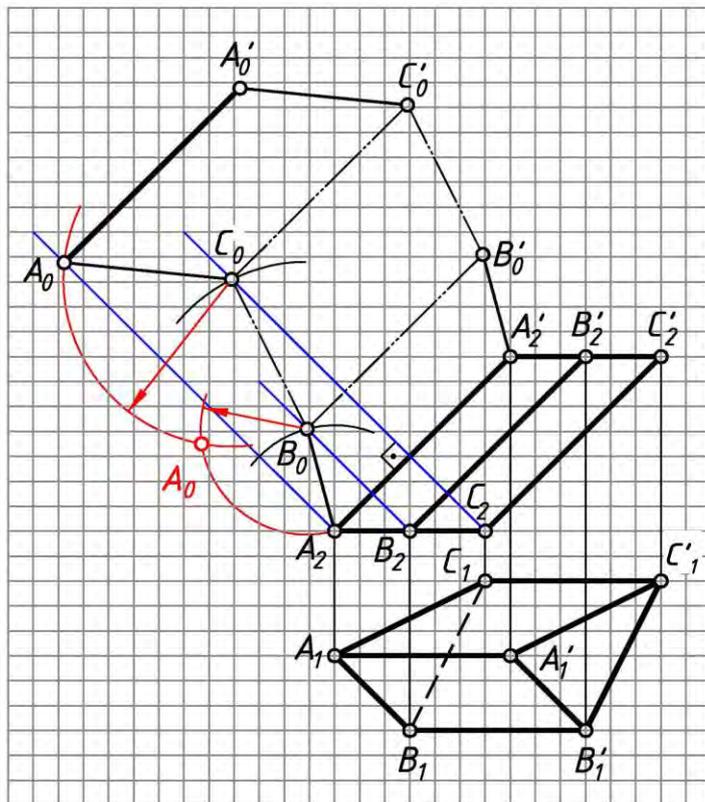
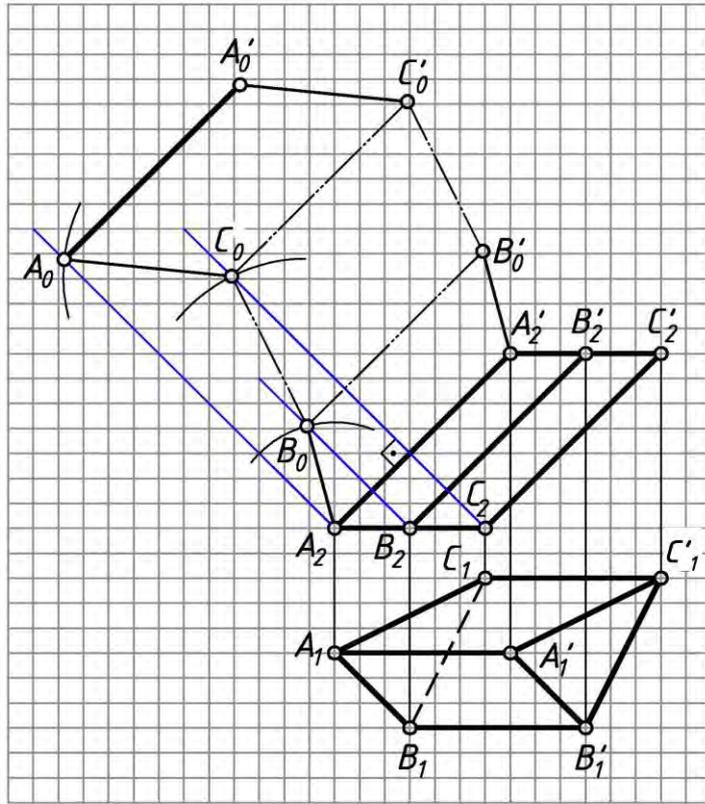
1.  $A_2A'_2; B_2B'_2; C_2C'_2$  – н.в., т.к.  $AA', BB', CC'$  – прямые фронт. уровня. Т.к.  $ABC$  – пл. гор. уровня, то  $A_1B_1C_1$  – н.в.
2. Из проекций  $A_2, B_2, C_2$  проводим плоскости вращения,  $\perp$ -но  $A_2A'_2$ .
3. Последовательно вращаем т.  $B$ , до совмещения с пл. фронт. уровня, проходящей через ребро  $A_2A'_2$  (см. вращение вокруг следа плоскости):  $A_2A'_2$  – ось вращения,  $A_2$  – центр вращения;  $R^1 = |A_2B_2|$  – н.в. радиуса вращения. Вращаем т.  $B$  до пересечения с ее плоскостью вращения  $\delta_2$ .
4. Другие точки строим аналогично.
5.  $A_0A'_0 \parallel A_2A'_2; |A_0A'_0| = |A_2A'_2|$ ;
6. Аналогично строим другие ребра призмы.
7. К развертке боковой поверхности призмы пристраиваем основания.

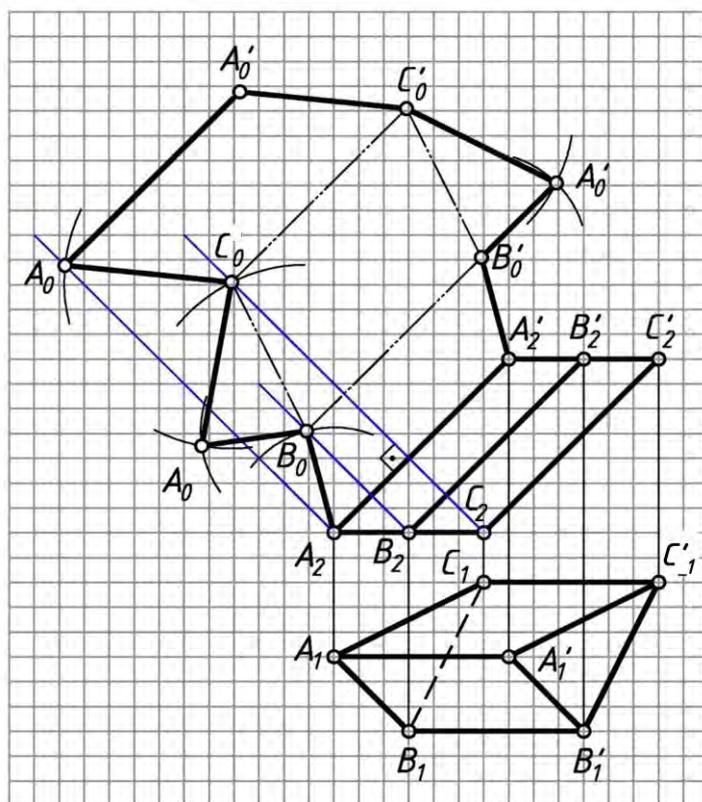






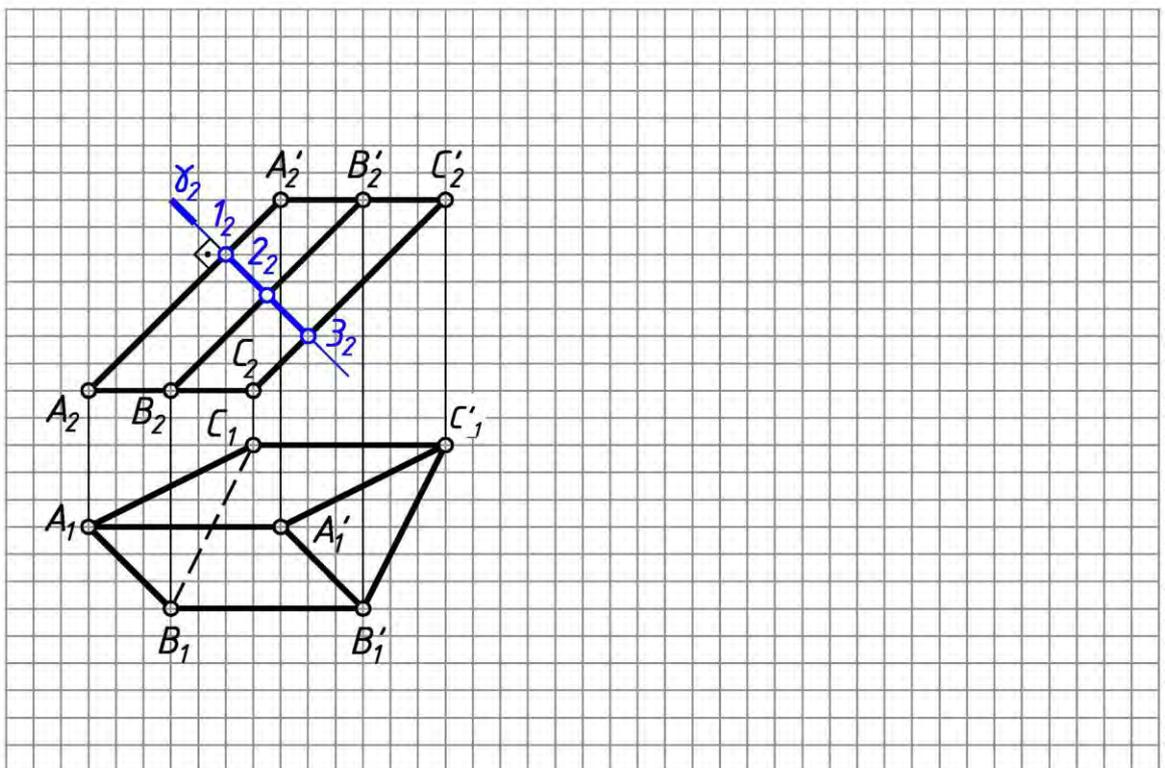
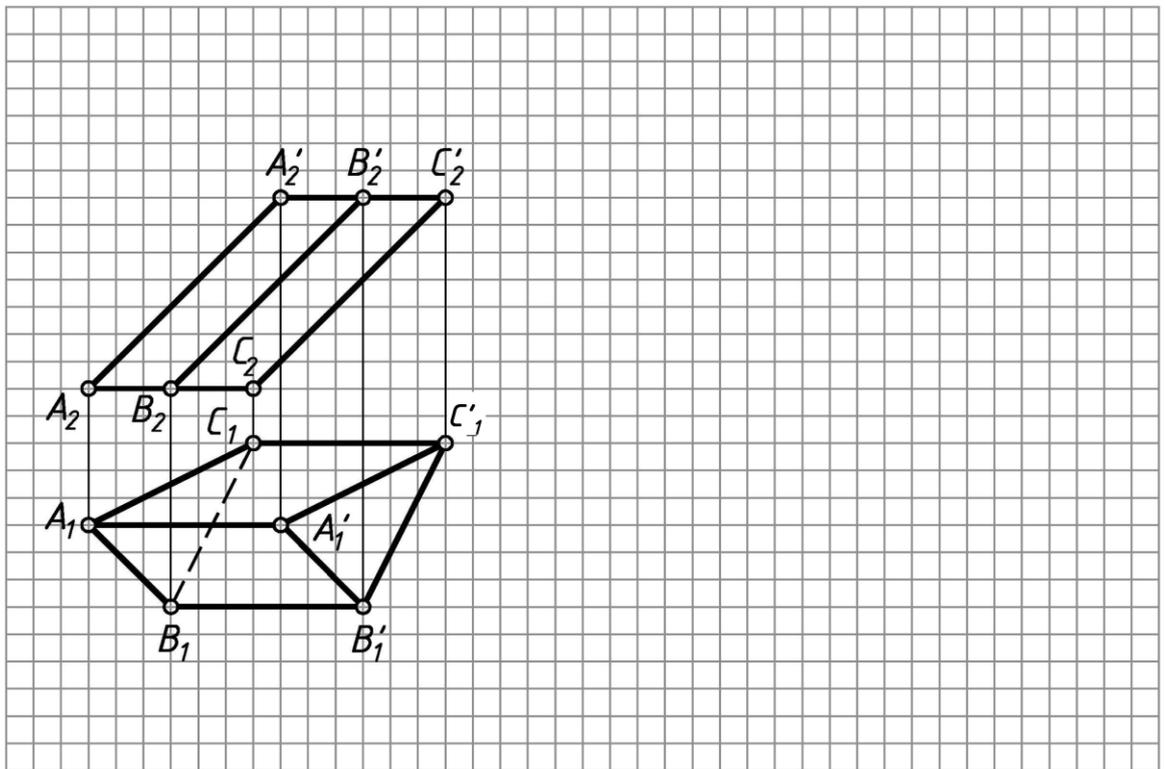


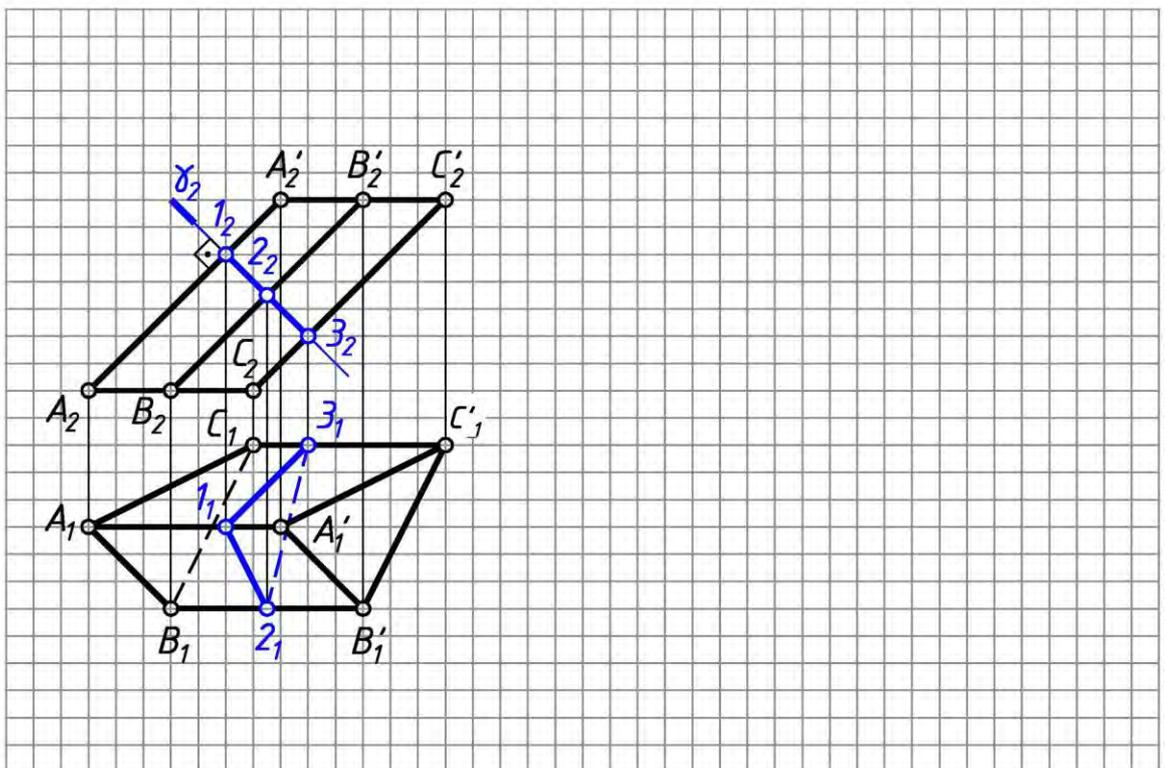
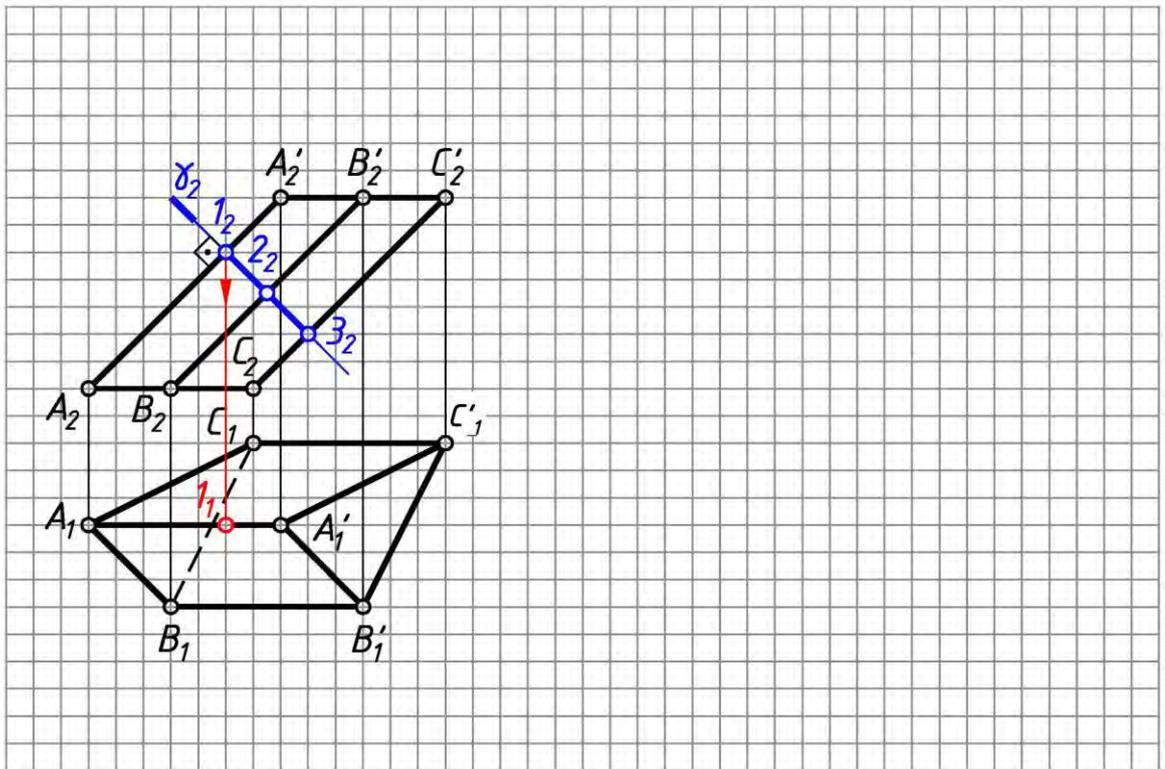


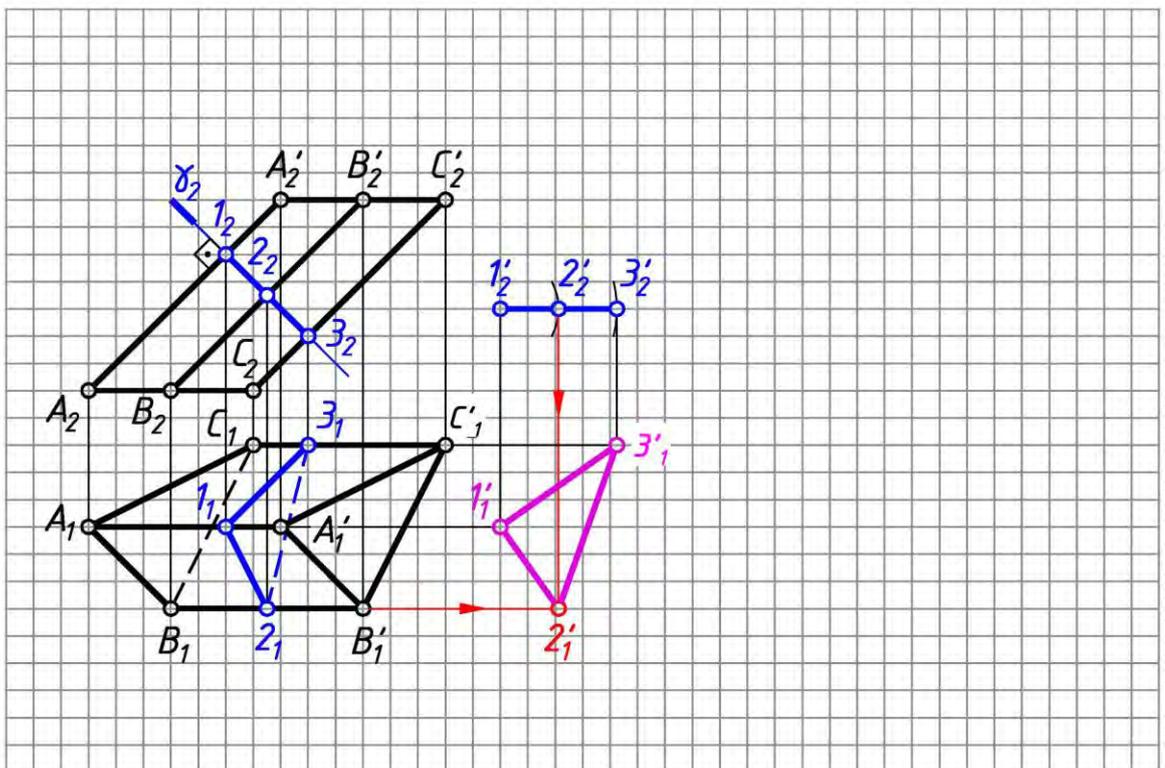
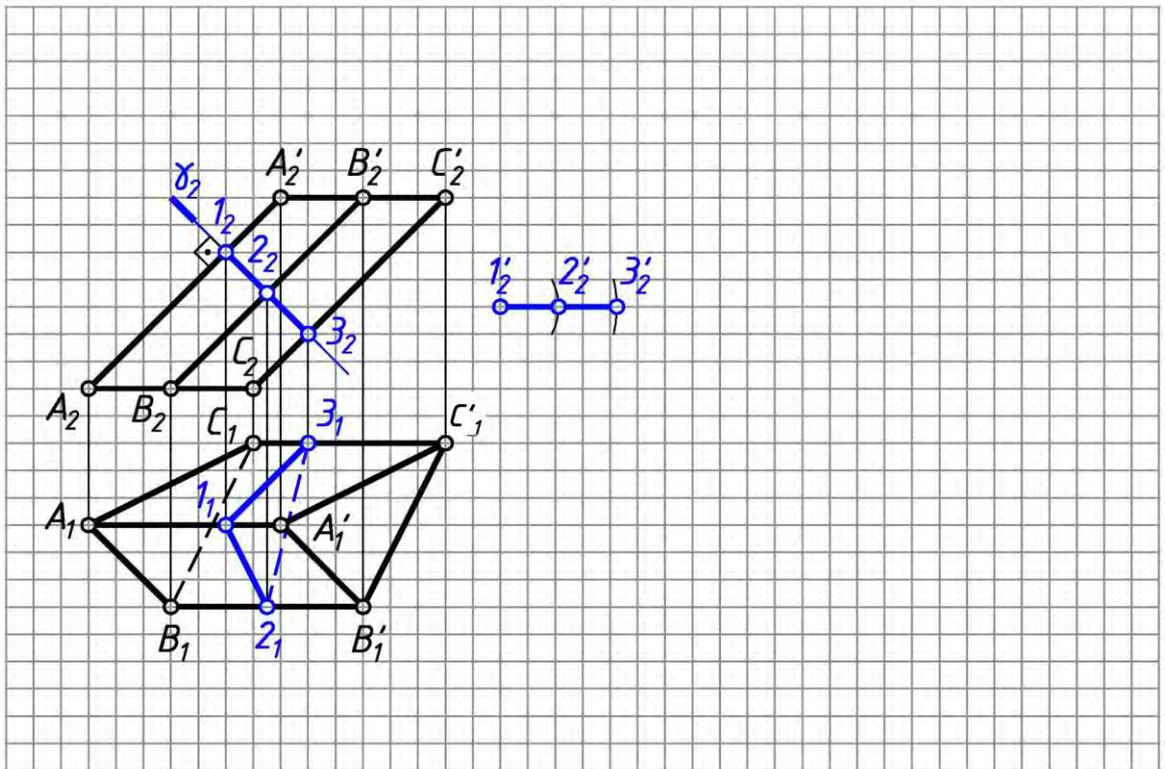


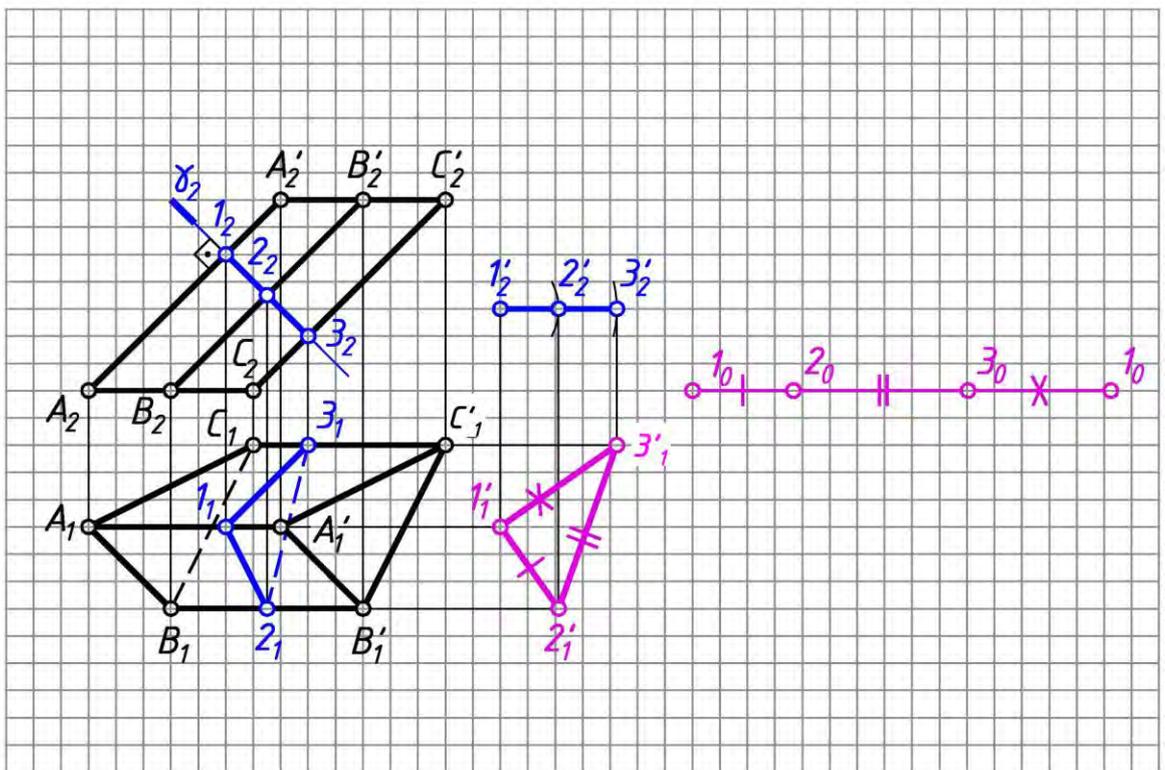
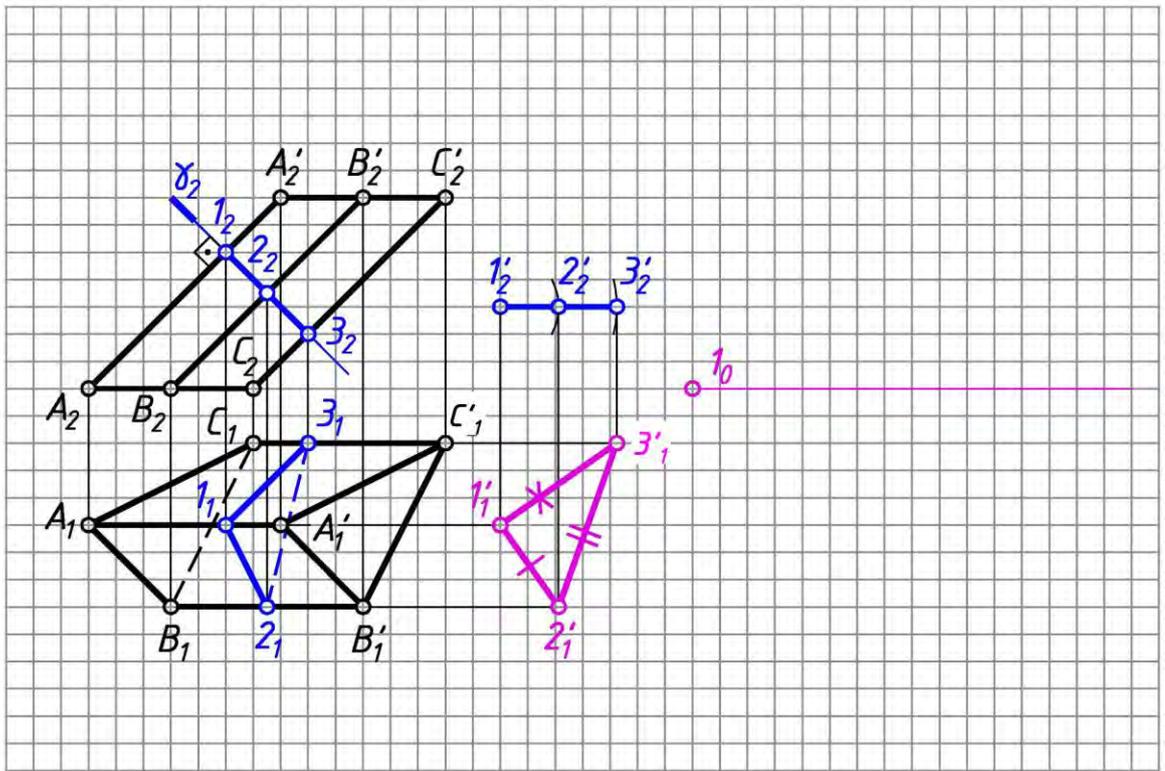
### МЕТОД ПЕРПЕНДИКУЛЯРНОГО СЕЧЕНИЯ

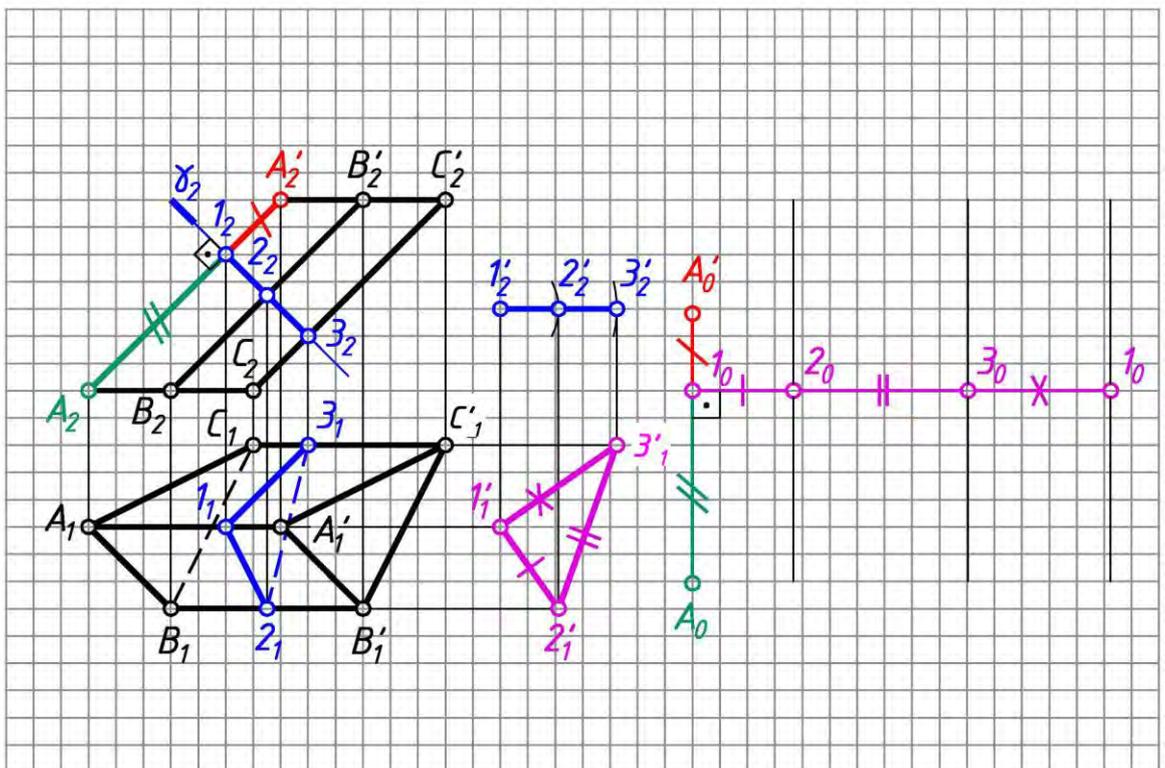
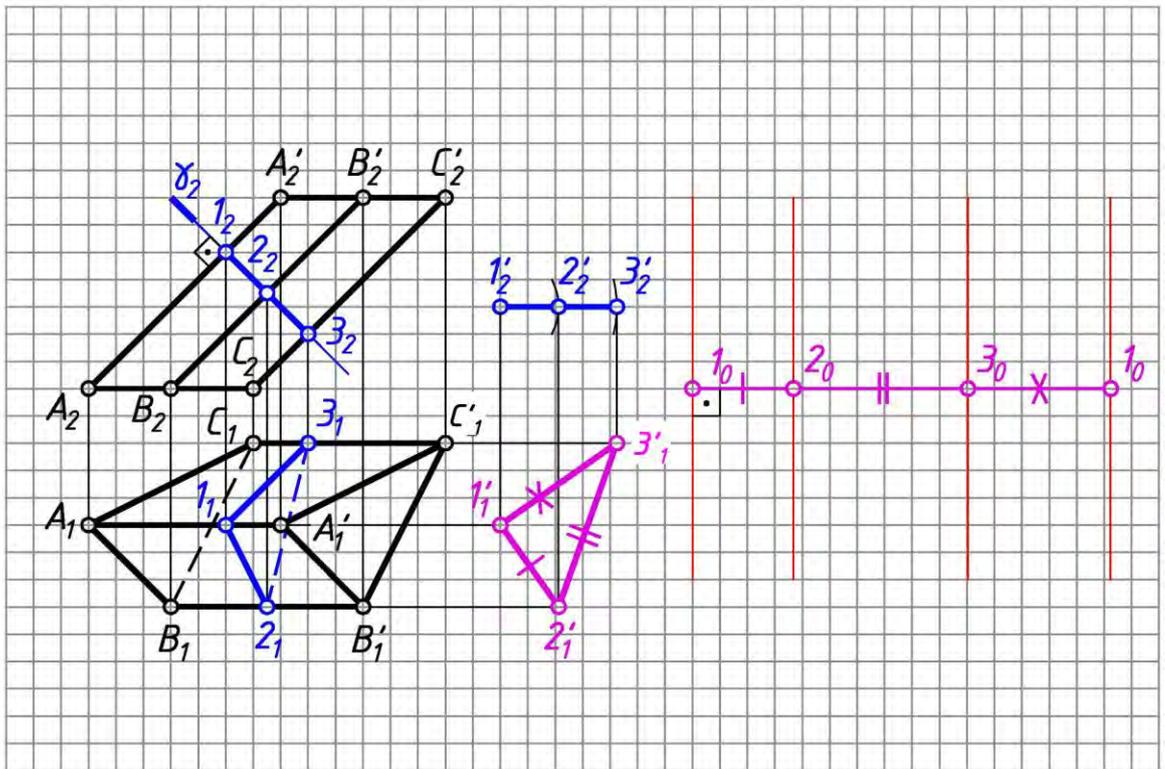
1.  $A_2A'_2$ ;  $B_2B'_2$ ;  $C_2C'_2$  – н.в.,  $A_1B_1C_1$  – н.в.
2. Проводим произвольно фронт.-проец. пл.  $\gamma - \gamma_2 \perp A_2A'_2$ .
3.  $123$  – линия пересечения  $\gamma$  с призмой.
4. Определяем н.в.  $123$  способом плоскопараллельного перемещения.  $1'_12'_13'_1$  – н.в.  $123$ .
5. Проводим на свободном поле чертежа горизонтальную линию и откладываем на ней действительные величины всех сторон перпендикулярного сечения.
6. Из точек  $1_0$ ,  $2_0$ ,  $3_0$  проводим вертикальные линии, на ктр. последовательно откладываем  $1_0A_0 = |1_2A_2|$  и  $1_0A'_0 = |1_2A'_2|$ .
7. Аналогично строим другие ребра призмы.
8. К развертке боковой поверхности призмы пристраиваем основания.

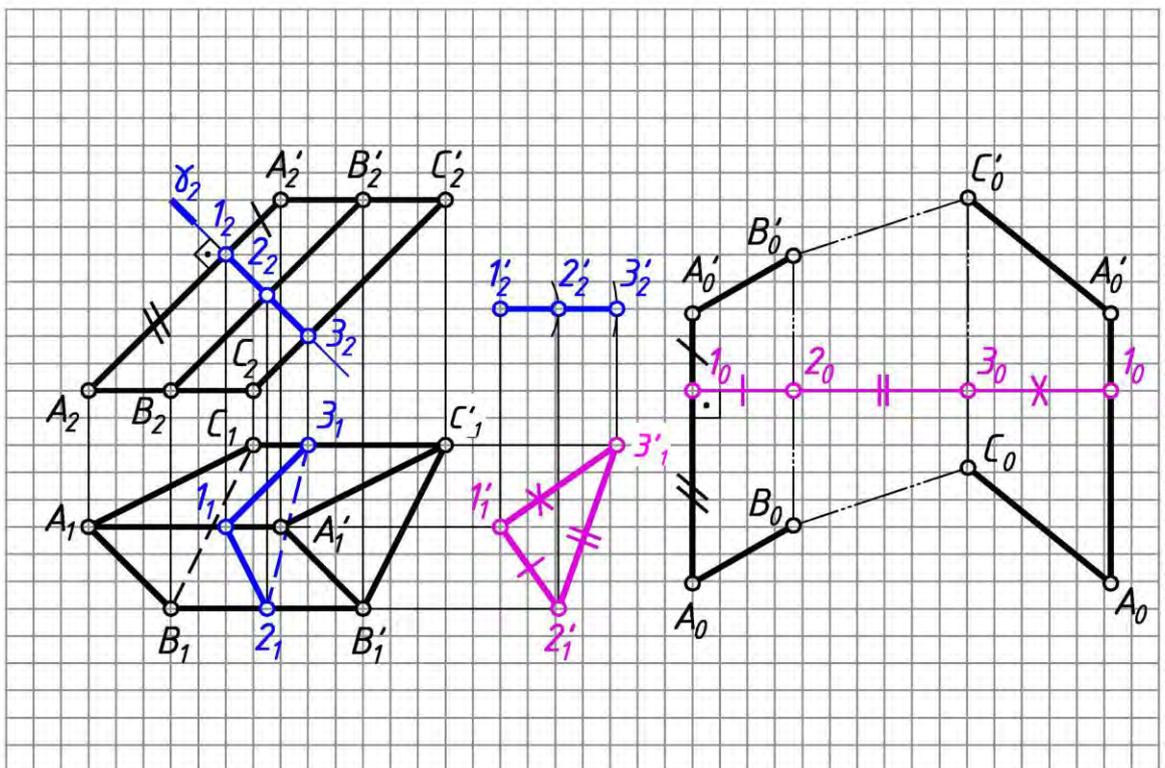
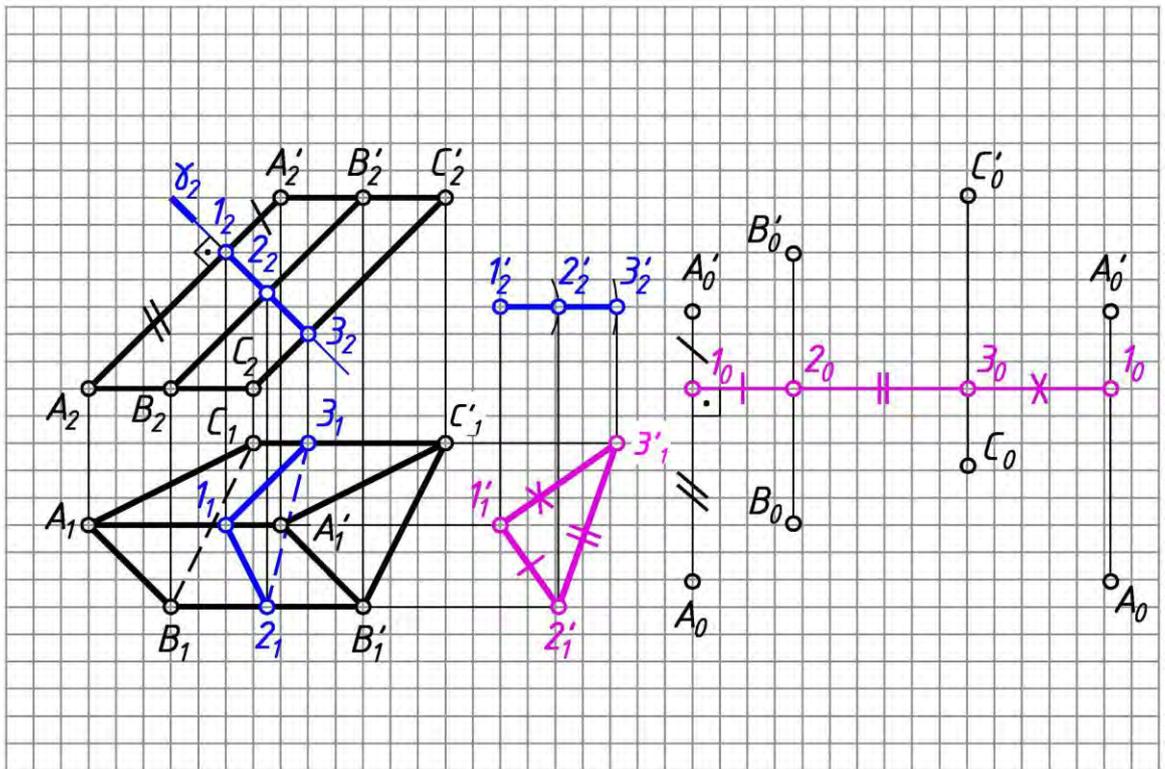


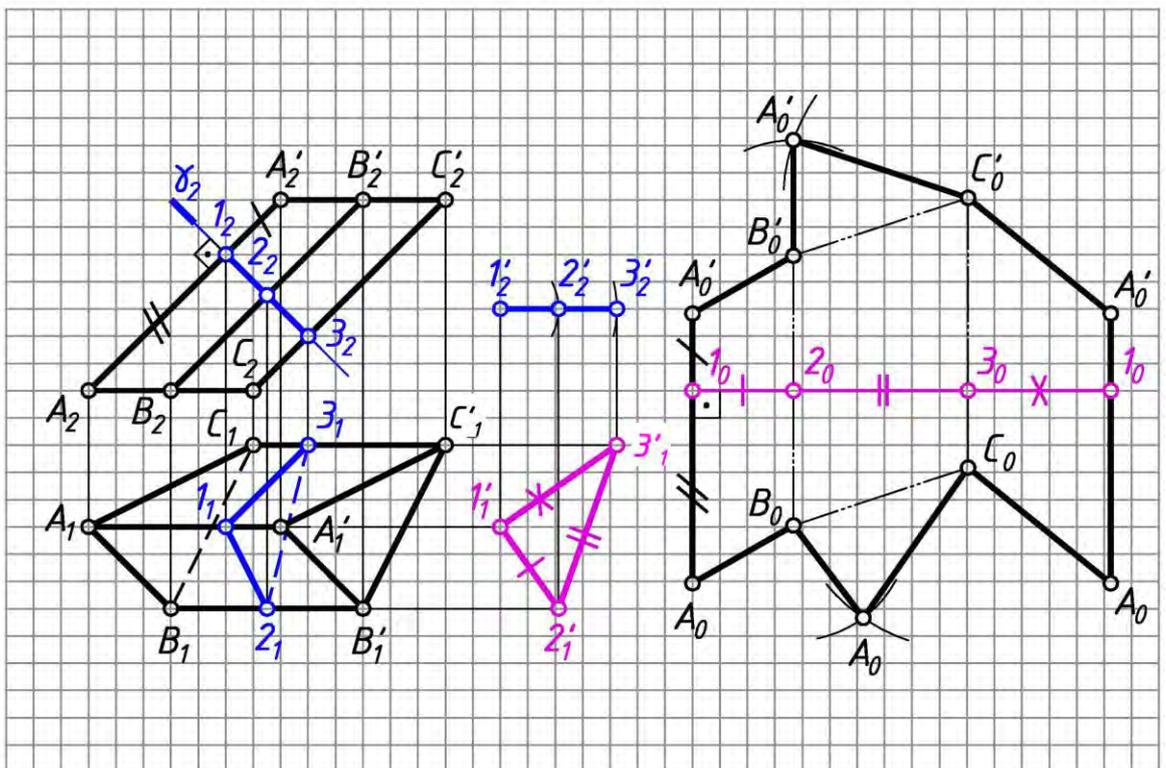
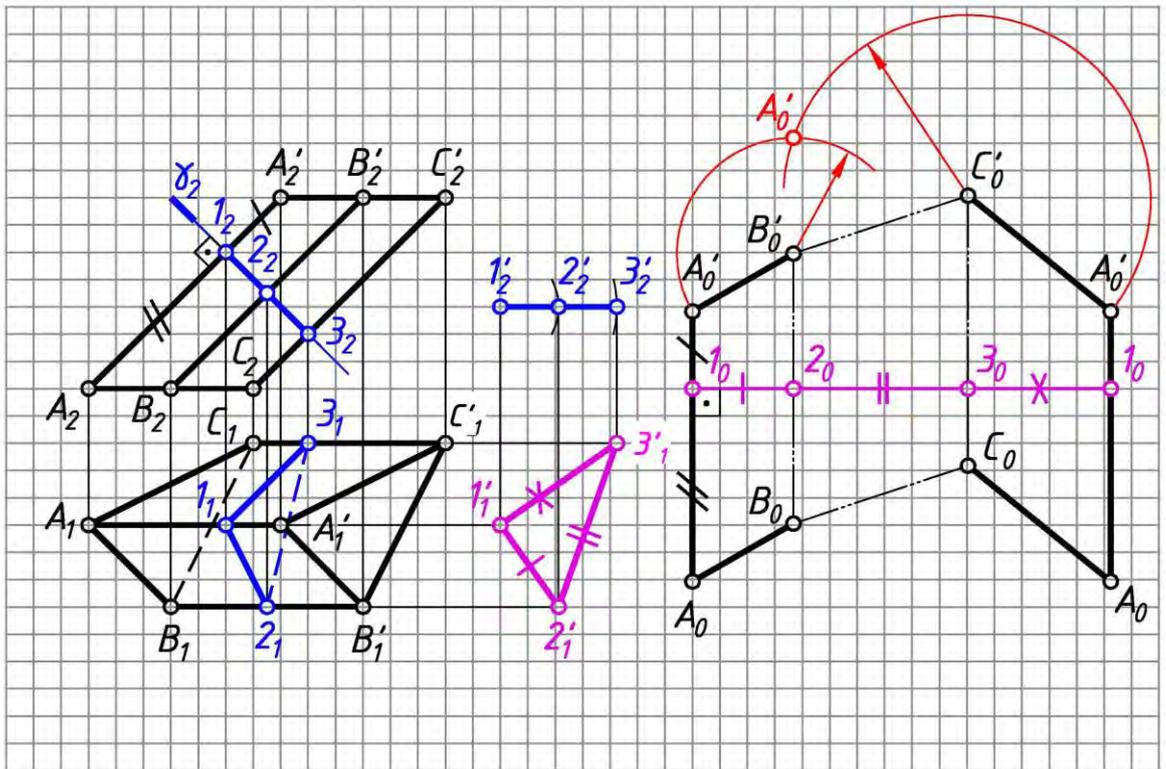












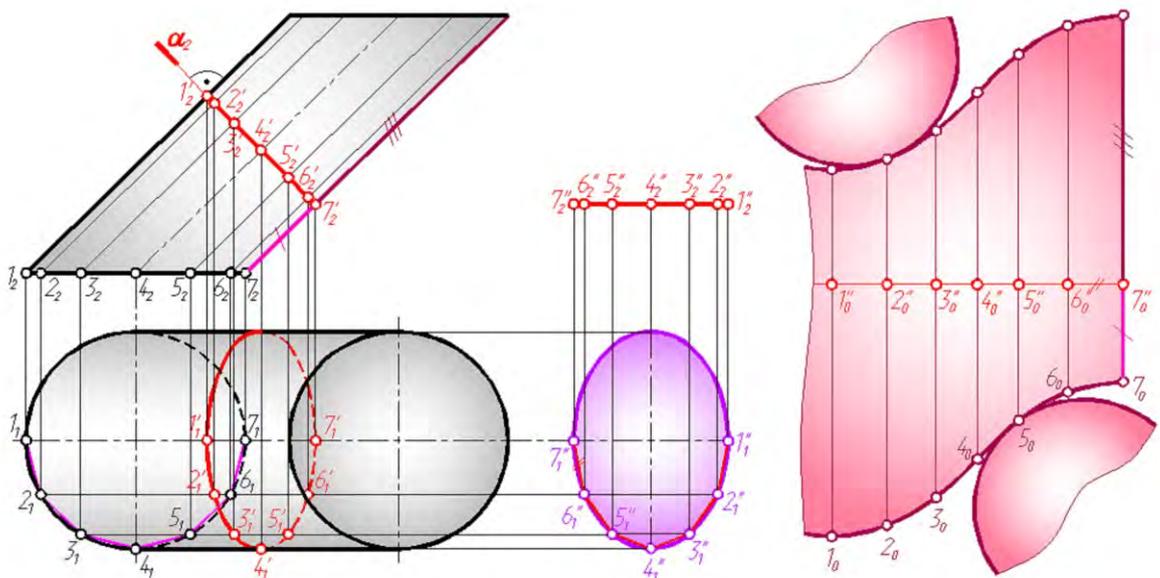
## Методы построения разверток криволинейных поверхностей

Для построения развертки конической поверхности осуществляется ее аппроксимация пирамидальной поверхностью.

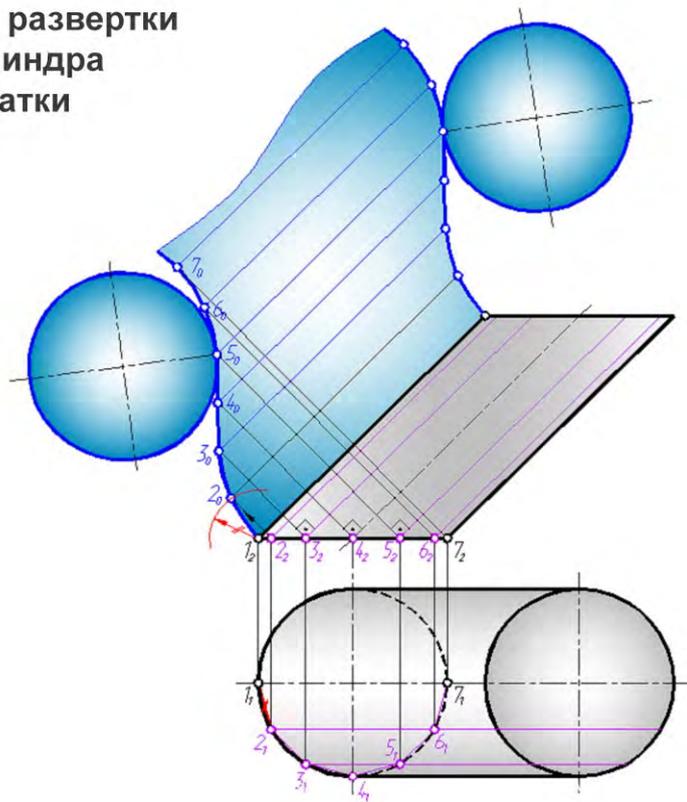
Развертка этой  $n$ -угольной пирамиды и принимается за развертку конуса. Ломаная линия, получающаяся на развертке пирамиды, заменяется плавной кривой, проходящей через те же точки. Чем большее число граней у вписанной пирамиды (не менее 8), тем меньше будет разница между действительной и приближенной разверткой конической поверхности.

Аналогичным образом развертка цилиндрической поверхности сводится к построению развертки  $n$ -гранной призмы.

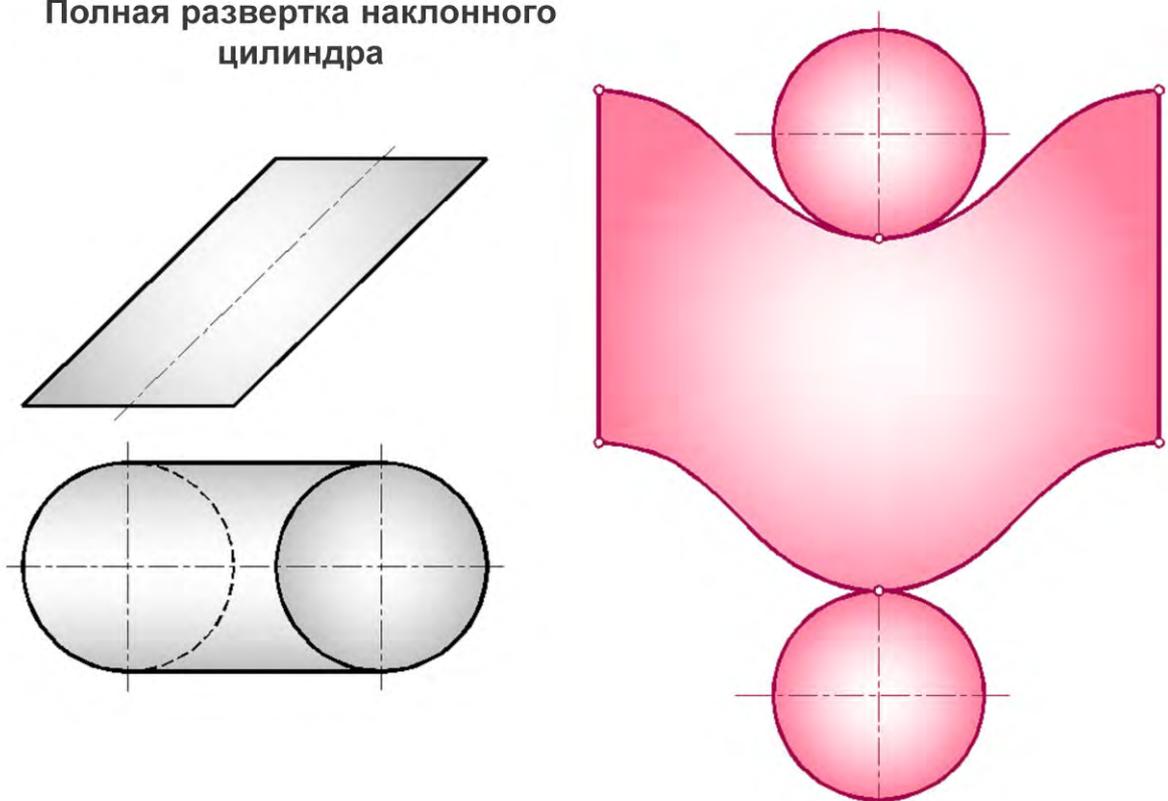
### Пример построения развертки наклонного цилиндра методом перпендикулярного сечения



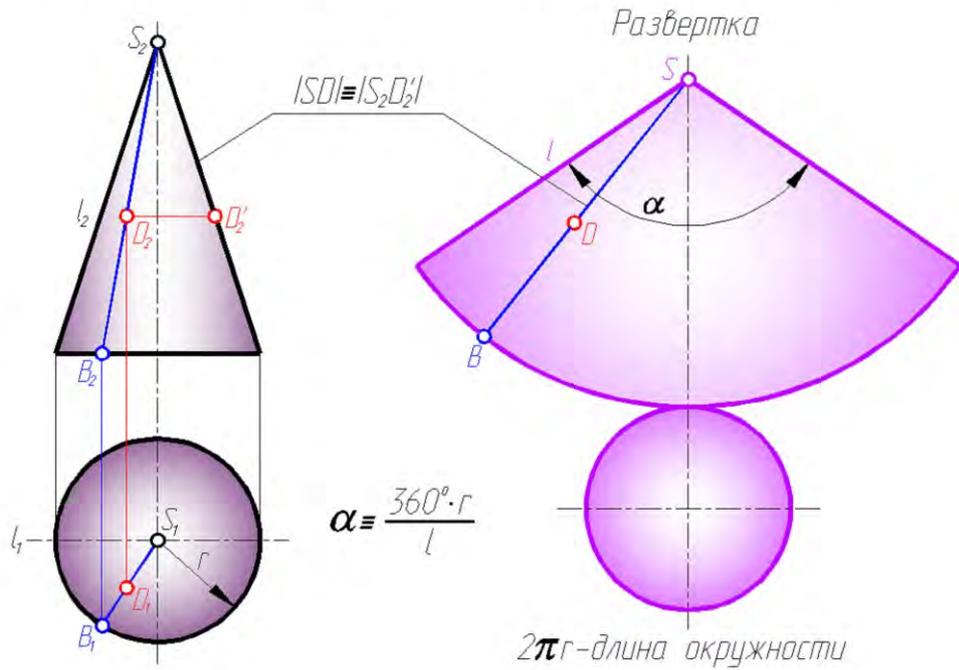
**Пример построения развертки  
наклонного цилиндра  
методом раскатки**



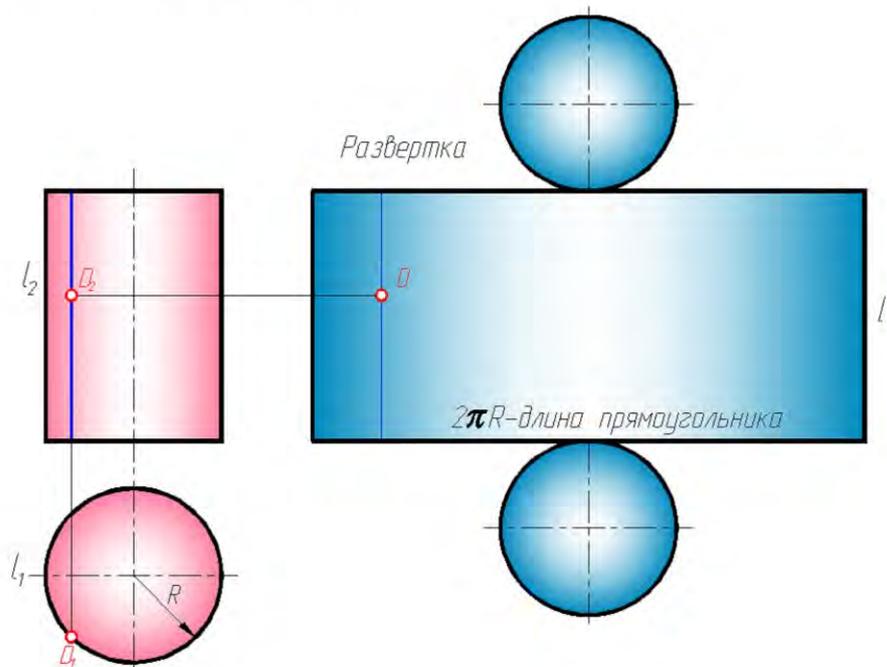
**Полная развертка наклонного  
цилиндра**



Развертка прямого кругового конуса, образующая которого равна  $l$  и радиус основания  $r$ , имеет форму кругового сектора с радиусом, равным  $l$ , и центральным углом  $\alpha = 360^\circ \cdot r / l$



Разверткой боковой поверхности цилиндра является прямоугольник, длина которого равна длине окружности основания цилиндра ( $2\pi R$ ), а высота равна высоте цилиндра (длине образующей  $l$ ).



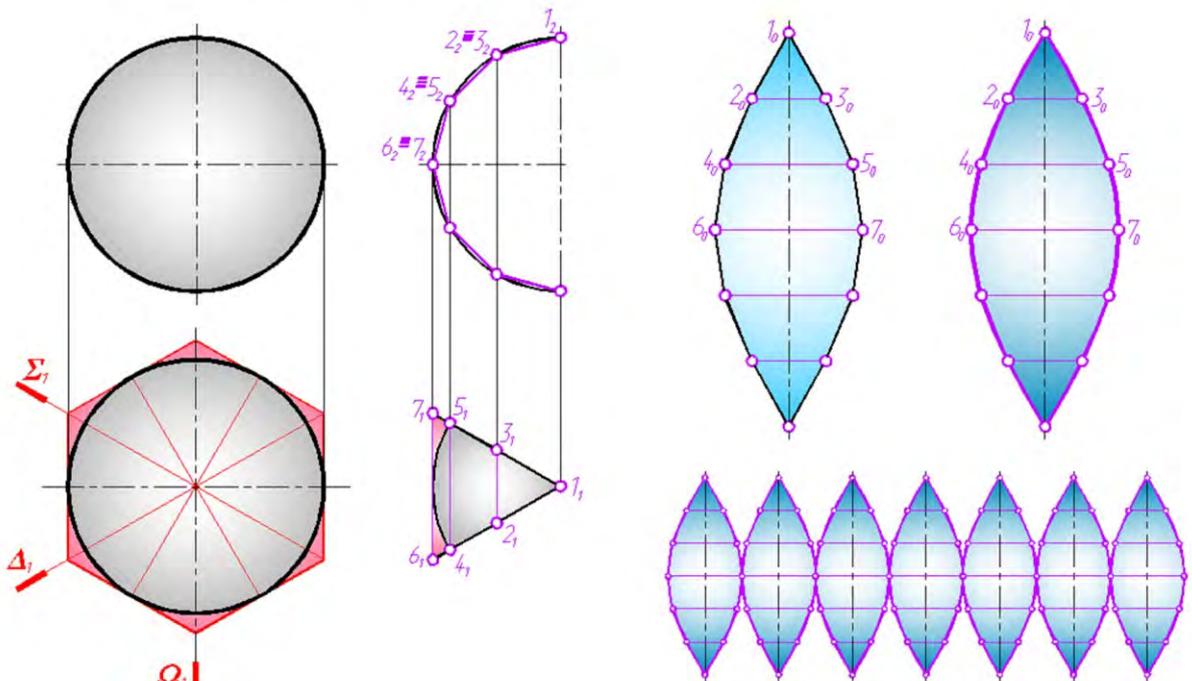
## Построение условных разверток неразвертывающихся поверхностей

Точную развертку неразвертывающейся поверхности построить нельзя. Для построения условной развертки такой поверхности применяют метод аппроксимации, который заключается в следующем.

Данная неразвертывающаяся поверхность разбивается на некоторые отсеки. Каждый из этих отсеков заменяется отсеком кривой развертываемой поверхности.

При свертывании такой развертки, кроме изгибания, необходимо произвести частичное растяжение, или сжатие отдельных ее участков.

### Развертка сферы



### 1.3. Лекция «Современные технологии информационного моделирования. Структура геометрического моделирования. Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD»

[#ТеоретическийРаздел](#)

#### Современные технологии информационного моделирования

В настоящее время в инженерной практике получили широкое распространение технологии информационного моделирования. Выделяют PML-технологии для машиностроительной области и BIM-технологии для строительства. Рассмотрим их основные особенности.

PLM (сокр. от англ. *Product Lifecycle Management*) – управление жизненным циклом изделий – сложный программный комплекс, обеспечивающий управление всей информацией об изделии на протяжении всего его жизненного цикла, начиная с проектирования и производства до снятия с эксплуатации.

В основе PLM лежит цифровая модель-прототип изделия.

Цифровой макет – совокупность электронных документов, описывающих изделие, его создание и обслуживание. Содержит электронные чертежи, трёхмерные модели изделия, различную атрибутивную информацию по компонентам, технические требования, нормативную, техническую, эксплуатационную и иную документацию.

Нормативные документы, регламентирующие создание цифрового макета изделия – ГОСТ 2.052-2006 «Электронная модель изделия» и ГОСТ 2.053-2006 «Электронная структура изделия».

Типичные примеры – система ЛОЦМАН программного комплекса КОМПАС, Inventor от фирмы Autodesk и др.

BIM (*Building Information Modeling или Building Information Model*) – информационное моделирование здания.

Информационное моделирование здания – это комплексный подход к возведению, эксплуатации и ремонту здания, который предполагает сбор и обработку всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании.

Трёхмерная модель здания связана с информационной базой данных, в которой каждому элементу модели можно присвоить дополнительные атрибуты. При этом строительный объект проектируется как единое целое. И изменение какого-либо параметра влечёт за собой автоматическое изменение остальных, связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного графика.

Основа концепции BIM:

- трёхмерное моделирование;
- автоматическое получение чертежей;
- параметризация объектов;

Типичный пример – Revit от фирмы Autodesk и др.

В Республике Беларусь с 1 марта 2016 года введен СТБ 12911-2015 «Основные положения руководства по информационному моделированию зданий», разработанный на основе международного стандарта ISO 12911-2012 «Framework for building information modeling guidance», который устанавливает основы, определяющие технические условия для внедрения BIM.

Приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 16 марта 2018 г. № 70 утвержден план внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства, согласно которому к 2022 году должен быть разработан национальный BIM стандарт в области строительства.

Кроме того, во исполнение Директивы Президента Республики Беларусь от 4 марта 2019 г. № 8 «О приоритетных направлениях развития строительной отрасли» по поручению Минстройархитектуры РУП «Белстройцентр» разрабатывает подсистему «Библиотека базовых элементов» государственной информационной системы «Госстройпортал». Цель ее создания – предоставление базовых элементов участникам жизненного цикла объекта строительства на всех его этапах и информационное обеспечение участников инвестиционного процесса сведениями о строительных материалах, изделиях, оборудовании и конструкциях, применяемых на территории Республики Беларусь. Для размещения в Библиотеке качественных BIM-элементов разработан проект Руководства по созданию базовых элементов.

С 16 июня 2018 в Российской Федерации введен в действие Свод правил СП 328.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели», который содержит единые требования, правила и рекомендации по созданию компонентов, используемых для формирования информационных моделей объектов строительства.

### **Структура геометрического моделирования**

Моделирование – это один из основных способов исследования реальных процессов и явлений, который используется практически во всех областях научных знаний. По сути, геометрическая и математическая модели, плоский чертеж реального объекта – это равноценные его модели, используемые для исследования тех или иных свойств.

В частности, геометрическое моделирование позволяет изучать пространственные формы, отношения, закономерности и свойства объектов.

Структурная схема геометрического моделирования включает в себя четыре основополагающих компонента:

1) *Оригинал или объект моделирования.* При моделировании трехмерного пространства на экране монитора получают ортогональные проекции, аксонометрию, перспективу, проекции с числовыми отметками. Кроме того, объектами моделирования могут являться и любые другие многообразия, но это уже будут многомерные и нелинейные модели, исследование которых является актуальной и до сих пор нерешенной до конца проблемой для современной науки.

2) *Область модели* – это носитель модели, где осуществляется ее отображение. Как правило, она представляет собой экран монитора, однако, для отображения также может быть выбрано любое другое многообразие.

3) *Аппарат моделирования* определяет способы задания 3D-моделей. Выделяют:

- аналитические (моделирование с явным заданием геометрии – задание оболочки);

- кинематические (операции «Выдавить», «Сдвиг», «Вращать», «По сечениям» и некоторые другие);

- конструктивные (использование базовых элементов формы и булевых операций над ними – «Объединение», «Вычитание», «Пересечение»);

- параметрические (зависимые параметры, устанавливающие соотношение между размерными и геометрическими характеристиками);

- комбинированные способы.

4) И, наконец, *модели* по своему представлению подразделяют на каркасные, поверхностные и твердотельные.

### **Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD**

При моделировании твердотельных объектов используют тела и поверхности. Для их построения важно знать закон образования поверхности, предопределяющий соответствующий алгоритм для ее создания посредством аппарата моделирования

*Моделирование базовых твердотельных элементов формы.*

В AutoCAD предусмотрена возможность создания следующих базовых твердотельных форм, называемых твердотельными примитивами:

- прямого конуса с круговым или эллиптическим основанием, а также усеченного конуса;

- прямого цилиндра с круговым или эллиптическим основанием;

- шара;

- тора;

- пирамиды, основанием которой является многоугольник (от 3 до 32 сторон), вписанный в окружность, а высота параллельна оси Z, а также усеченной пирамиды.

Соответствующие команды расположены на инструментальной панели «Моделирование». Их реализация подробно описана в справке (нажать кнопку команды, затем F1).

*Моделирование поверхностей вращения с помощью команды «Вращать».*

Поверхности вращения – это поверхности, получаемые от вращения некоторой образующей вокруг неподвижной линии – оси вращения.

Для их моделирования предусмотрена команда «Вращать» на панели «Моделирование».

Следует отметить, что при вращении замкнутого объекта получается тело, а при вращении разомкнутого – поверхность.

*Моделирование прямых и наклонных призм и цилиндров с помощью команды «Выдавить».*

Команда «Выдавить» на панели «Моделирование» позволяет создавать 3D тела путем выдавливания объекта в заданном направлении и на заданное расстояние. Важно, что для создания тела необходимо выдавливать замкнутый контур. По умолчанию выдавливание объекта осуществляется вдоль оси Z, однако возможно выдавливание и вдоль заданной траектории (оси).

*Моделирование наклонных конусов и пирамид с помощью команды «По сечениям».*

С помощью команды «По сечениям» на панели «Моделирование» выполняется построение 3D тела или поверхности между поперечными сечениями. При использовании команды необходимо задать не менее двух поперечных сечений. В качестве первого или последнего поперечного сечения может быть задана точка. Точка устанавливается в необходимое место с помощью команды «Точка» на панели «Рисование».

*Редактирование 3D-тел.*

Для создания составного 3D-тела путем объединения двух или более 3D-тел применяется команда «Тело, Объединение» на панели «Редактирования тела».

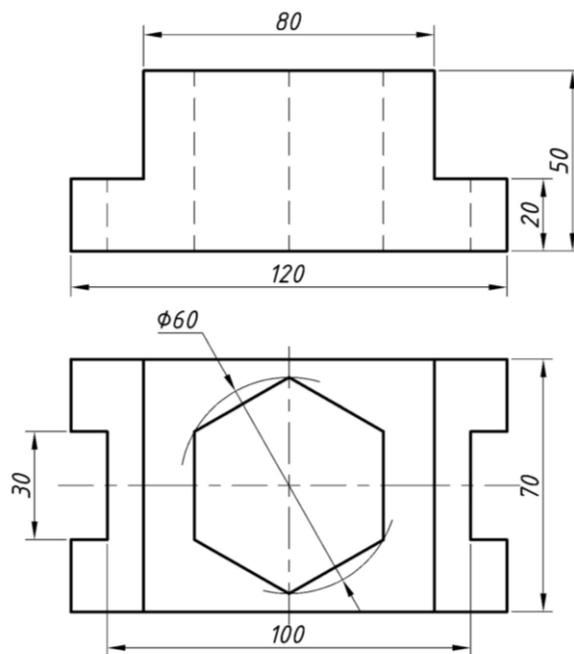
Для создания нового объекта путем вычитания одного 3D-тела из другого применяется команда «Тело, Вычитание» на панели «Редактирования тела».

С помощью команды «Тело, Пересечение» на панели «Редактирования тела» можно построить 3D тело, занимающее объем, являющийся общим для двух или нескольких существующих 3D тел.

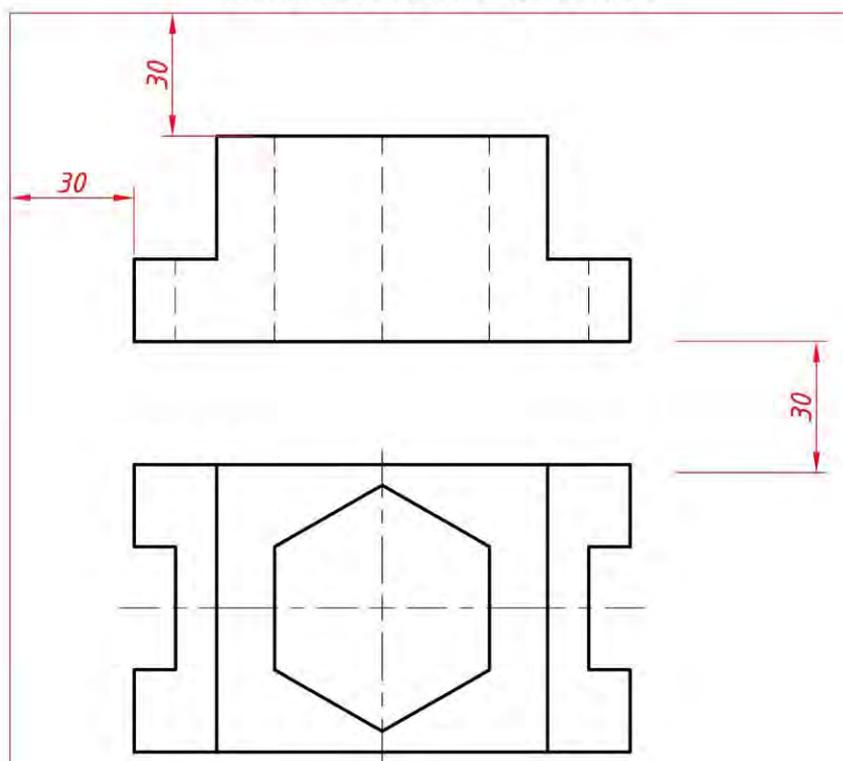
Создание новых 3D-тел путем разрезания или разделения существующих объектов осуществляется с помощью команды «Сечение» на панели «Редактирования тела».

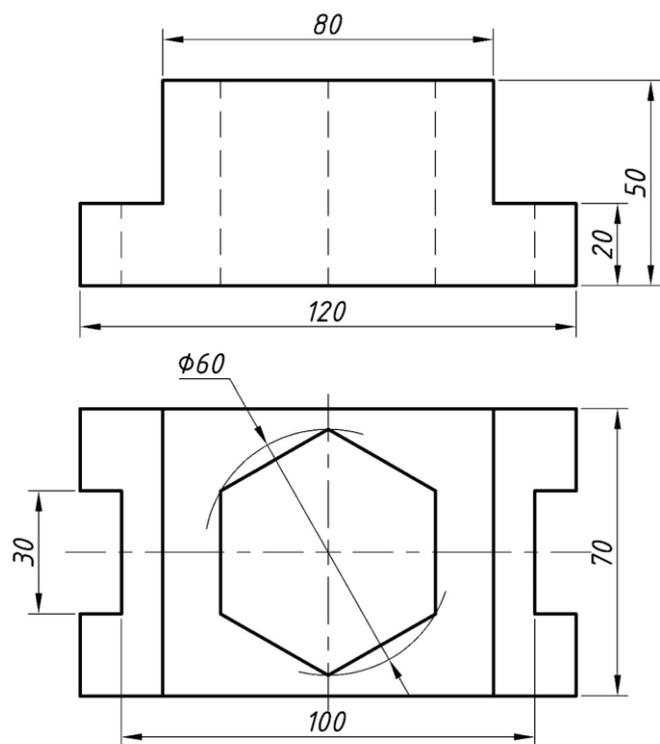
# 1.4. Лекция «Виды, разрезы, сечения. Аксонометрические проекции»

[#ТеоретическийРаздел](#)



КОМПОНОВКА ЧЕРТЕЖА





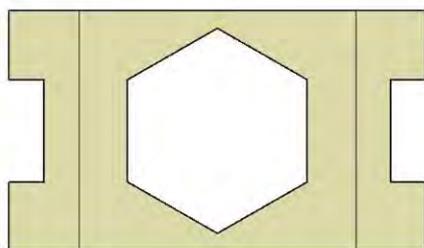
Главный вид (спереди)



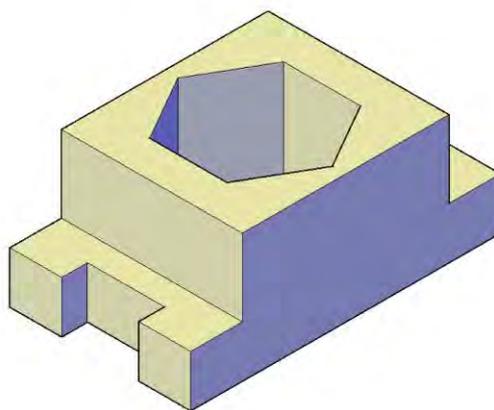
Вид слева



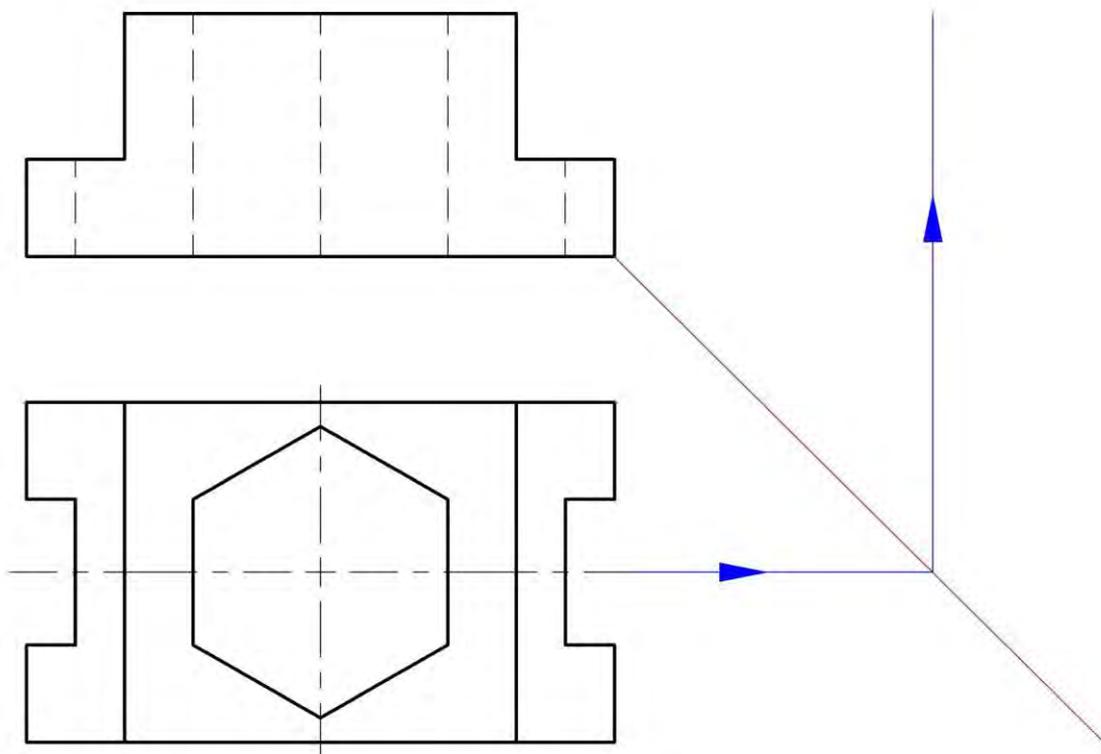
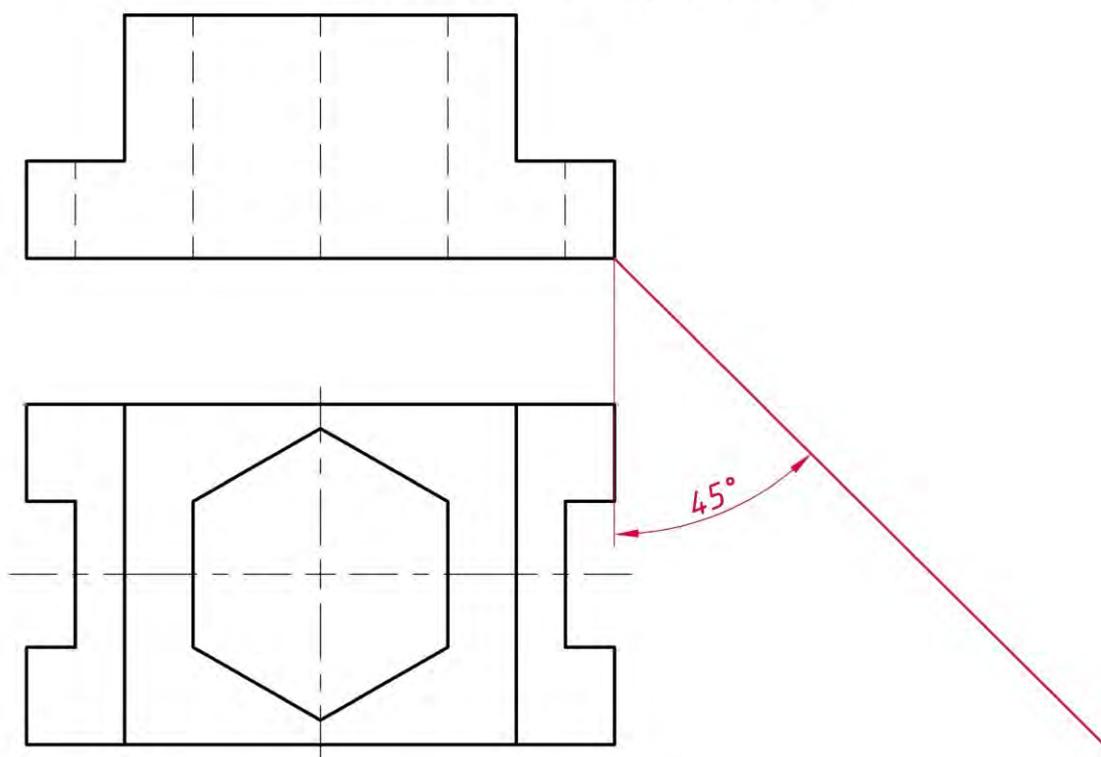
Вид сверху

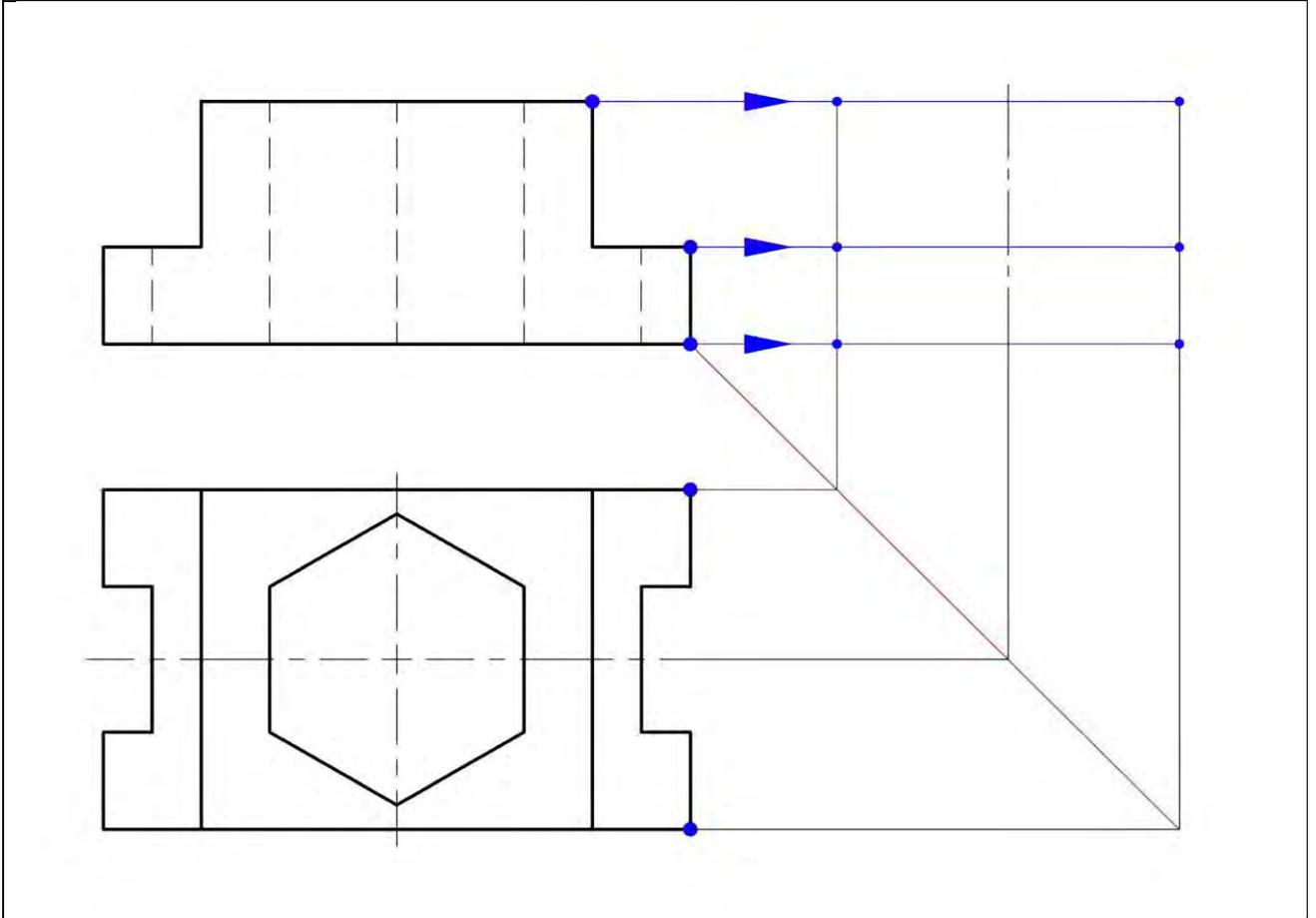
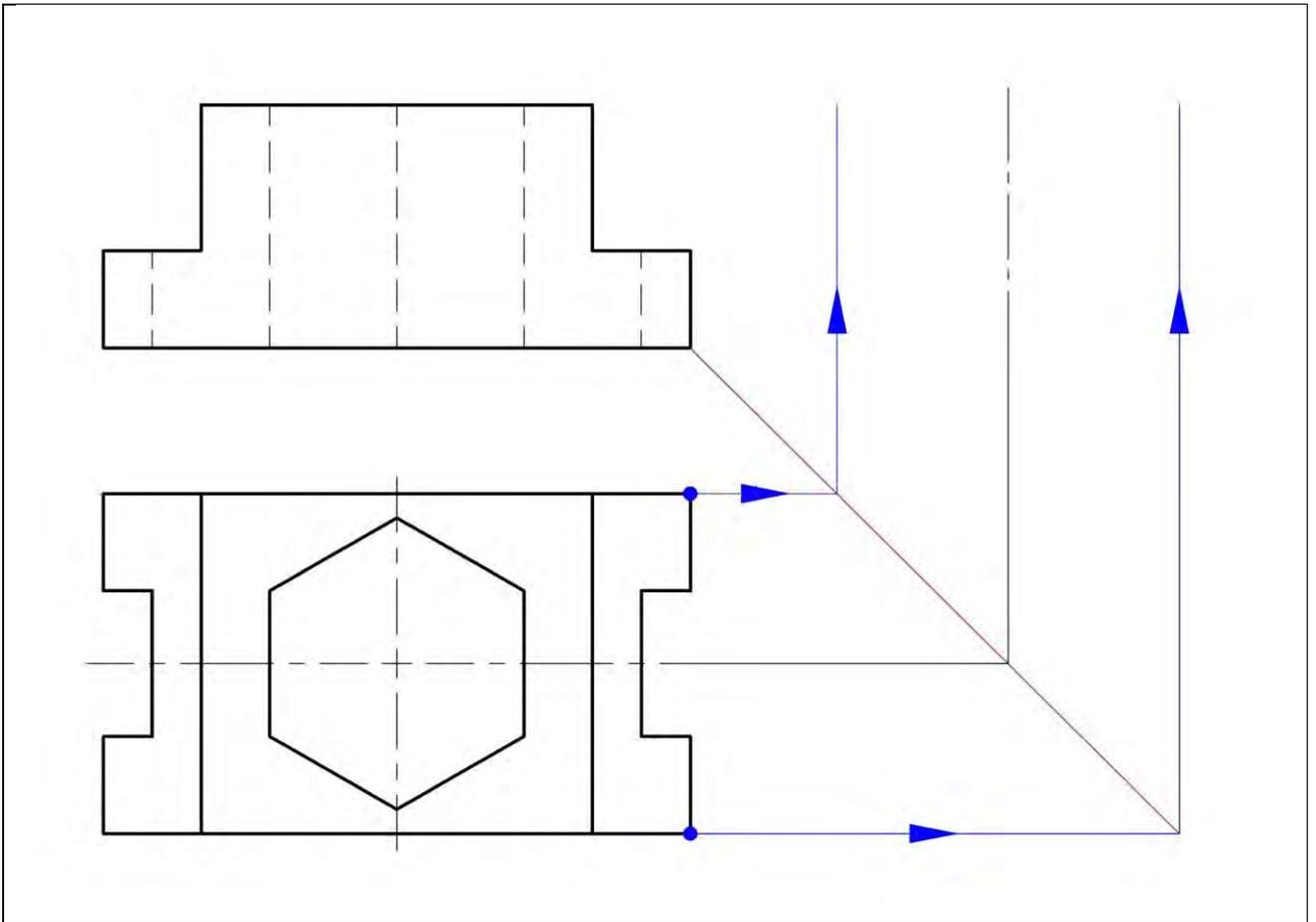


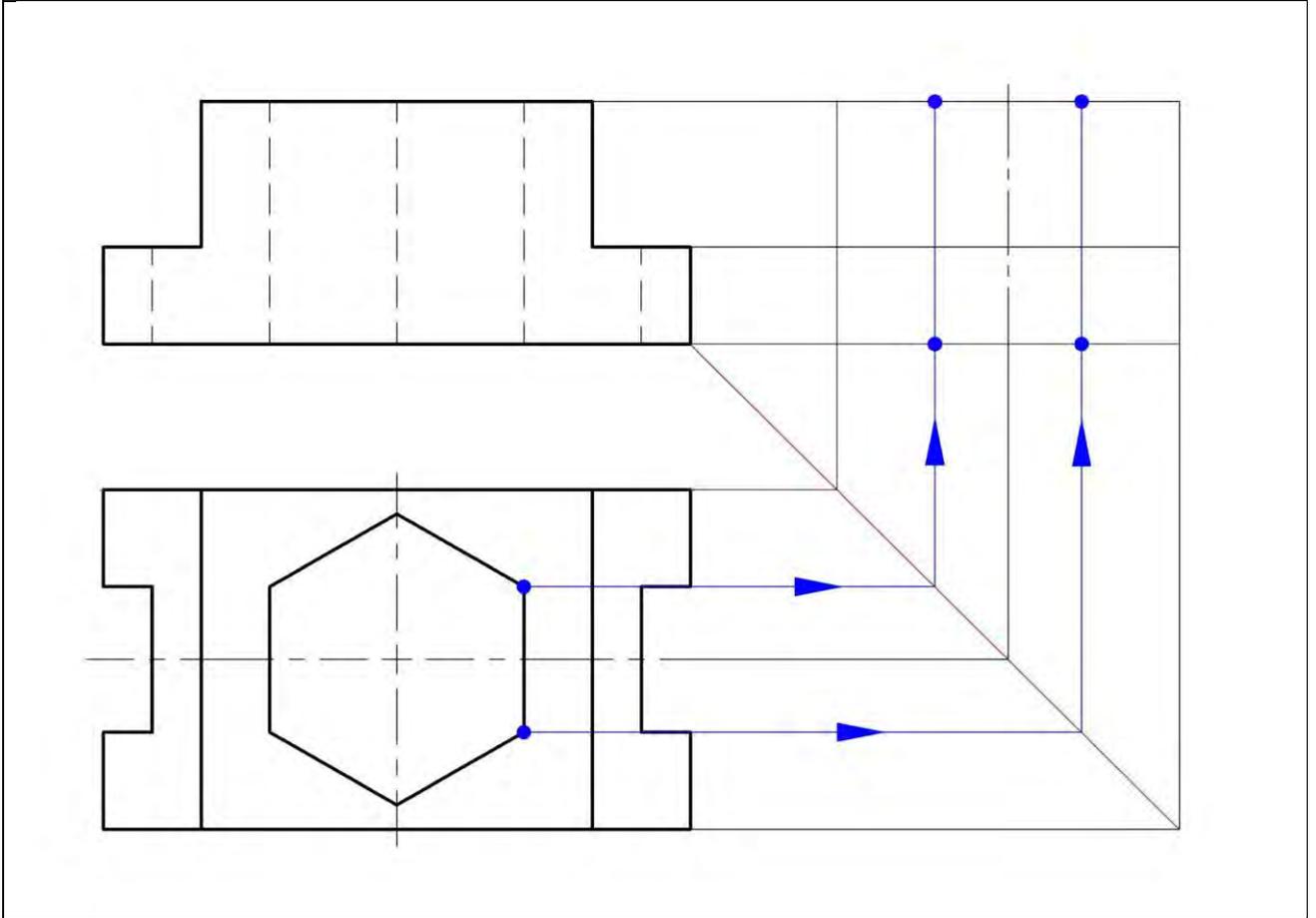
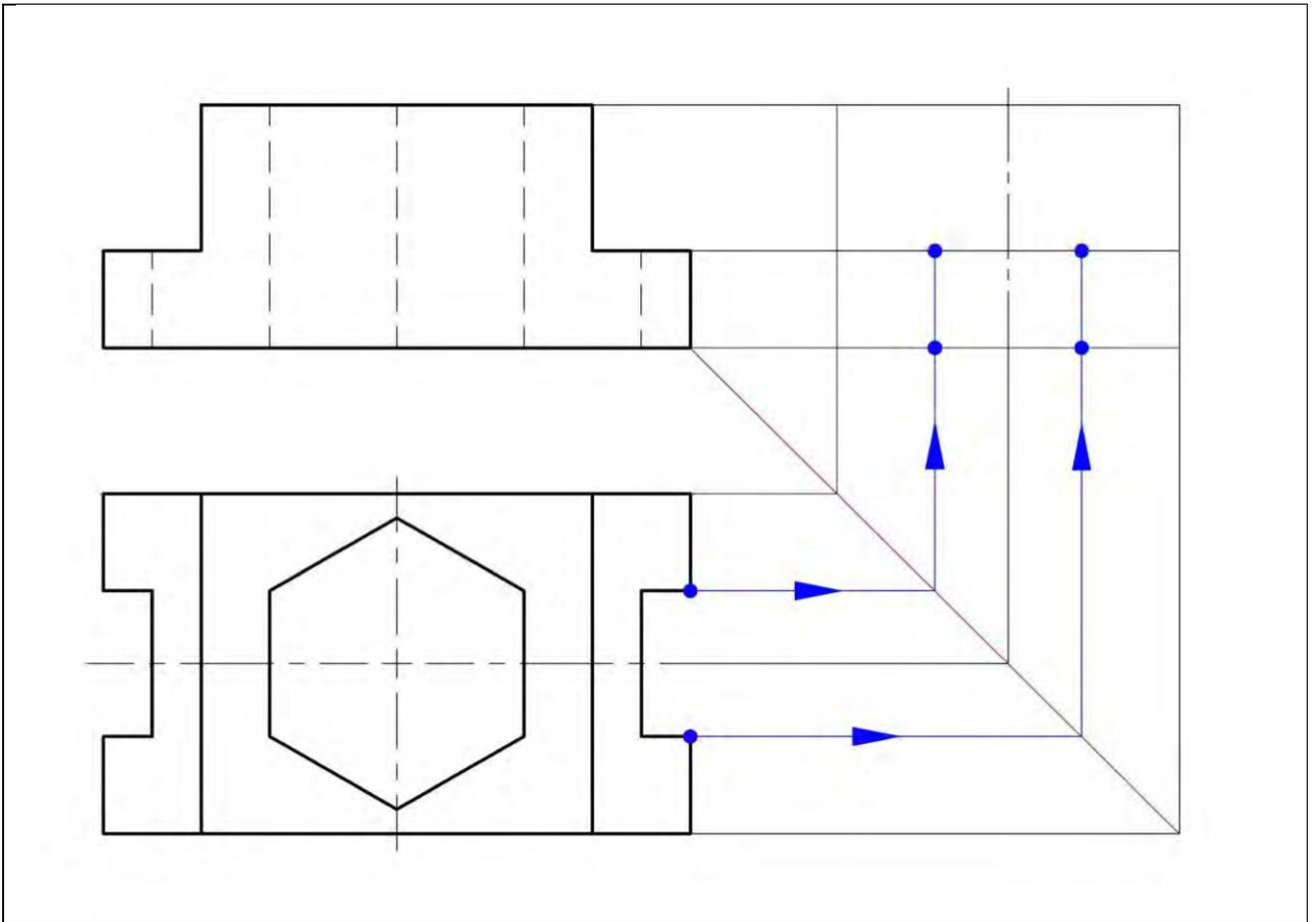
Аксонометрия

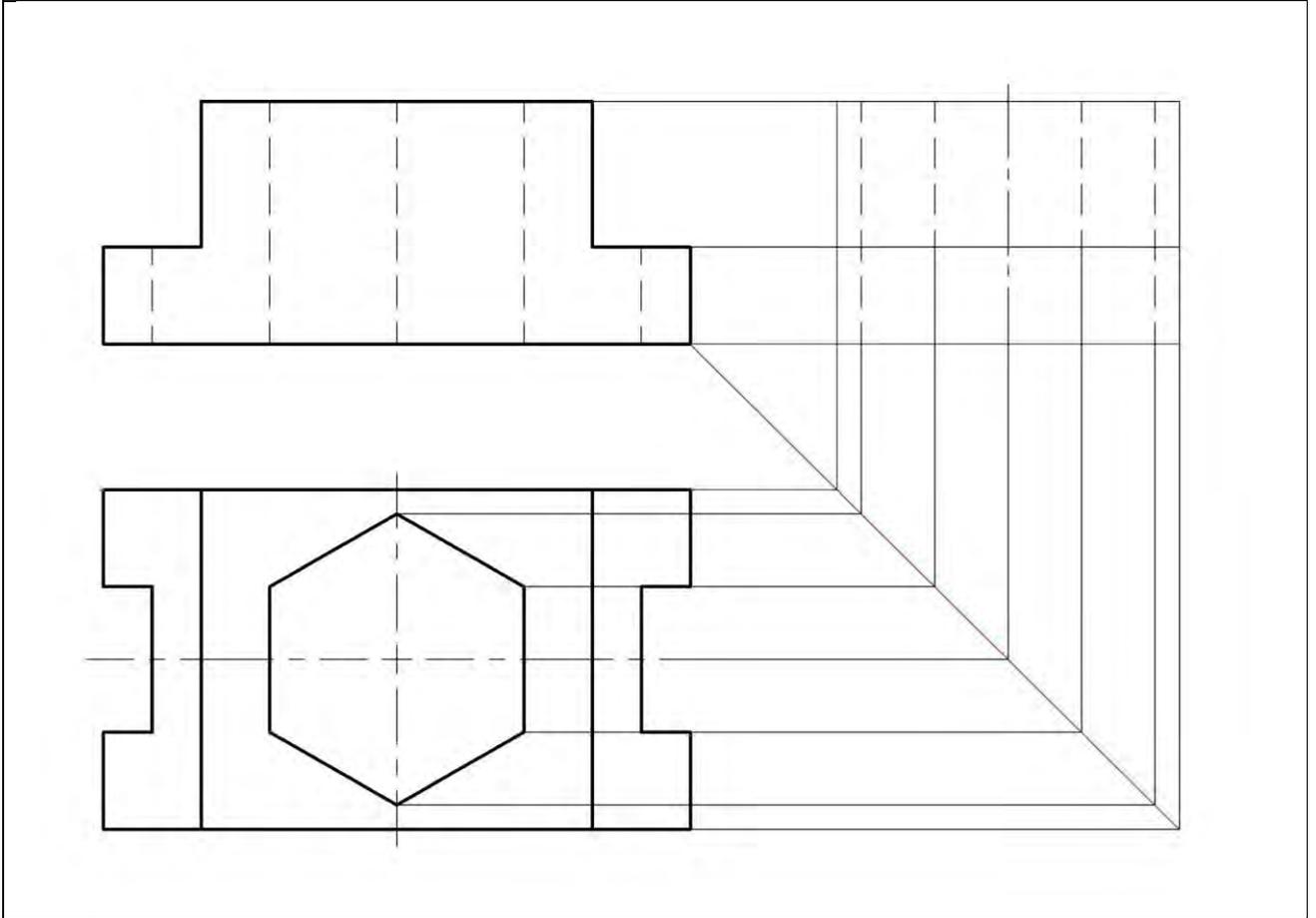
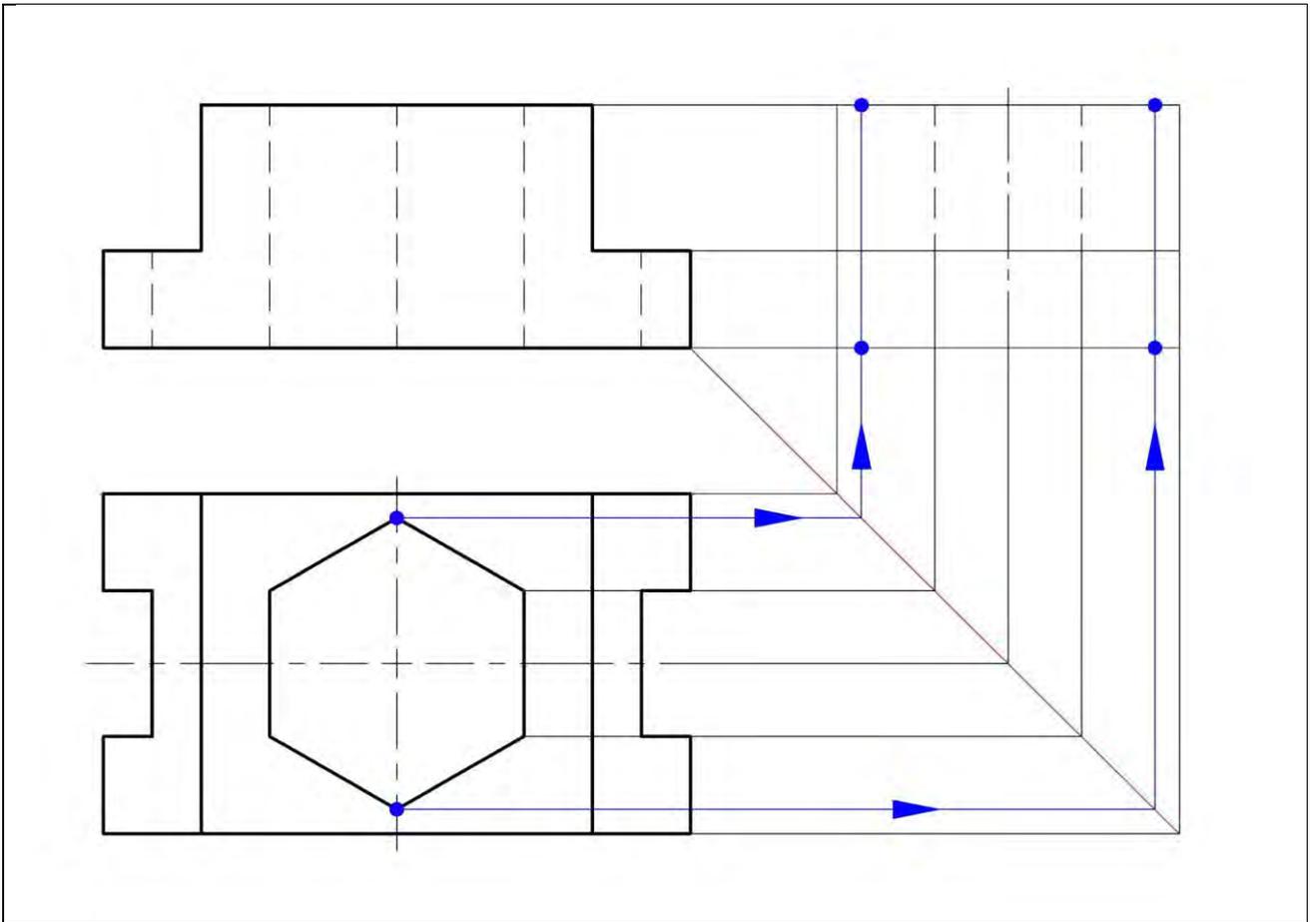


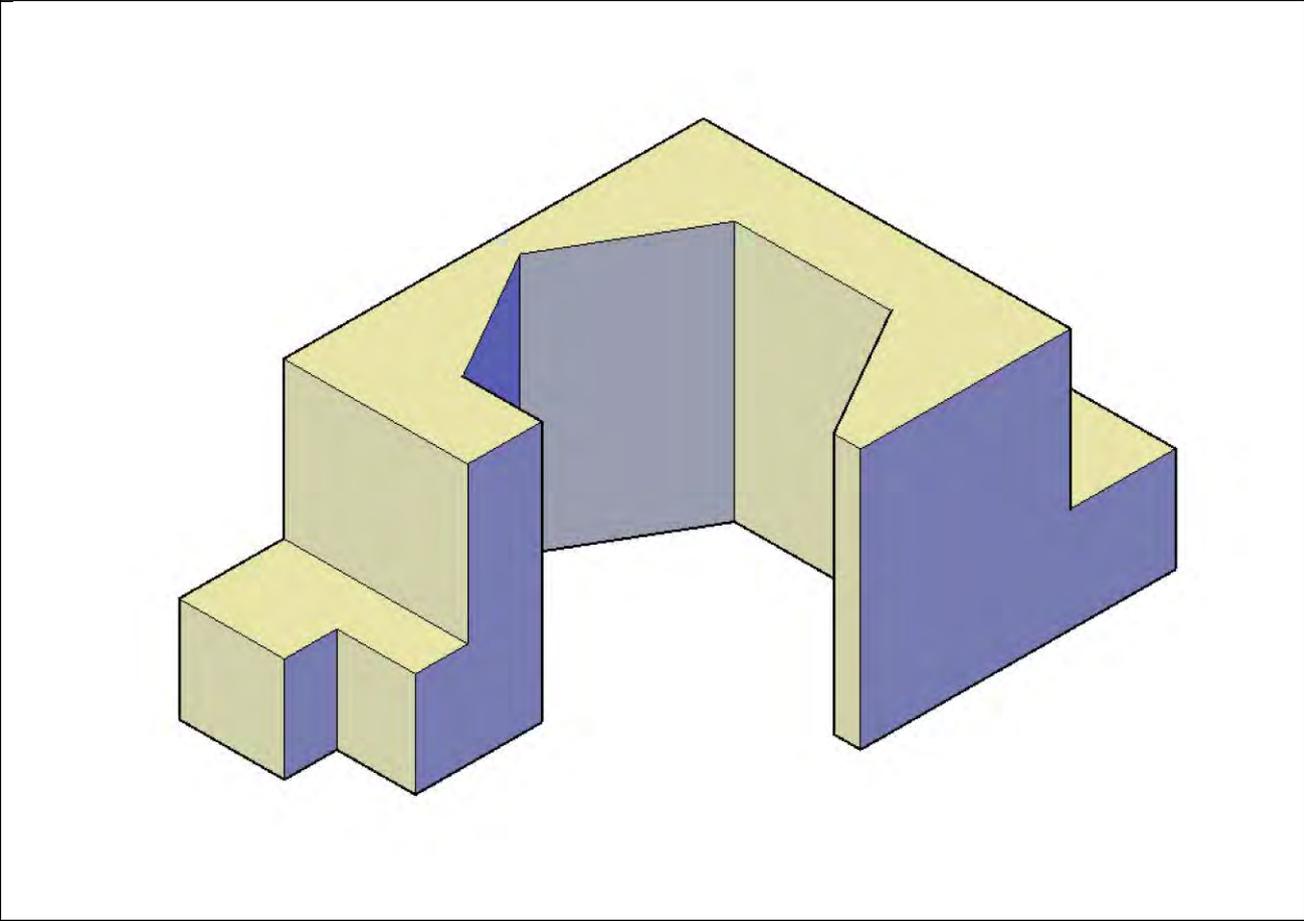
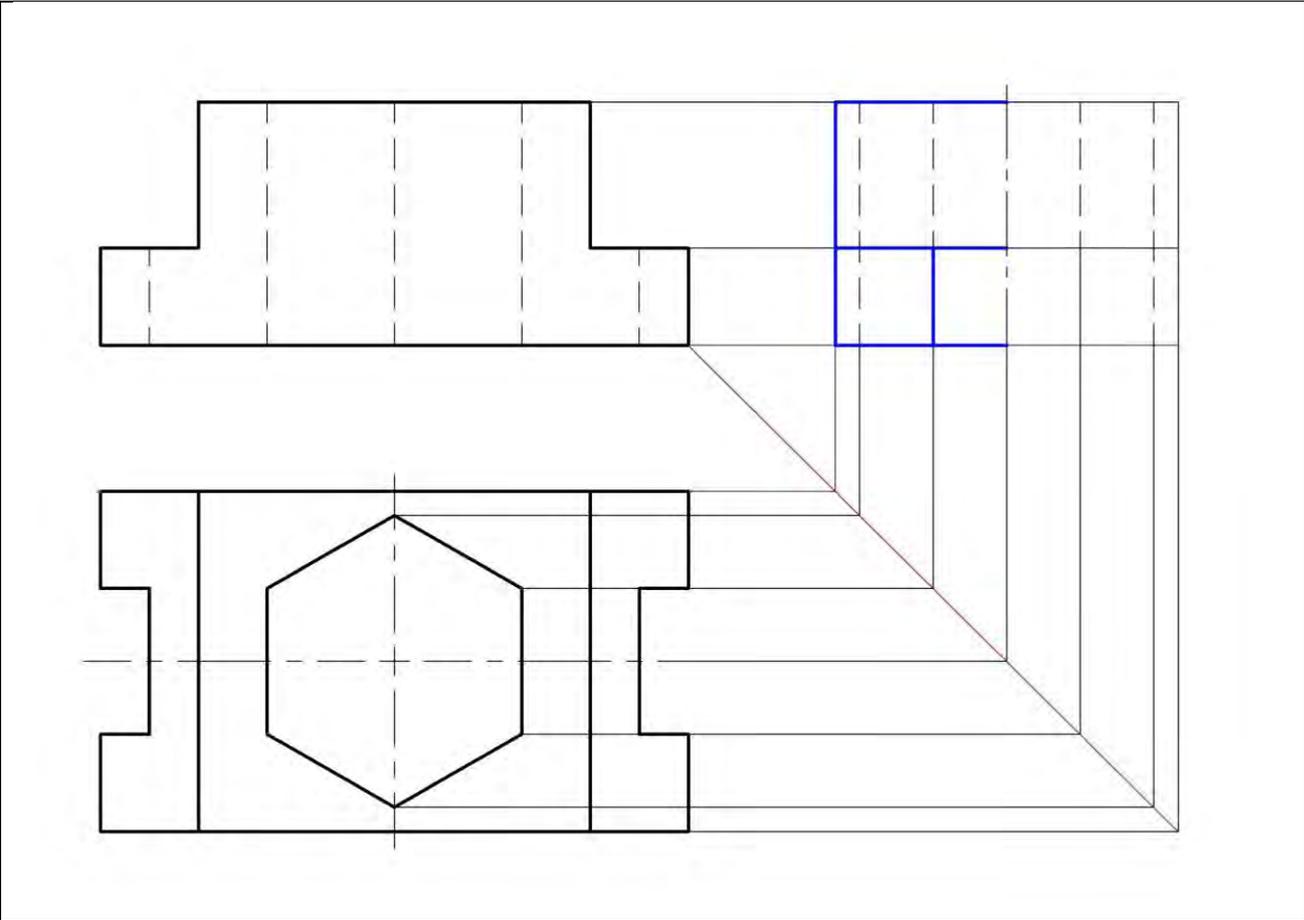
ПОСТРОЕНИЕ ВИДА СЛЕВА



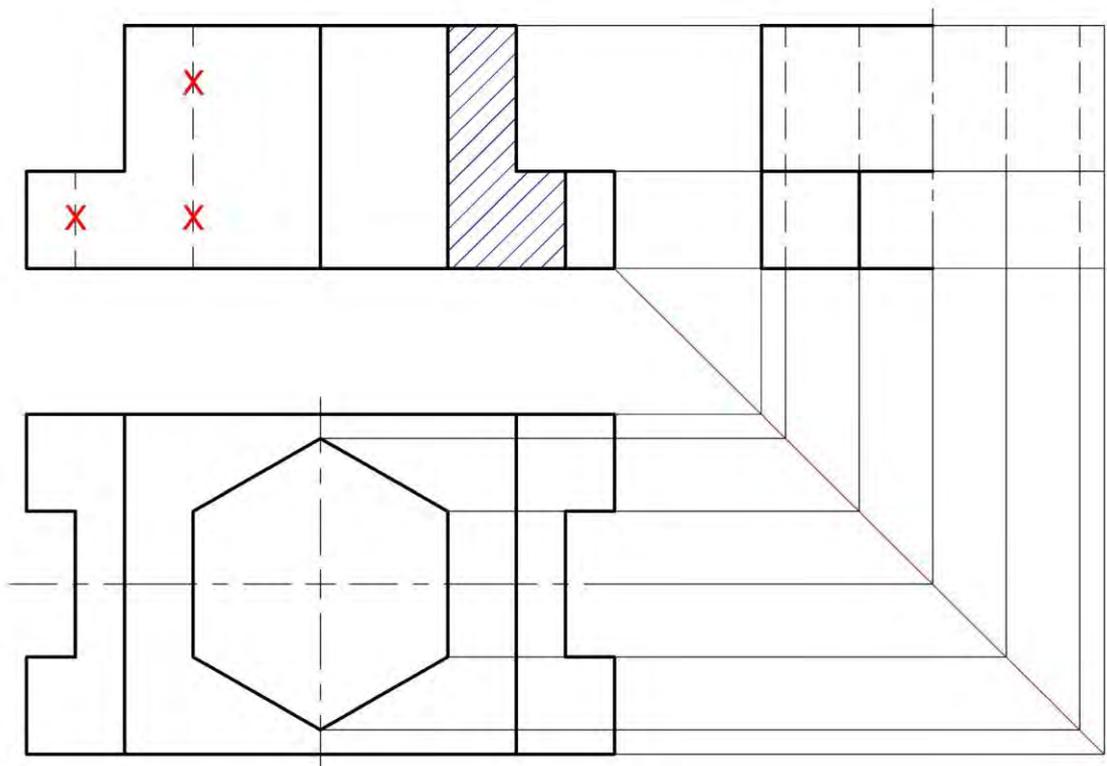
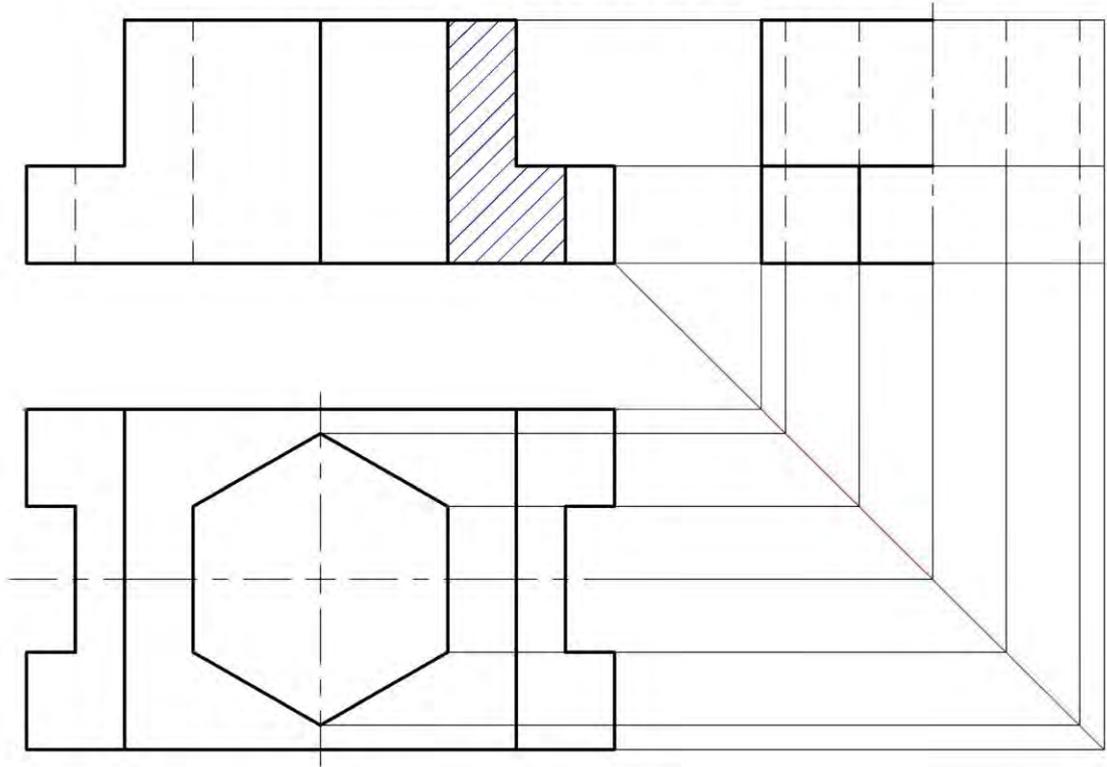


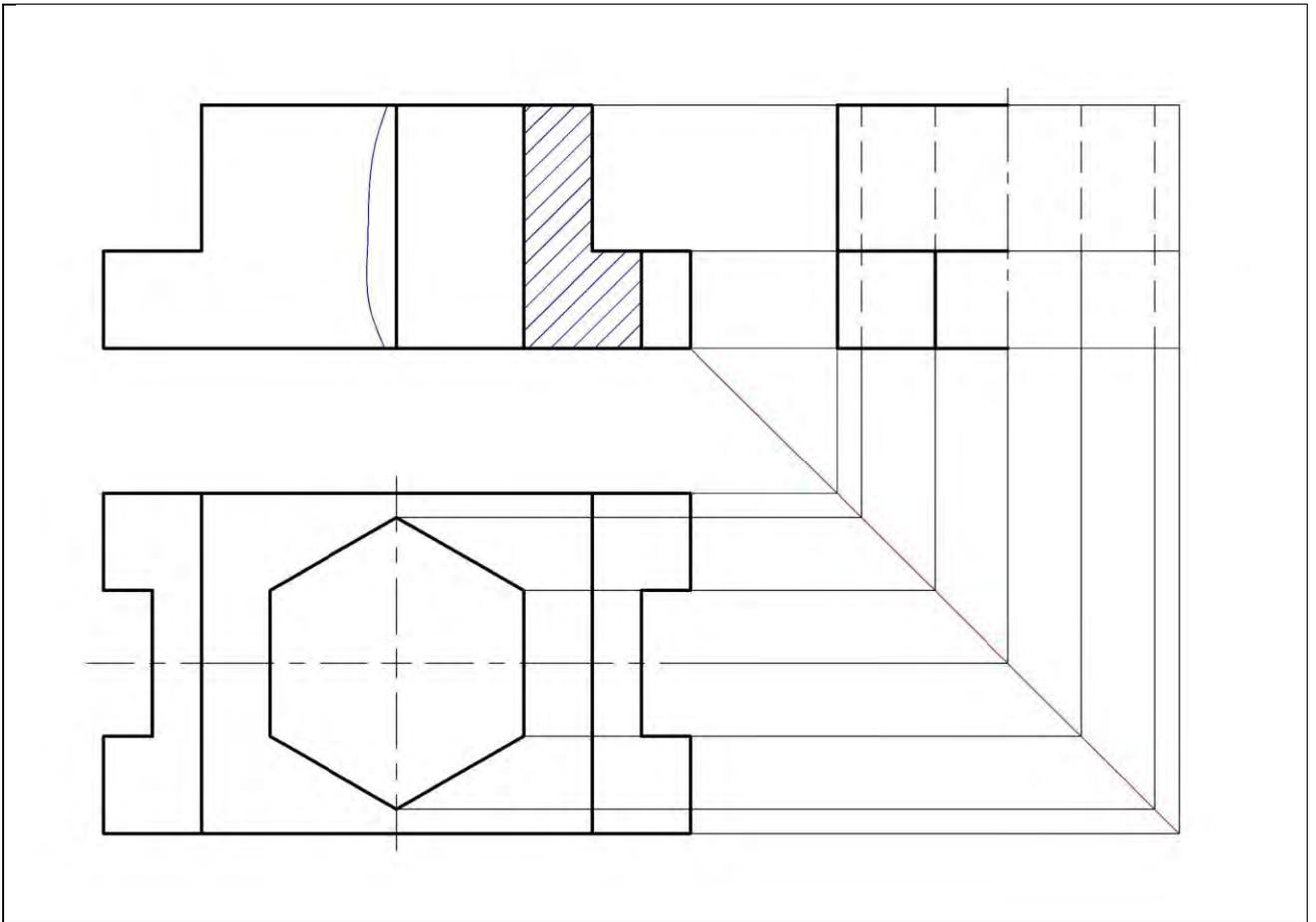




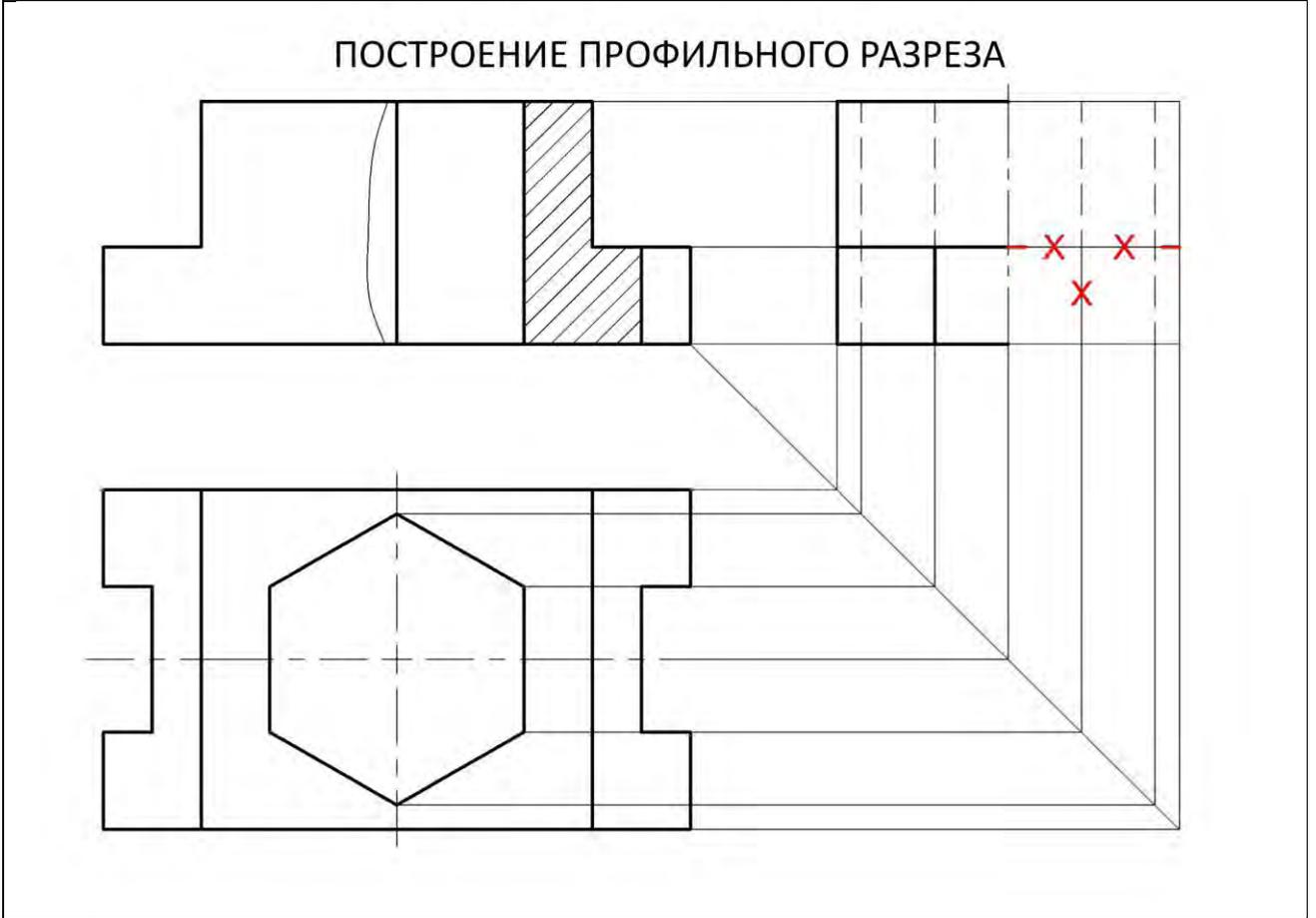


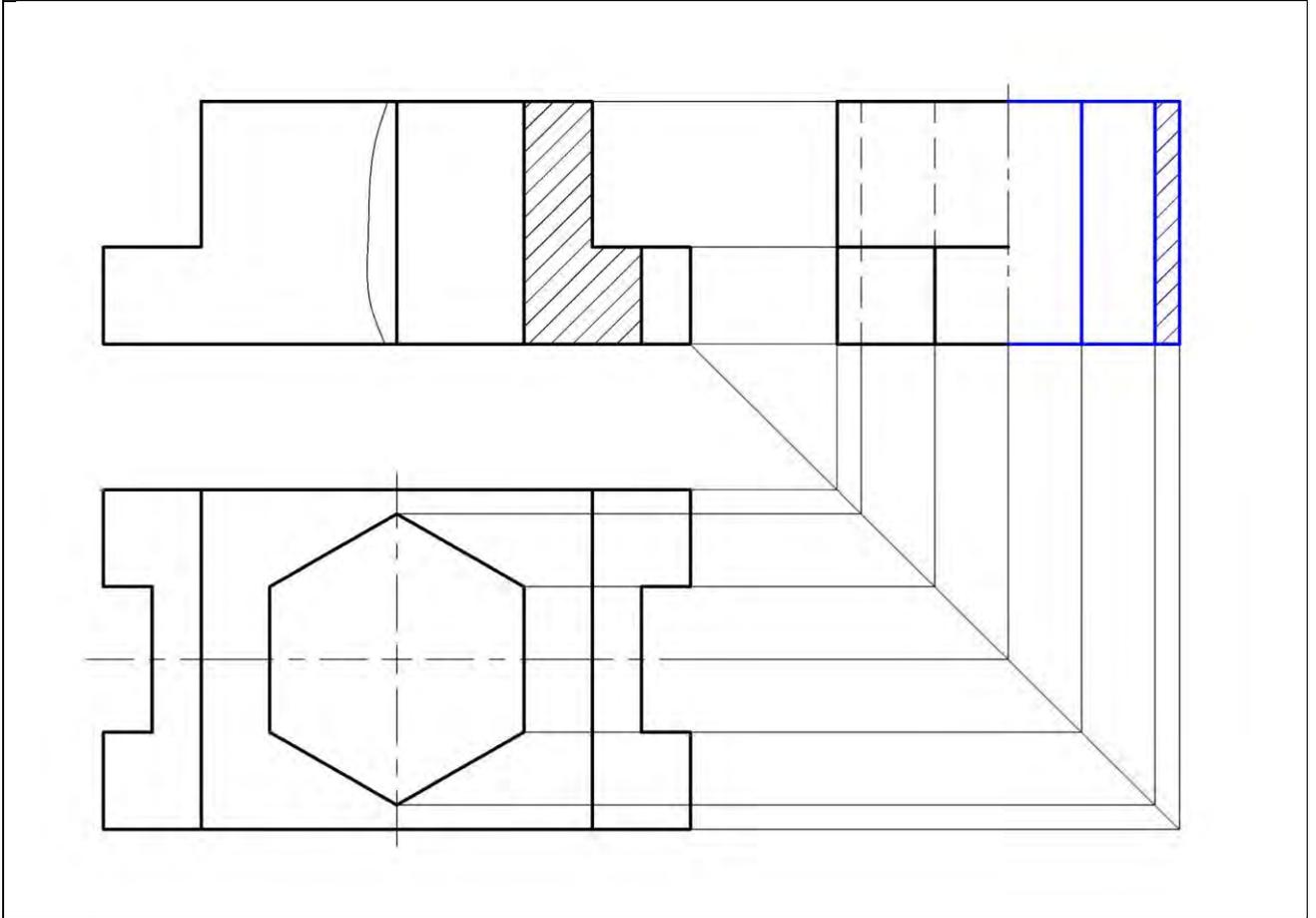
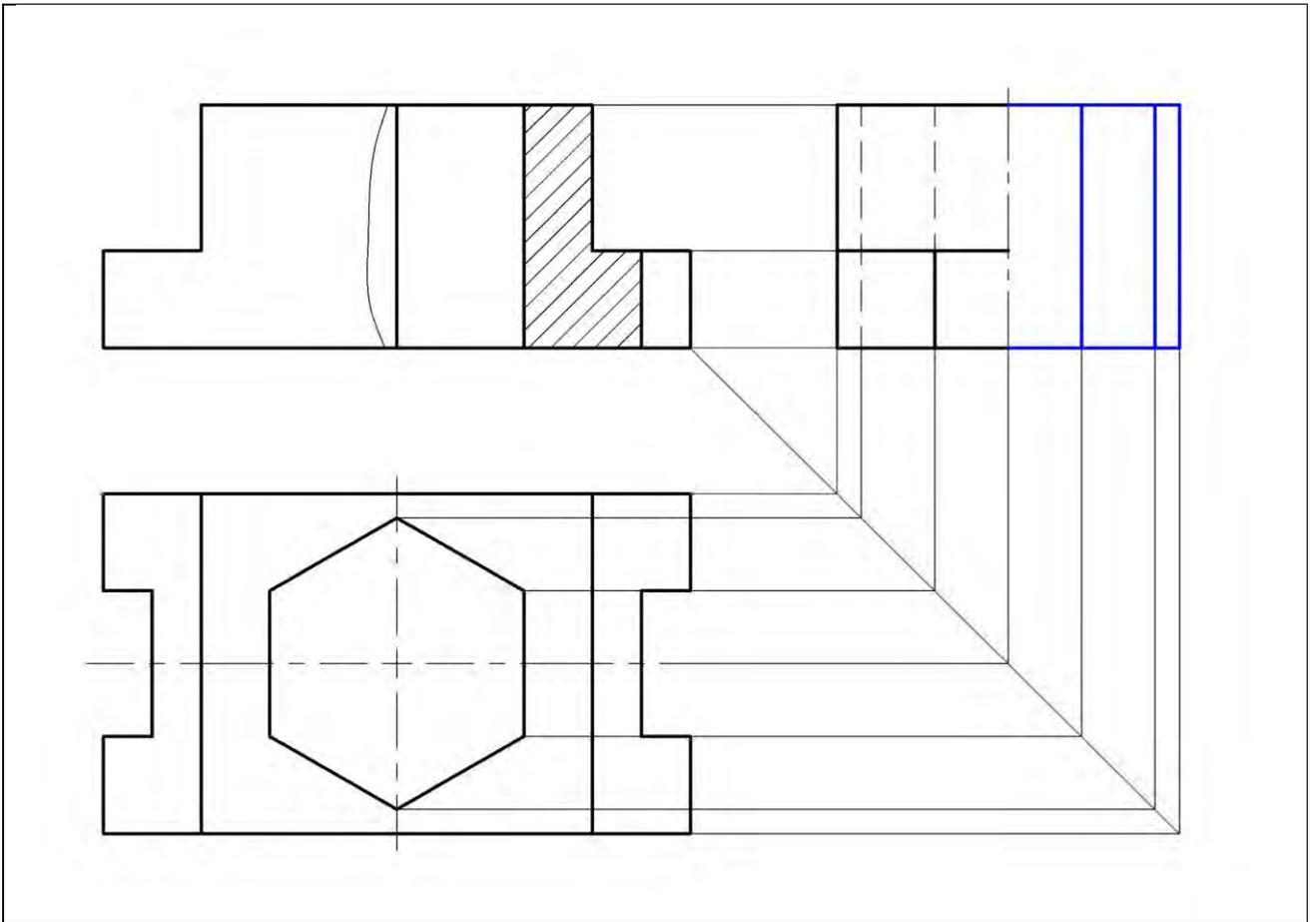
ПОСТРОЕНИЕ ФРОНТАЛЬНОГО РАЗРЕЗА

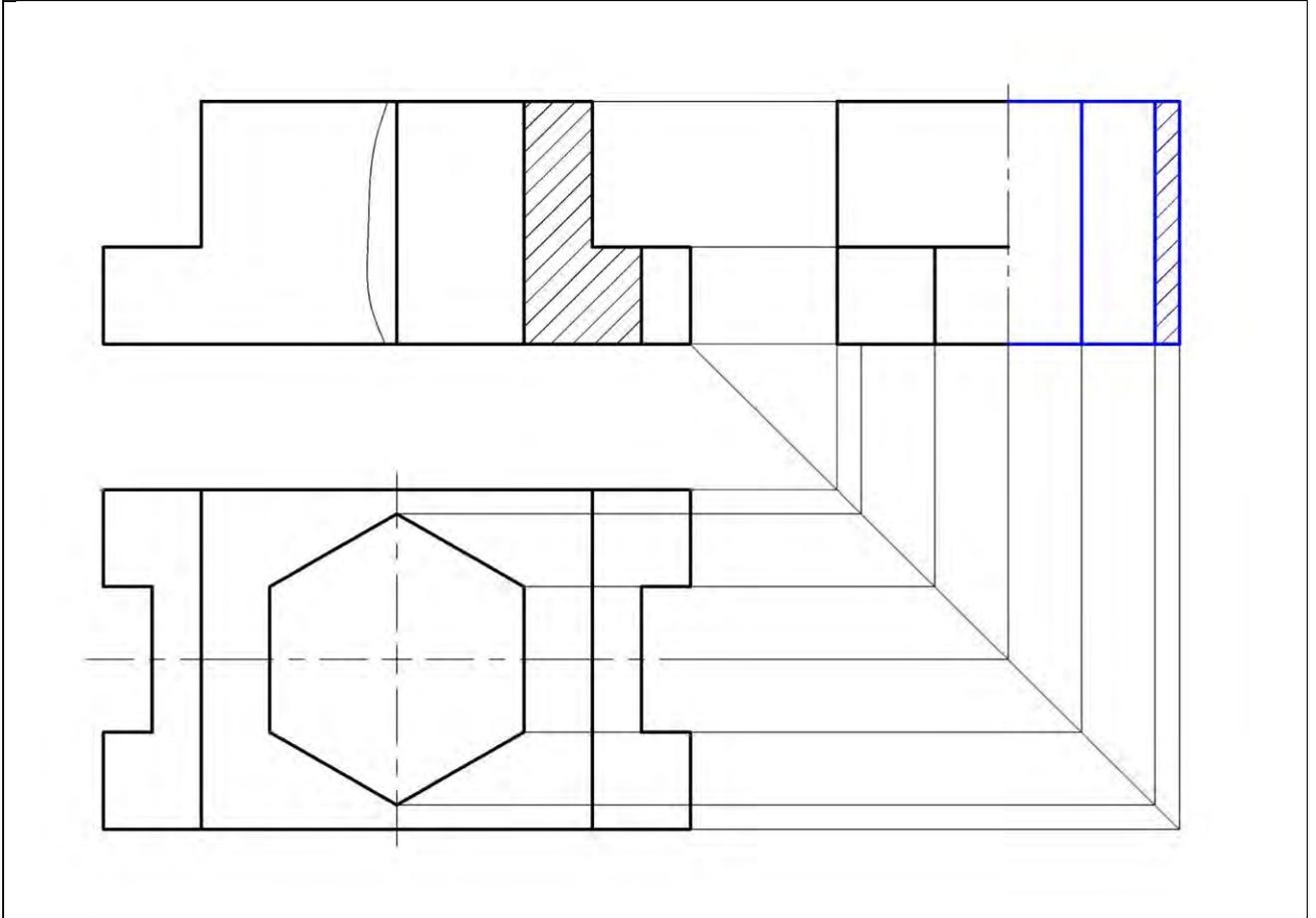
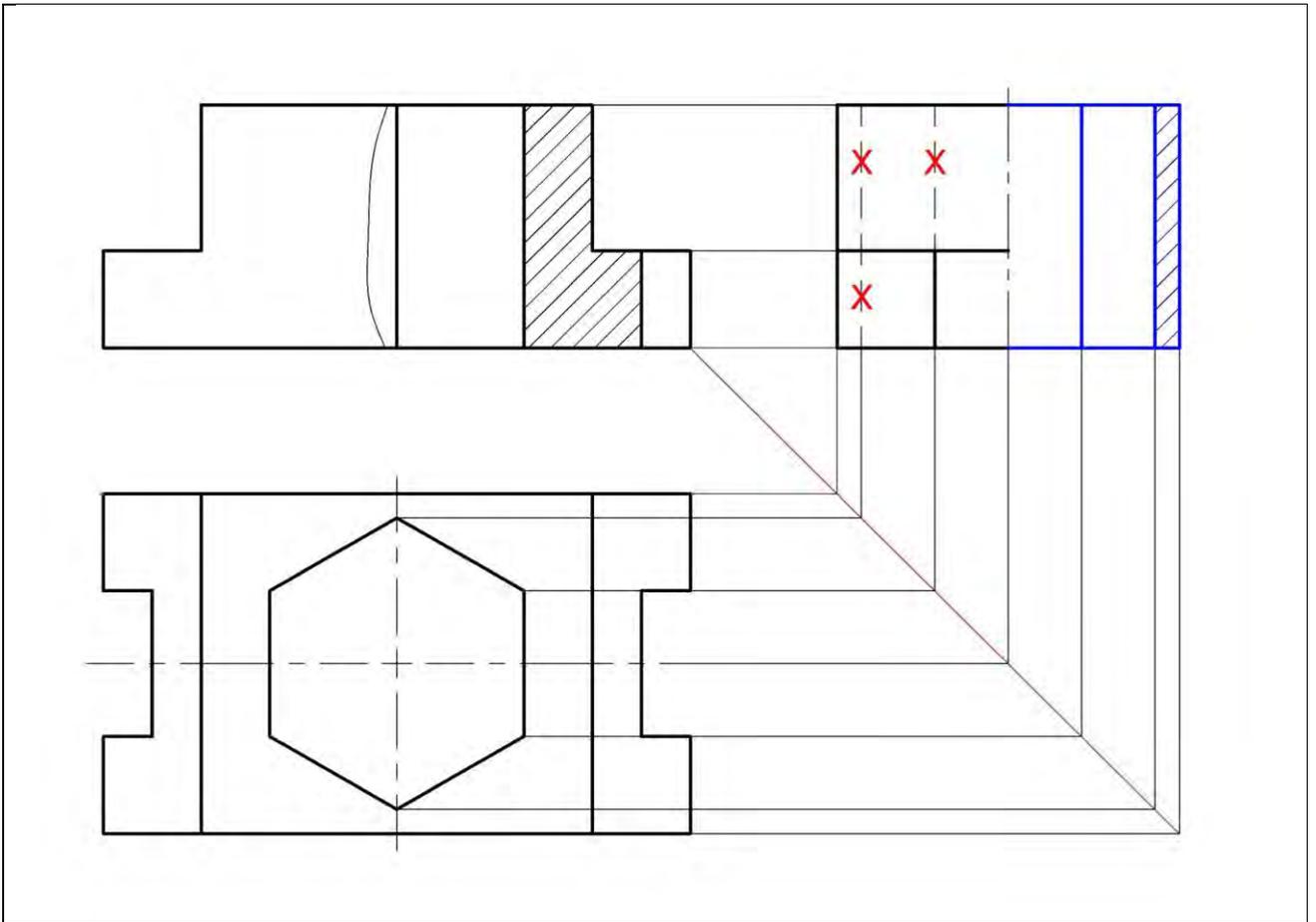


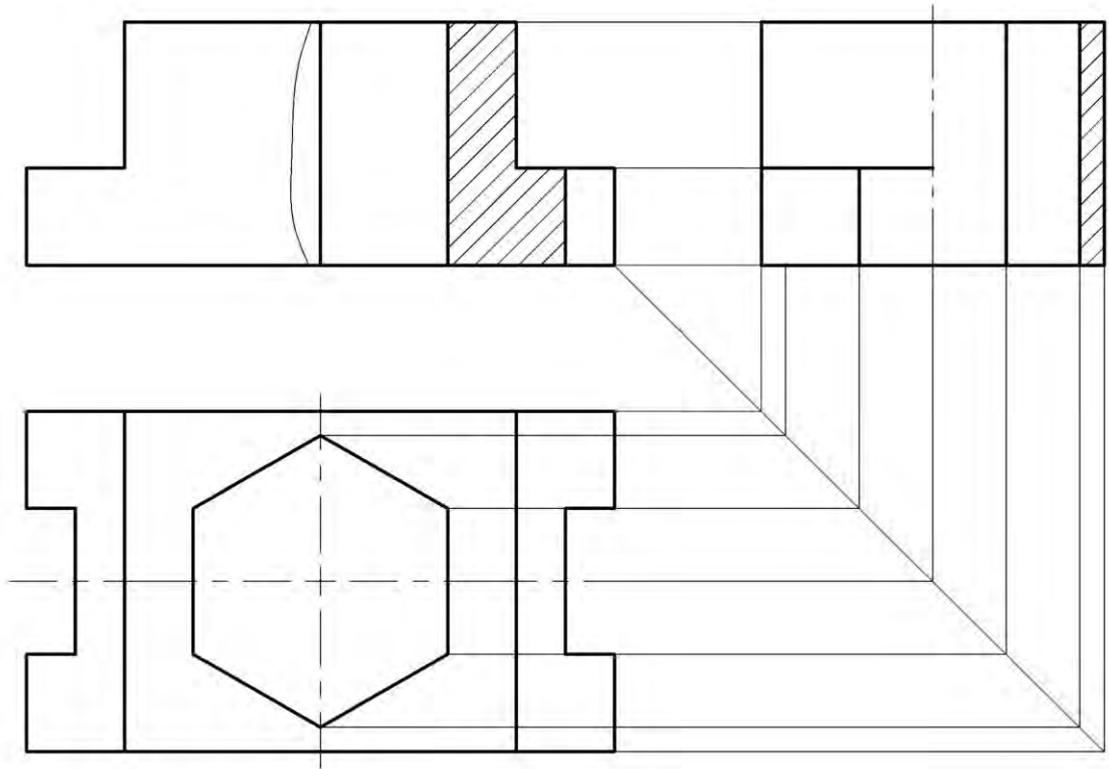


ПОСТРОЕНИЕ ПРОФИЛЬНОГО РАЗРЕЗА

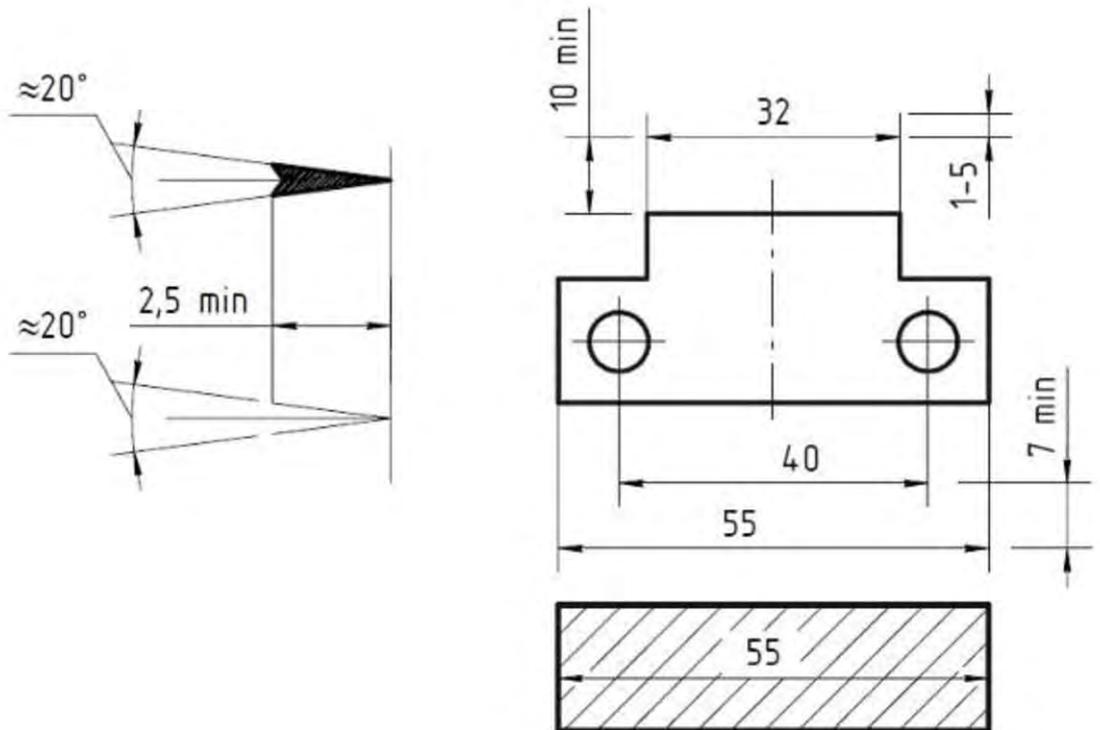


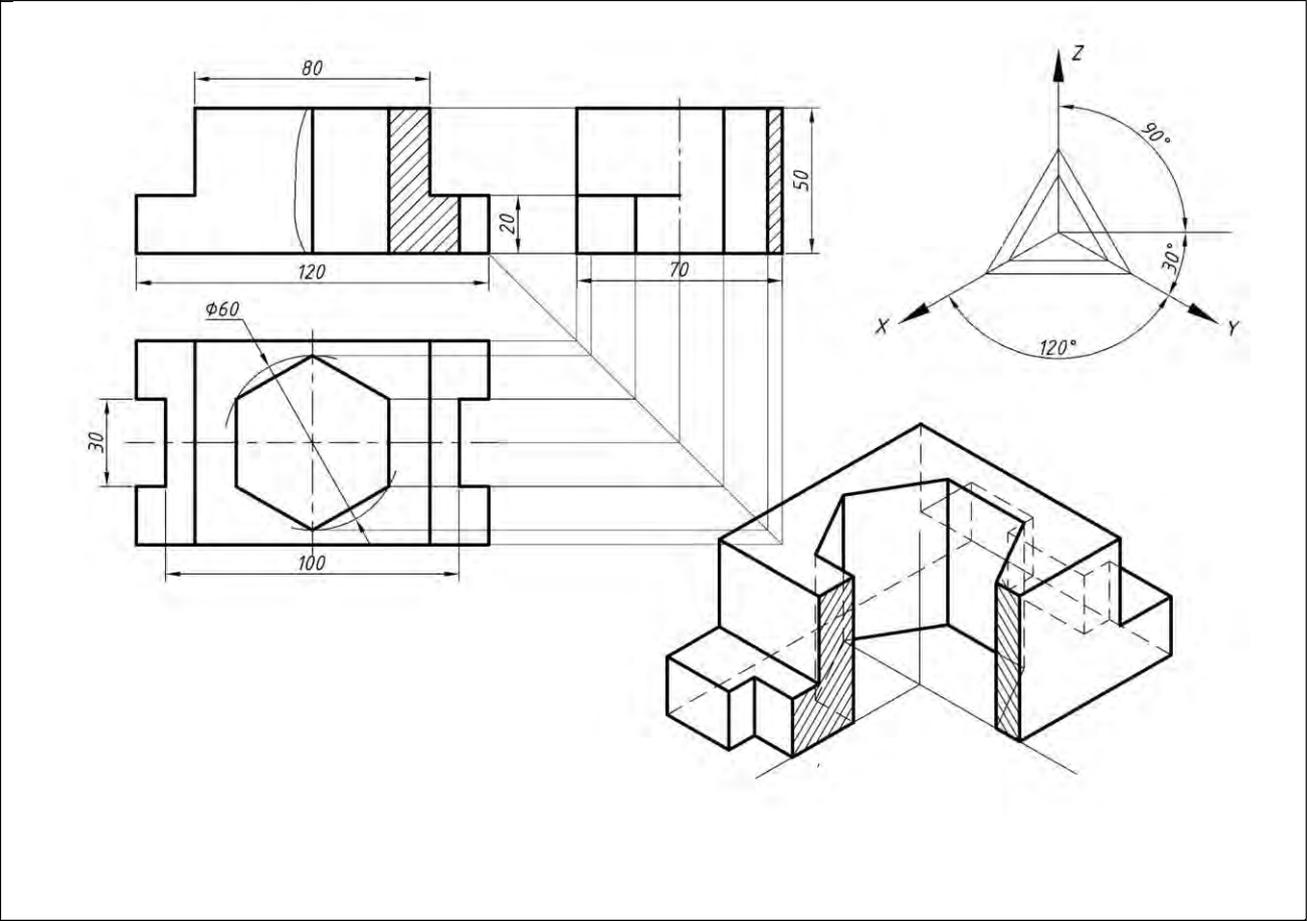
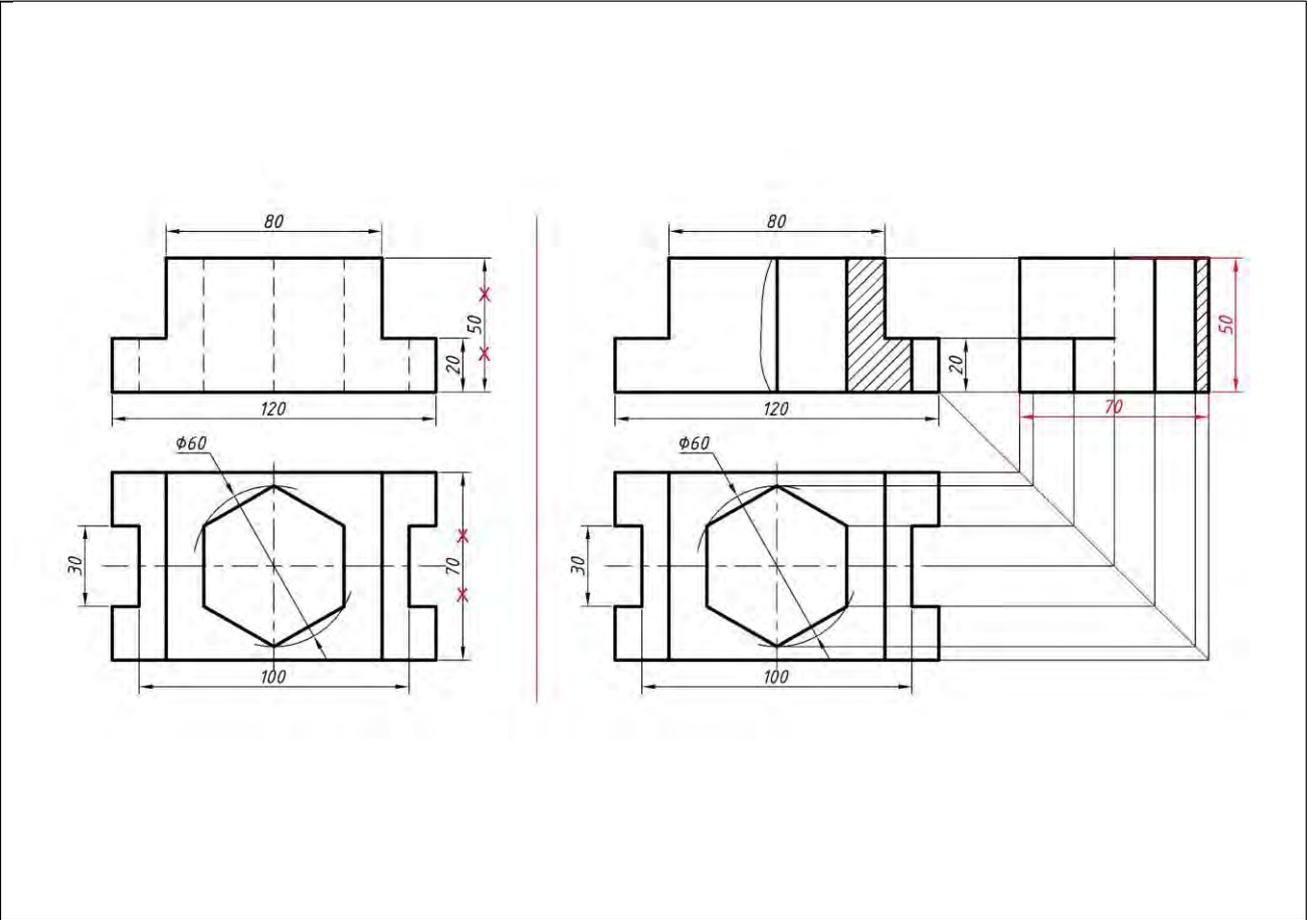






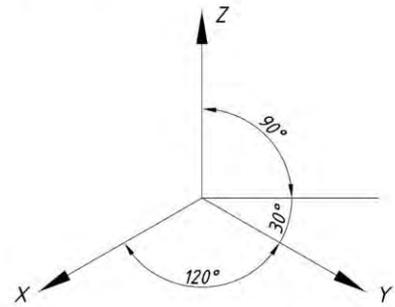
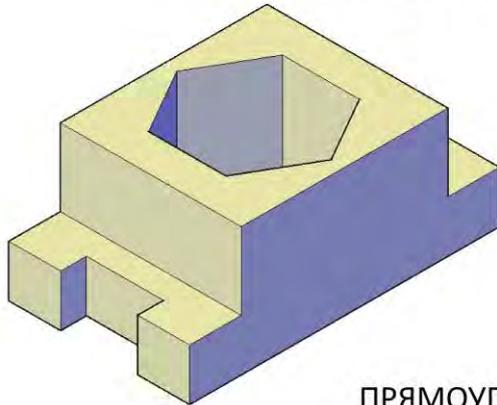
НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ



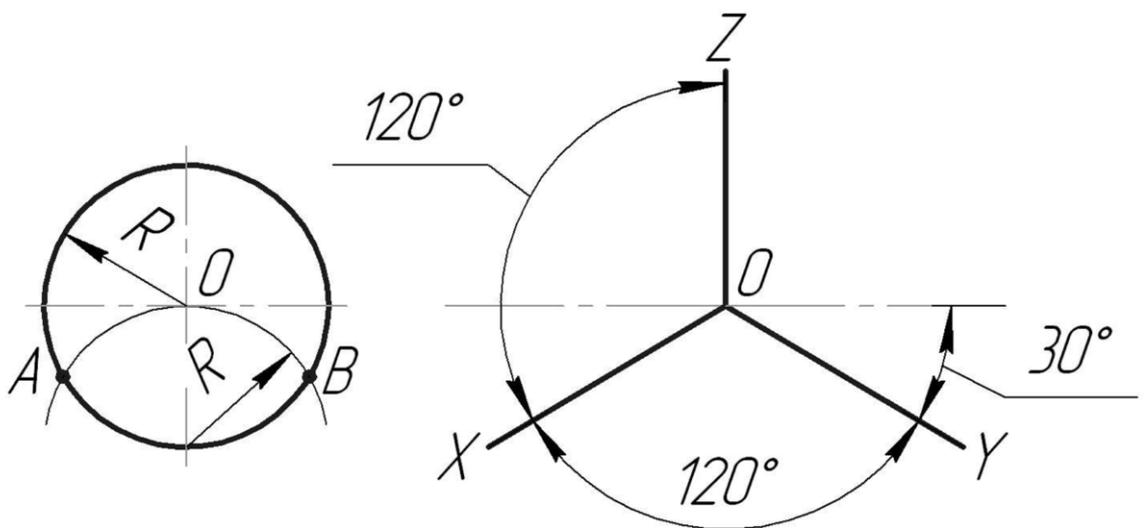
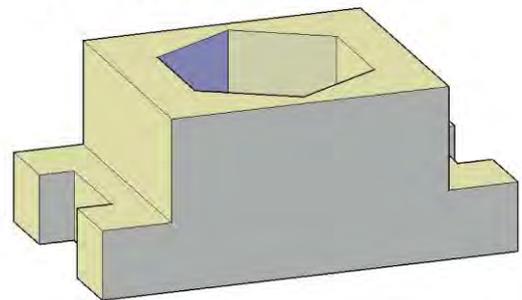
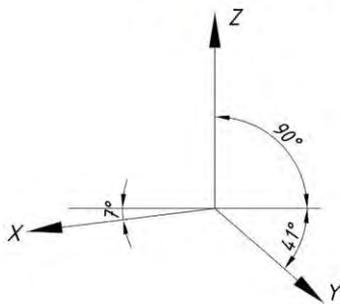


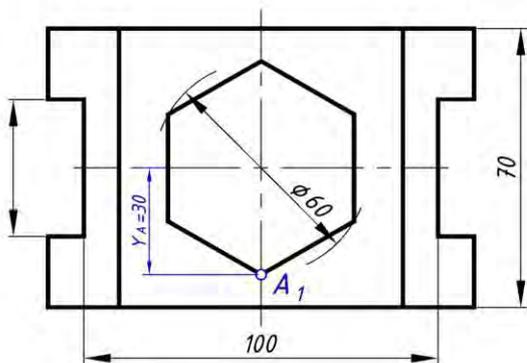
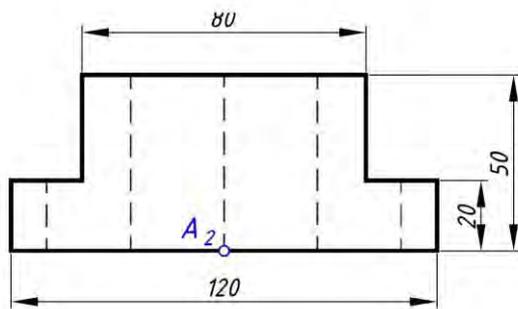
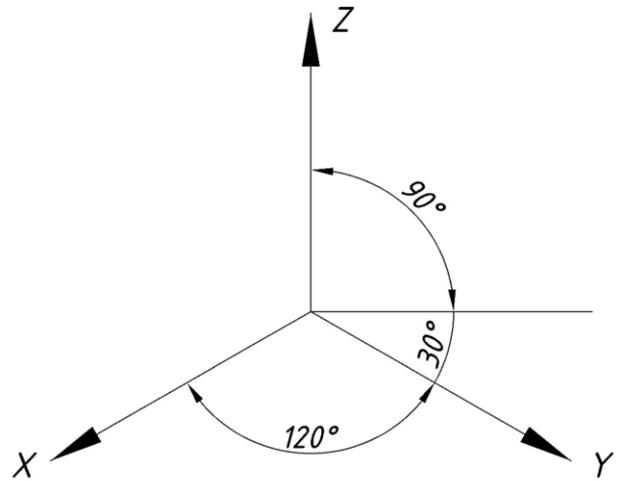
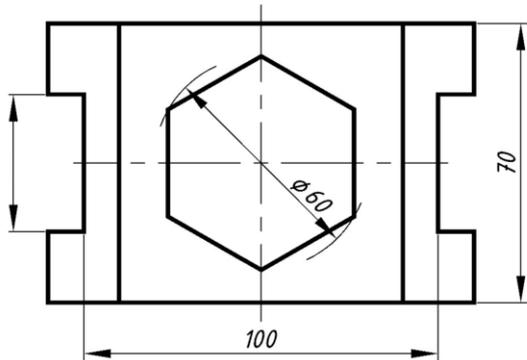
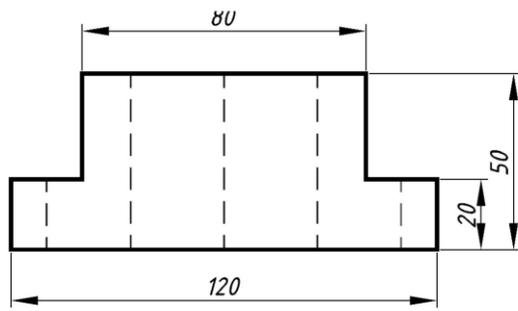
# ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИИ

## ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЯ

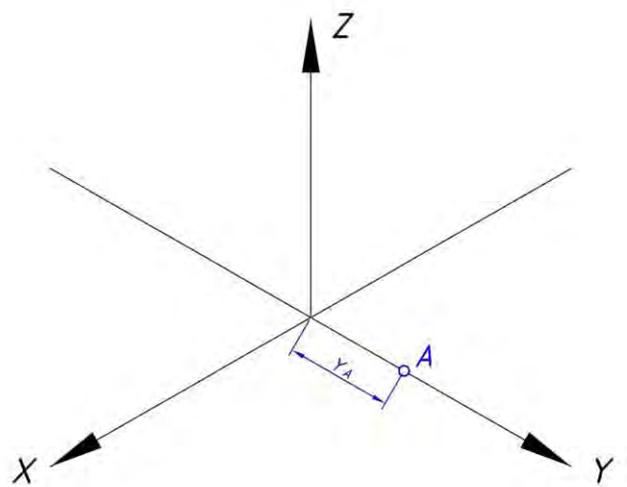


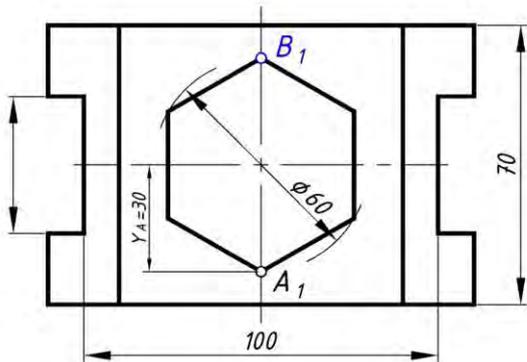
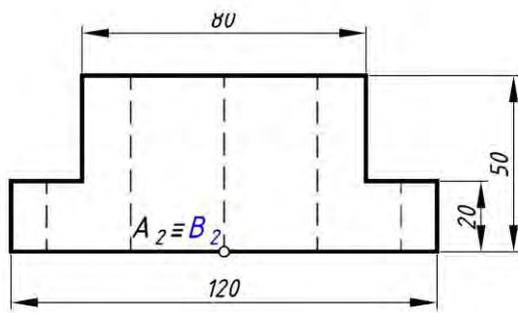
## ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ДИМЕТРИЯ



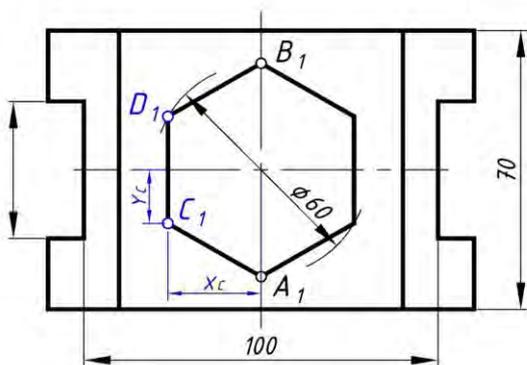
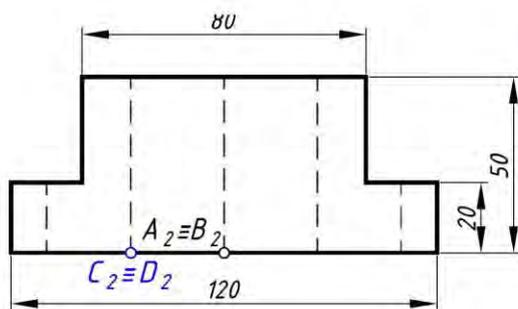
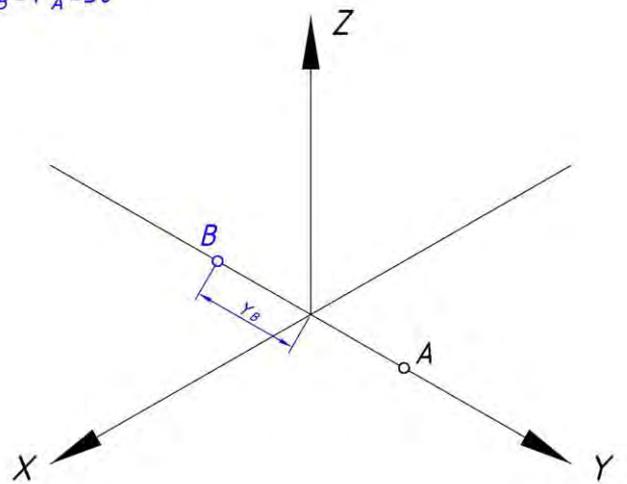


$$\begin{aligned} X_A &= 0; \\ Z_A &= 0; \\ Y_A &= 30 \end{aligned}$$

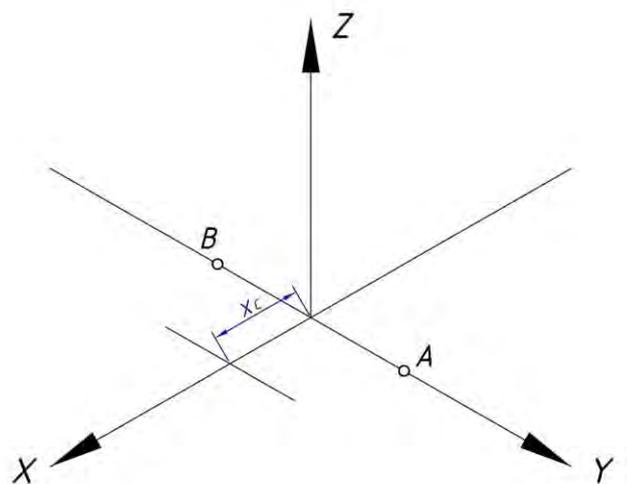


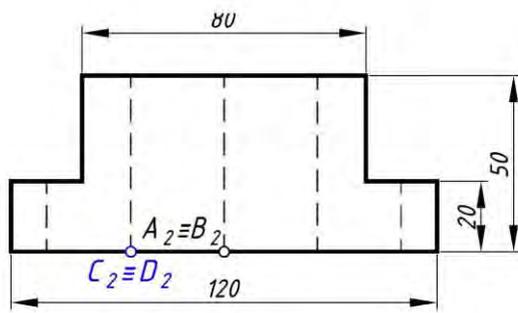


Точка В принадлежит оси Y и симметрична точке А  
 $X_B=0$ ;  
 $Z_B=0$ ;  
 $Y_B=Y_A=30$

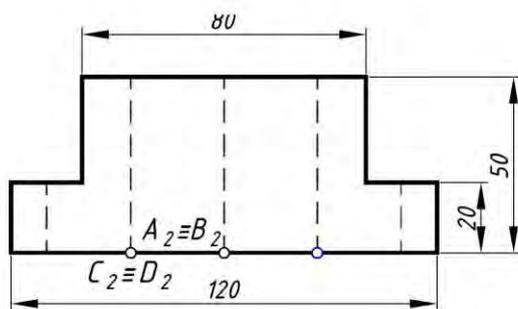
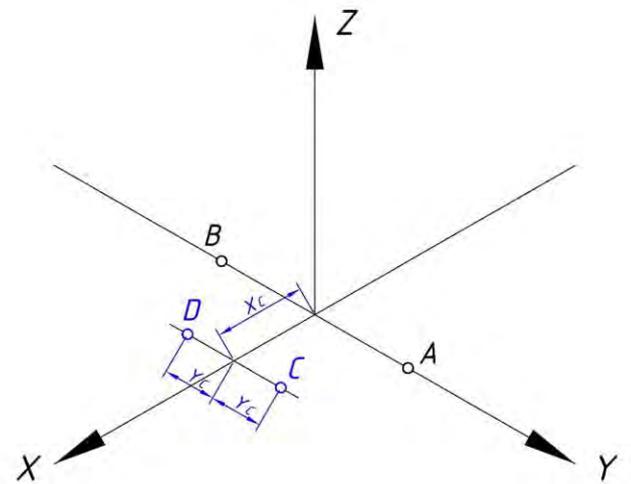
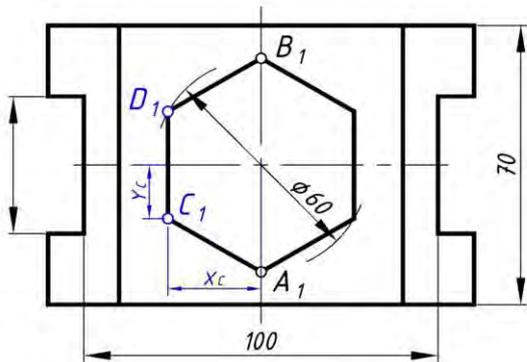


Отрезок CD // оси Y.

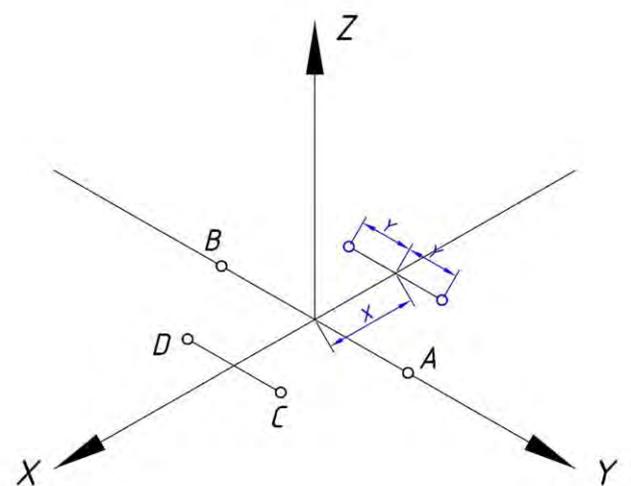
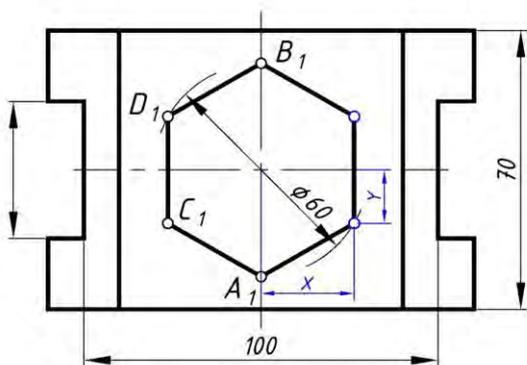


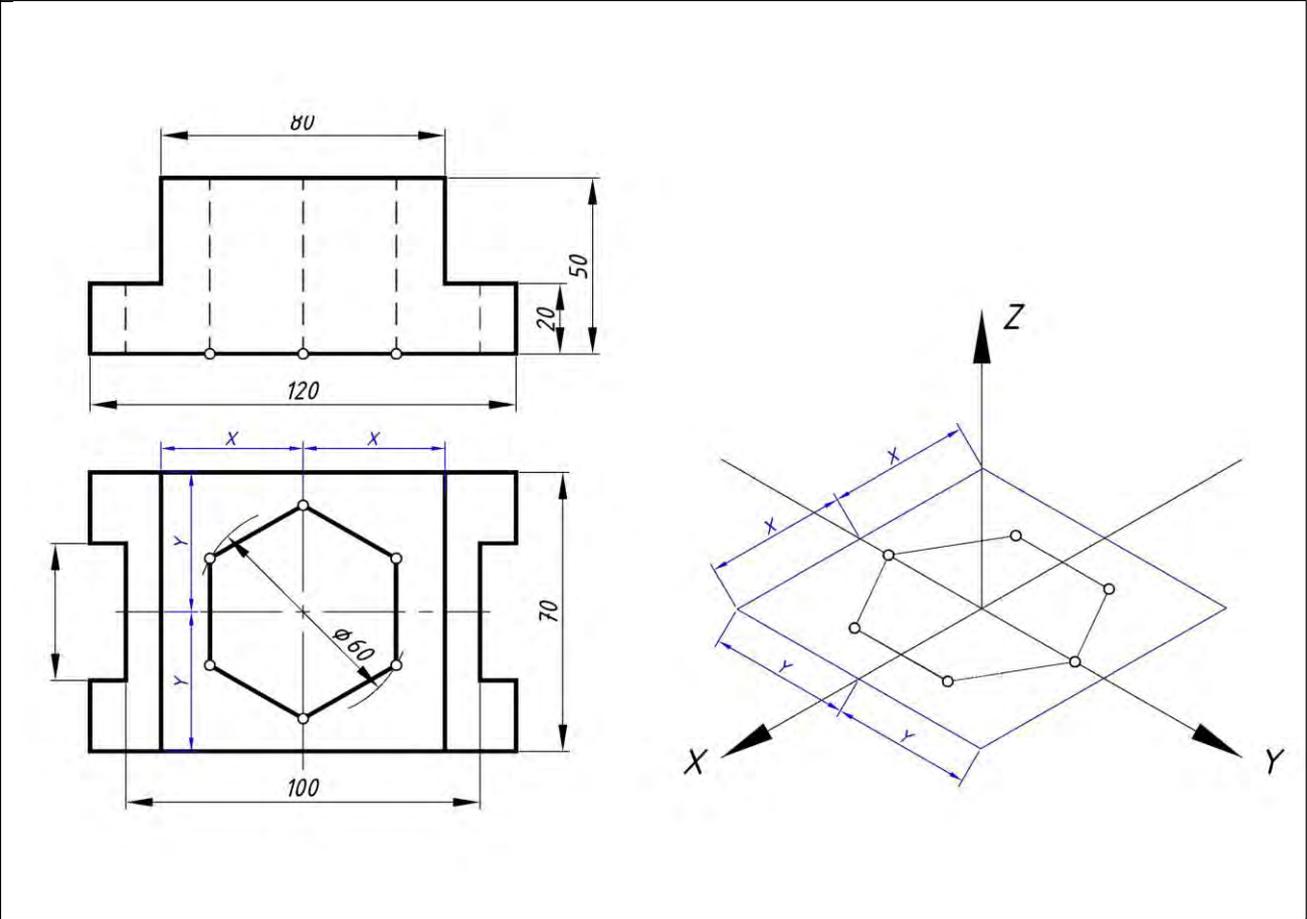
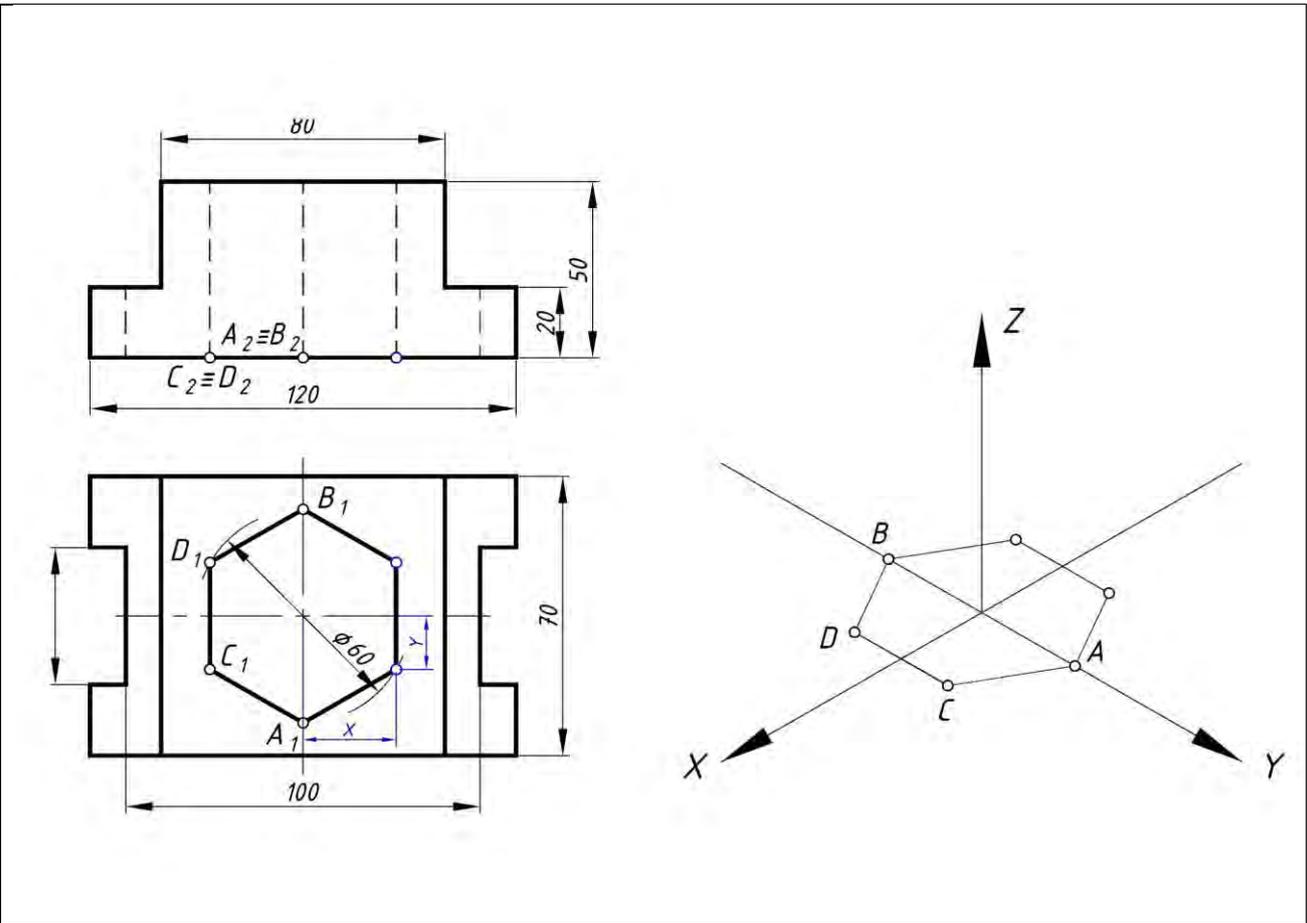


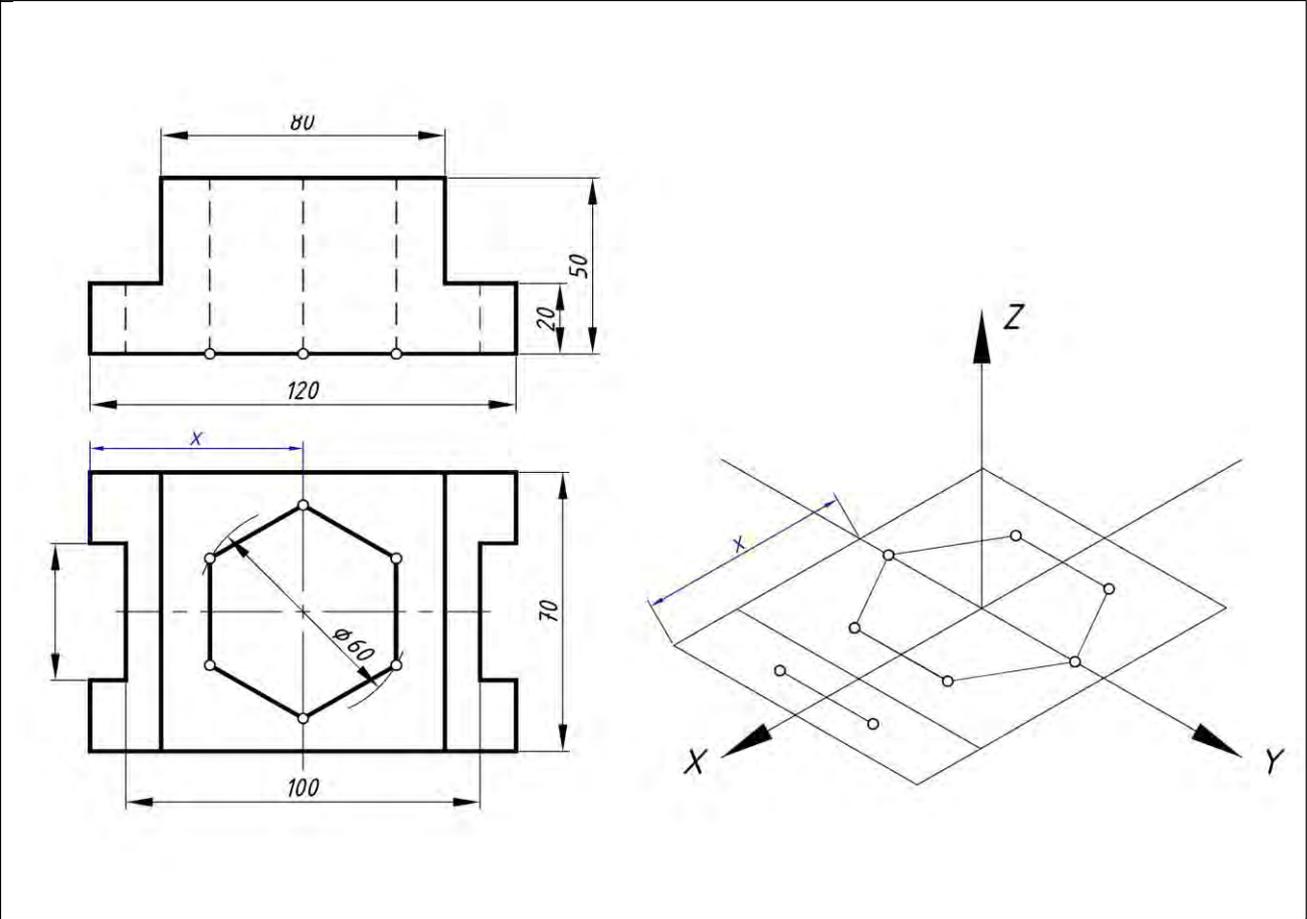
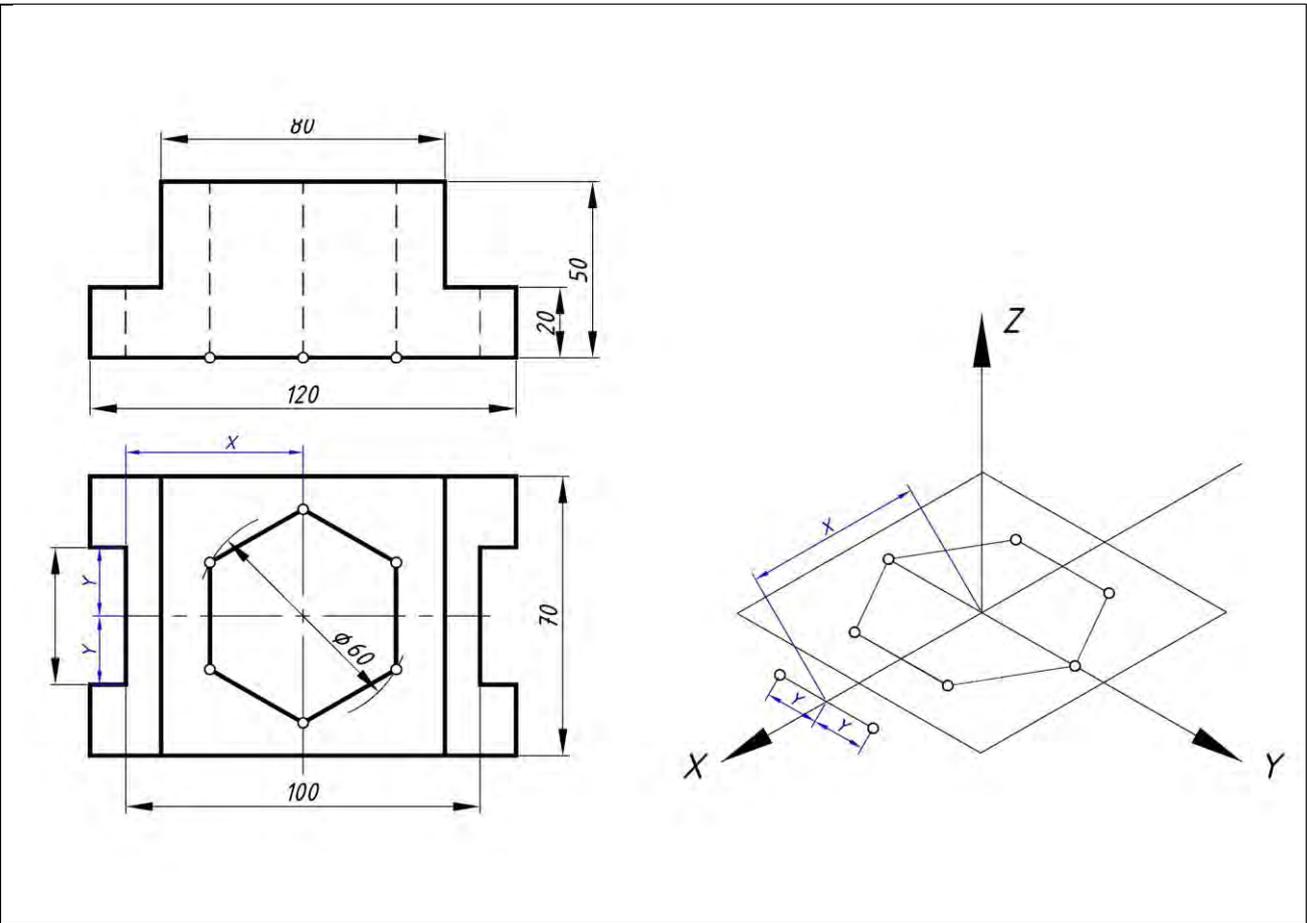
Точка D симметрична точке C относительно оси X.

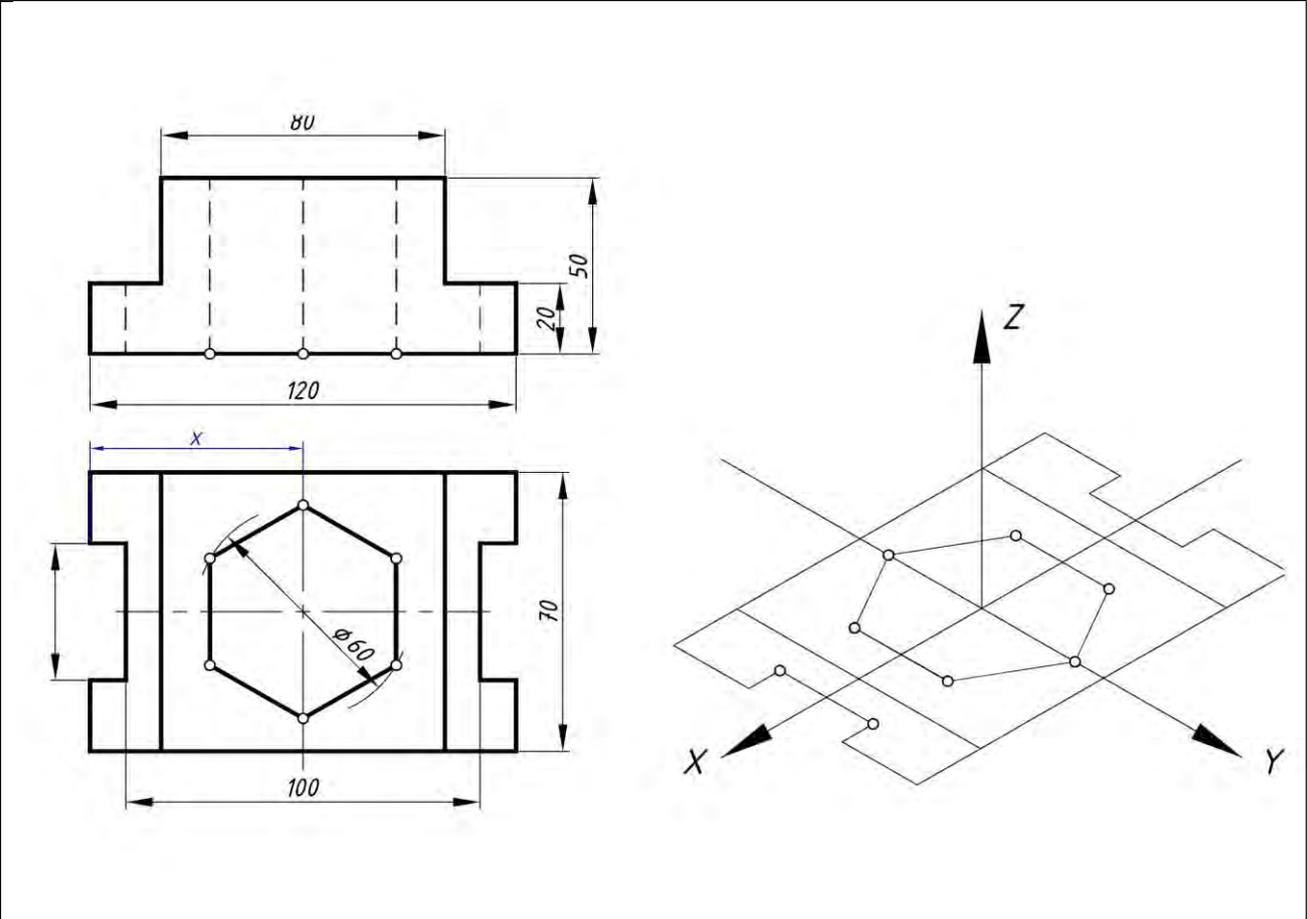
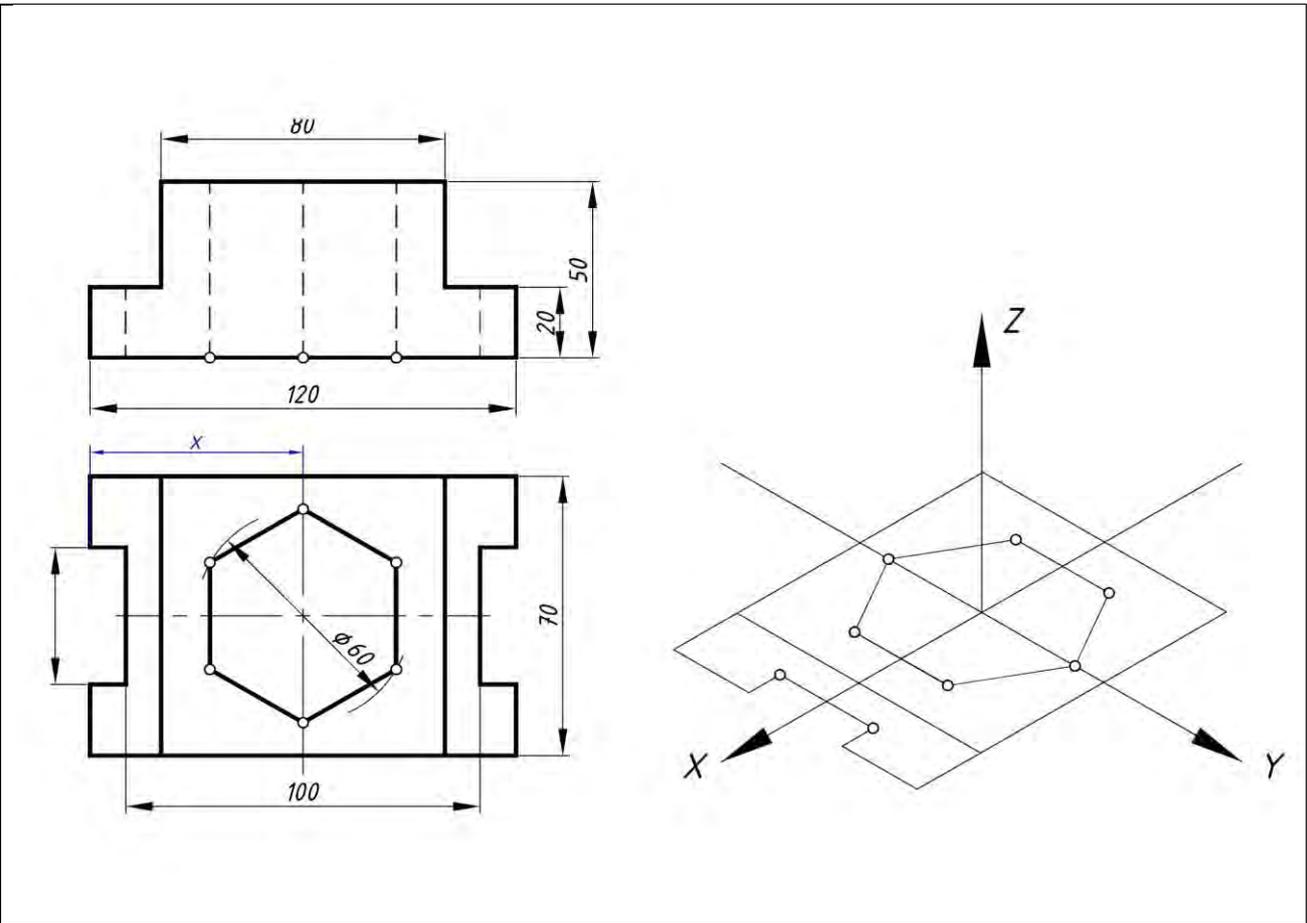


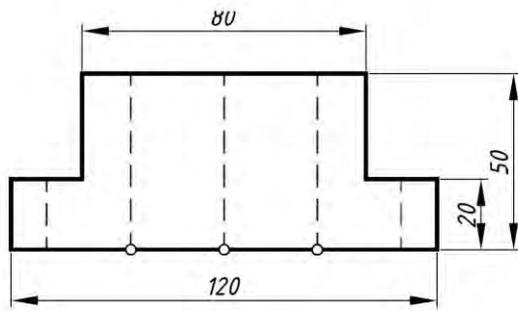
Остальные точки шестиугольника строим аналогично.



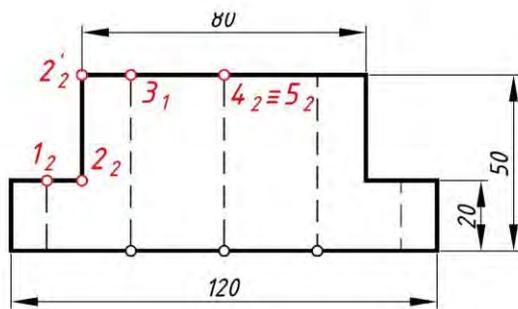
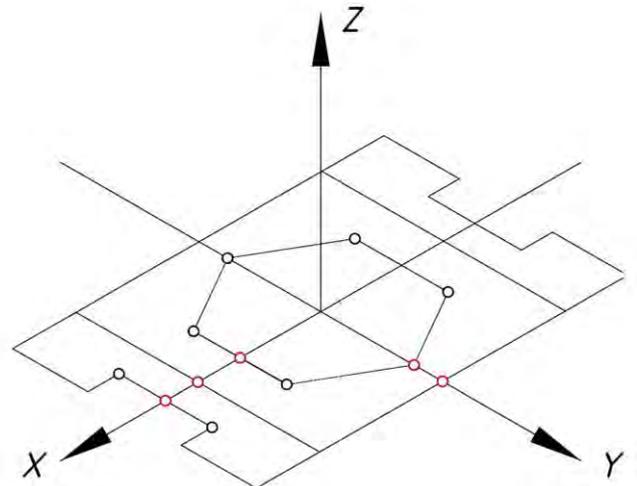
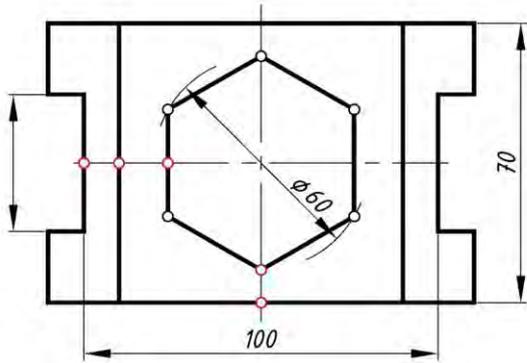




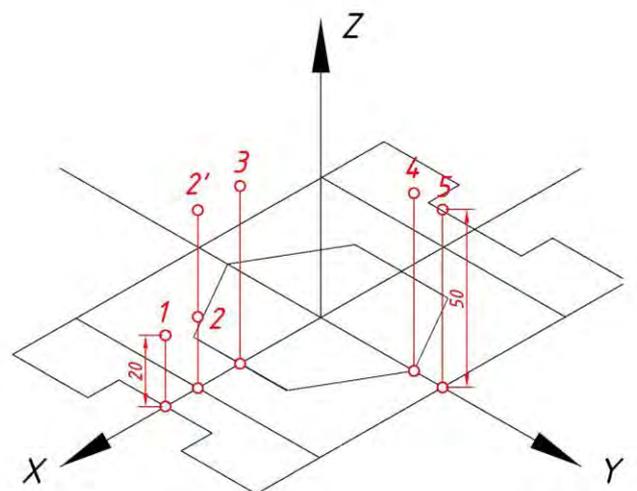
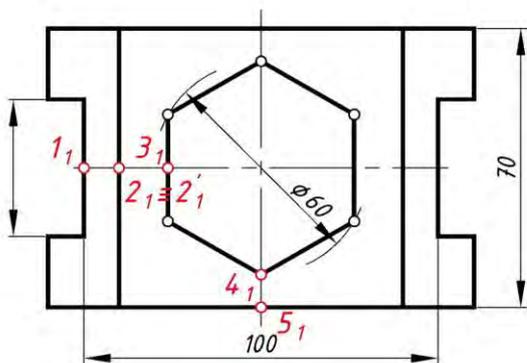


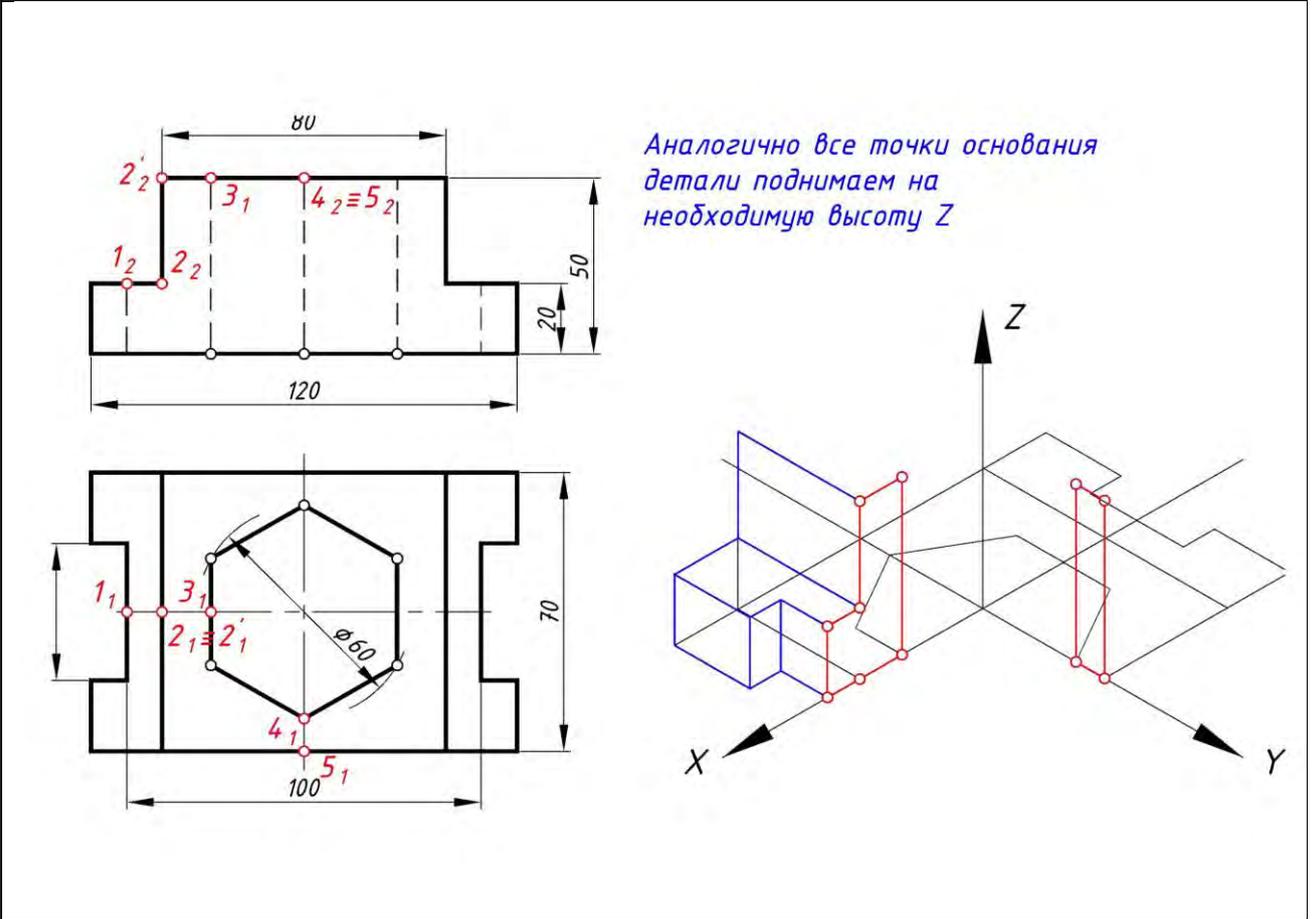
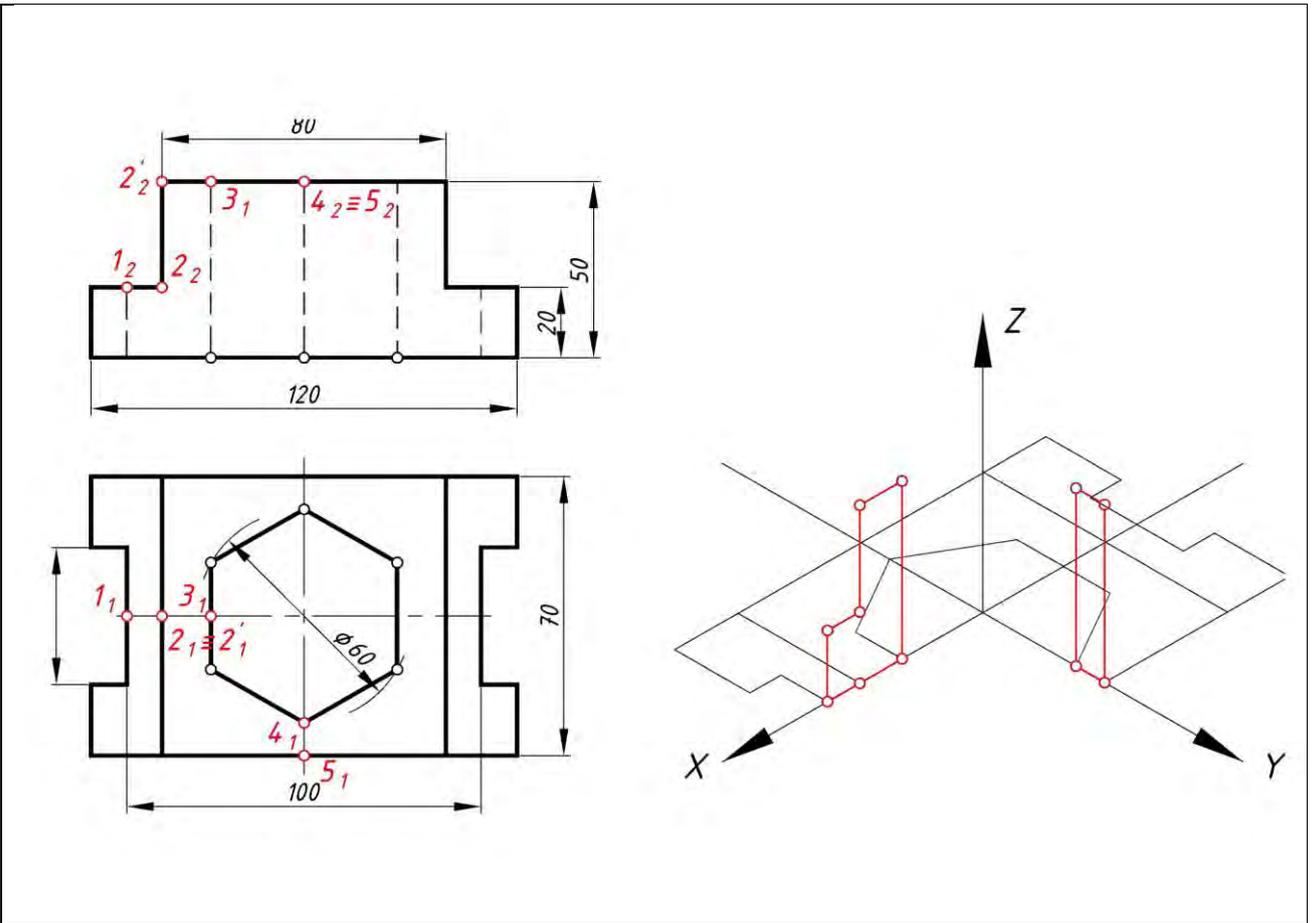


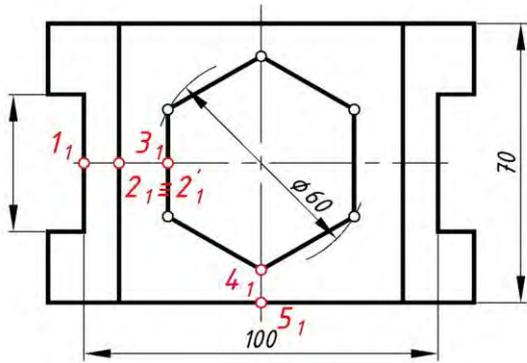
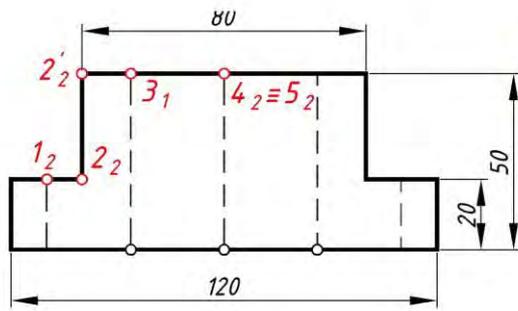
Находим точки, принадлежащие разрезу.



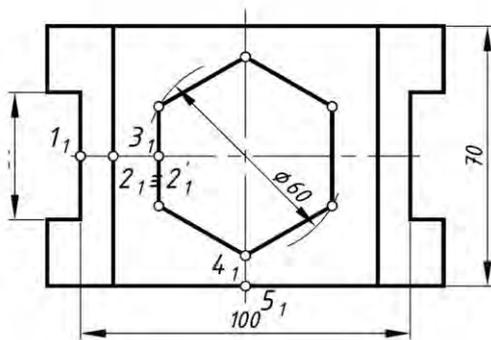
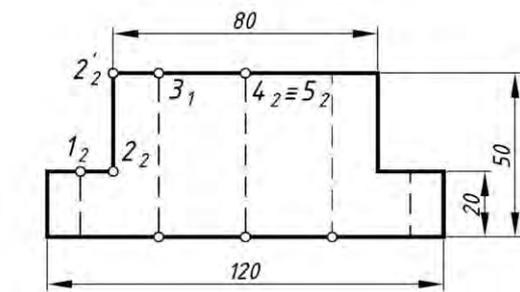
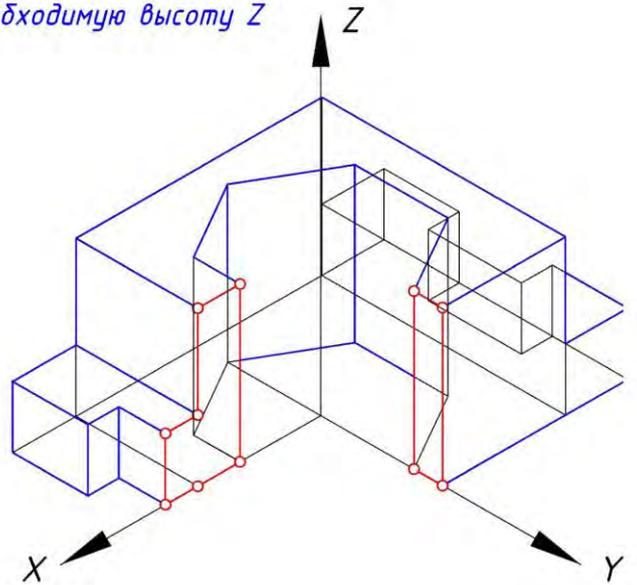
Каждую из точек основания поднимаем на необходимую высоту Z



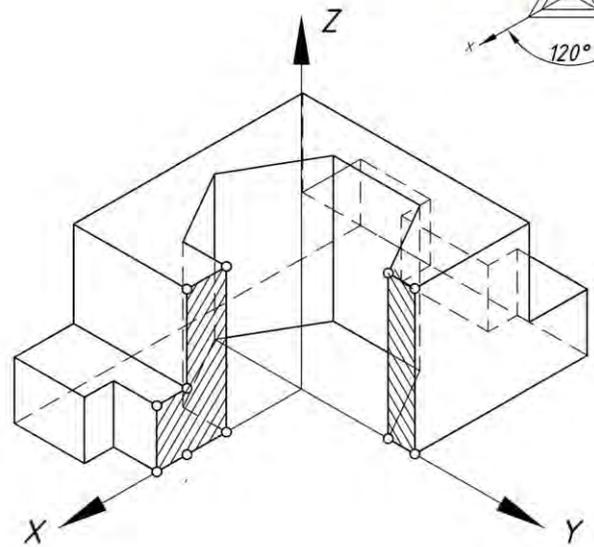
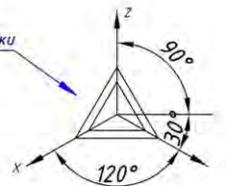


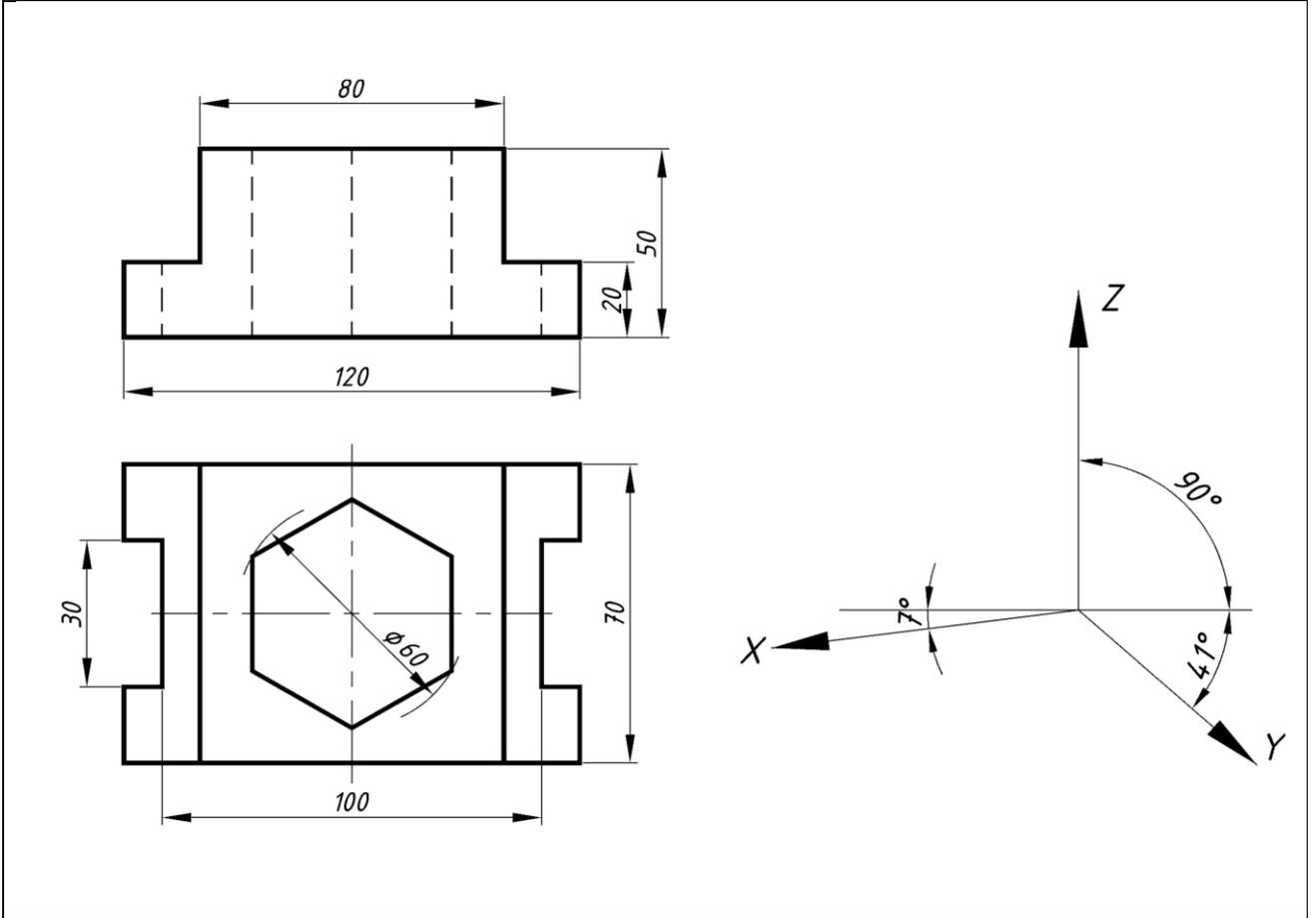
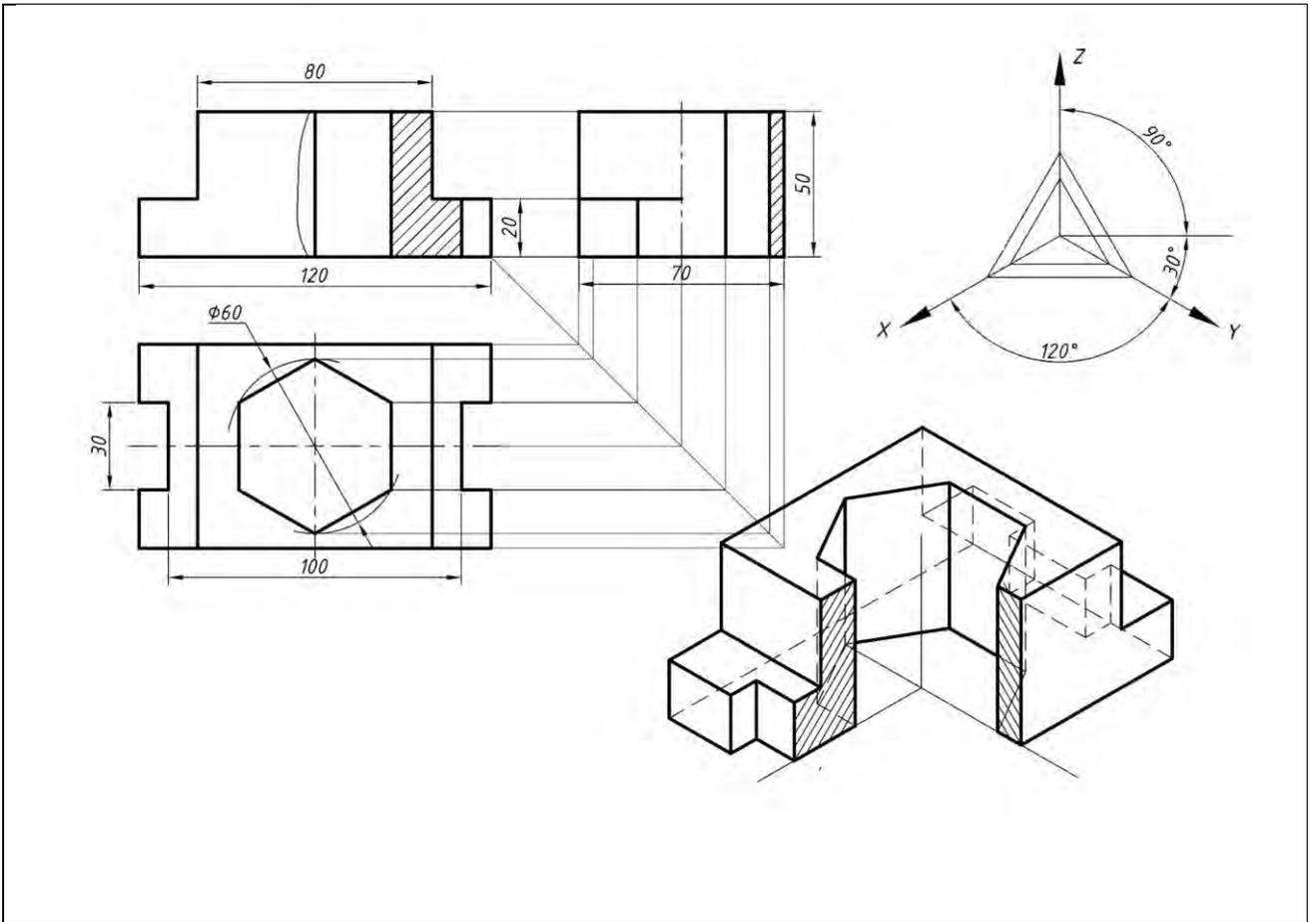


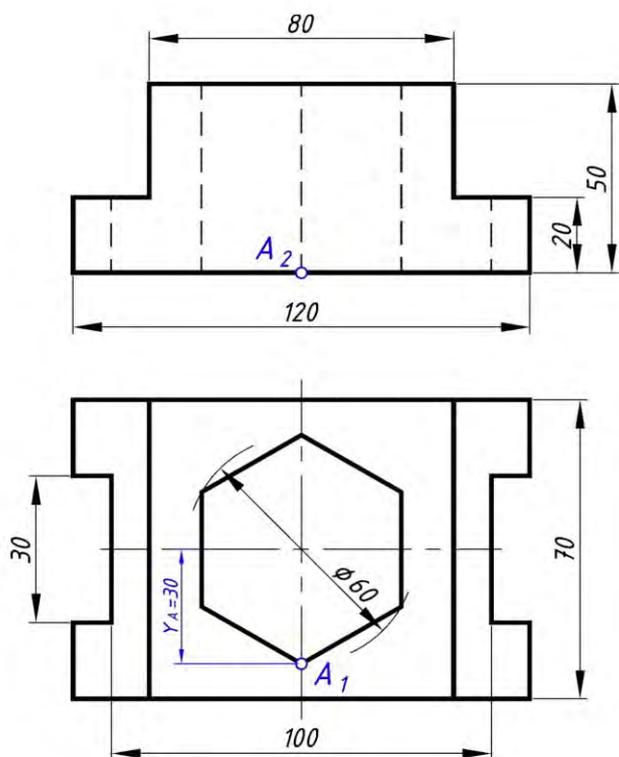
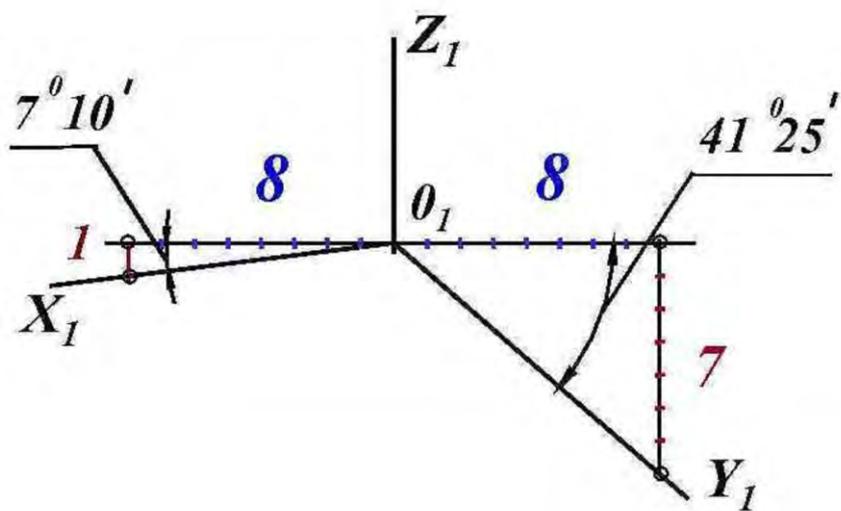
Аналогично все точки основания детали поднимаем на необходимую высоту  $Z$



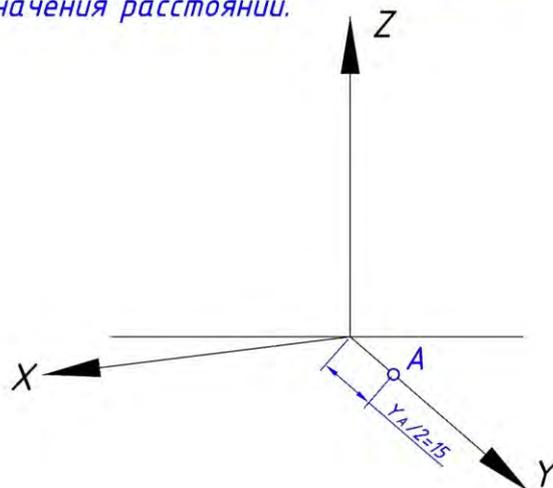
Направление штриховки на аксонометрии

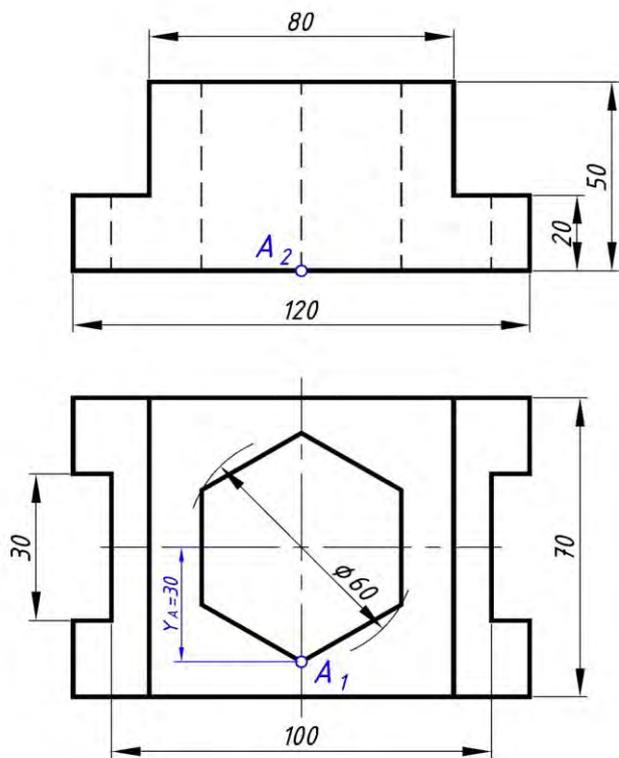
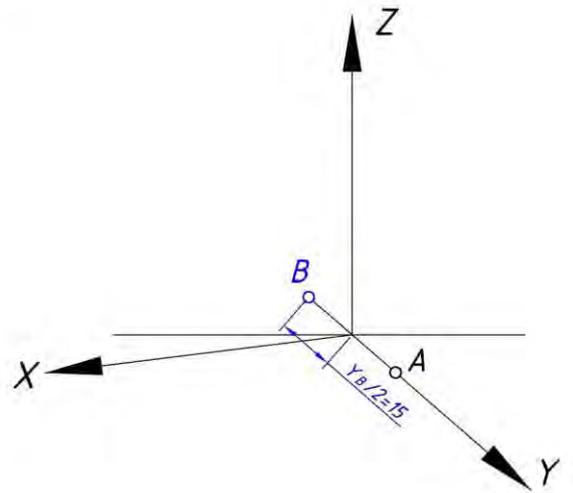
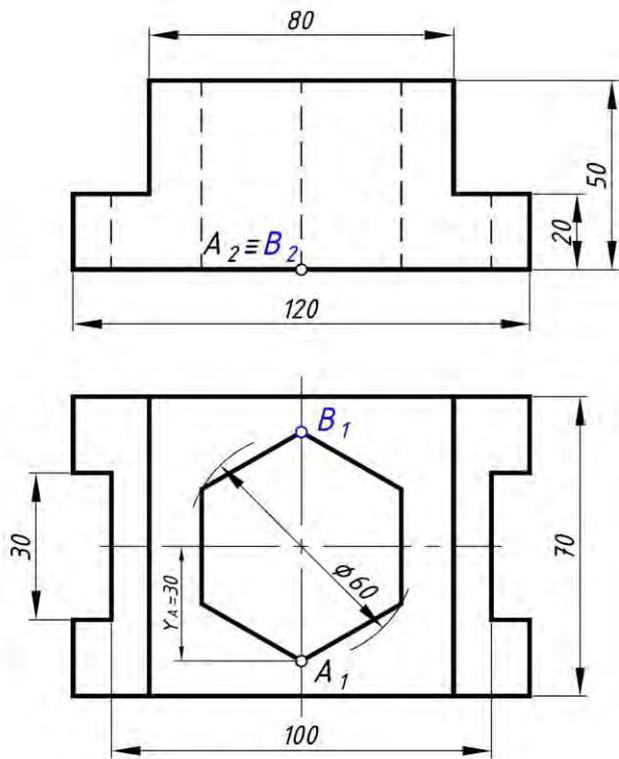




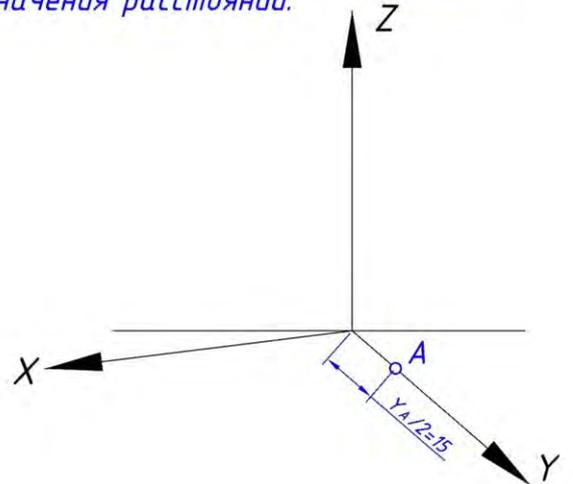


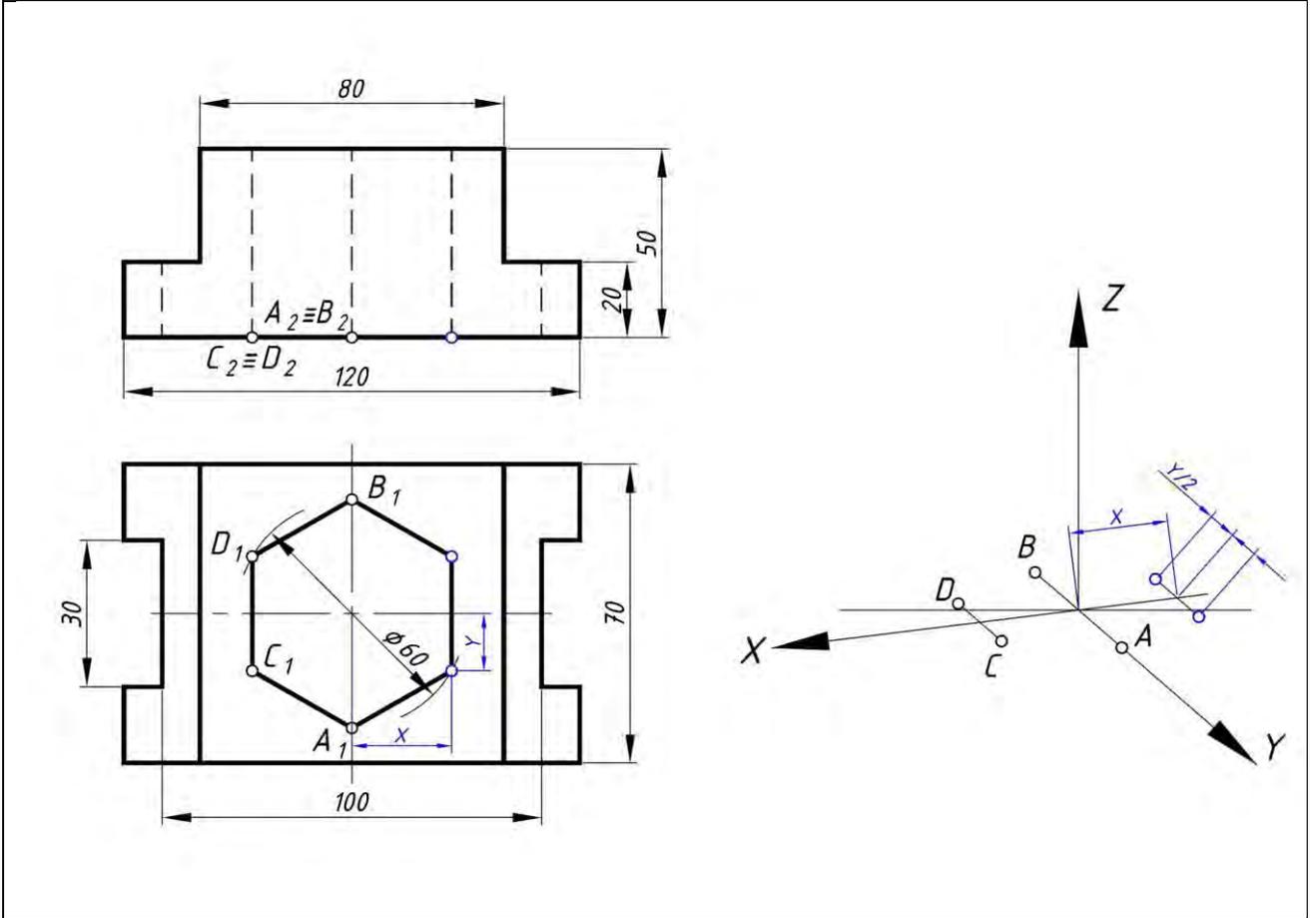
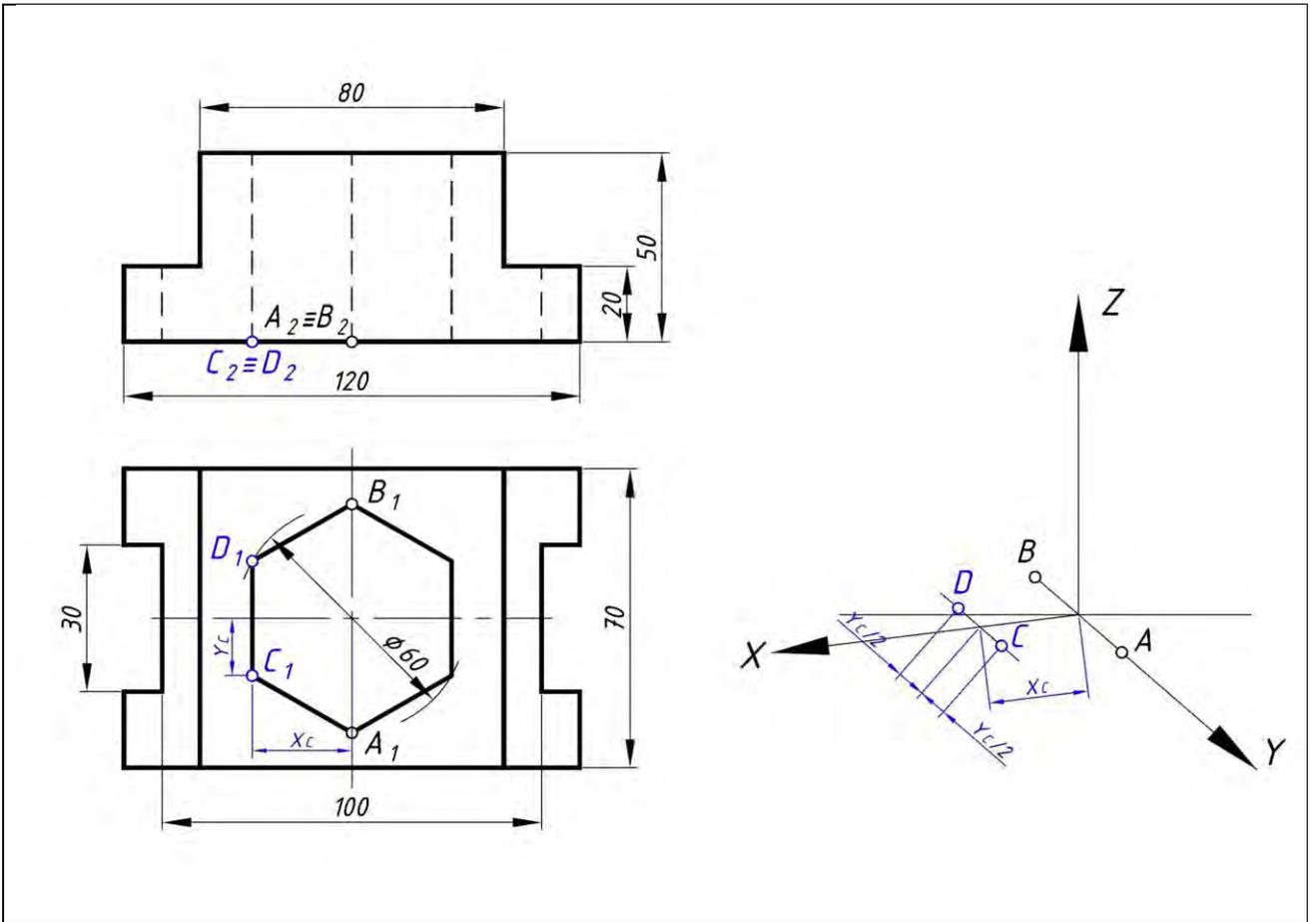
Построение прямоугольной диметрии отличается от построения прямоугольной изометрии тем, что по оси  $Y$  мы откладываем расстояние, равное  $Y/2$ , а по осям  $X$  и  $Z$  полные значения расстояний.

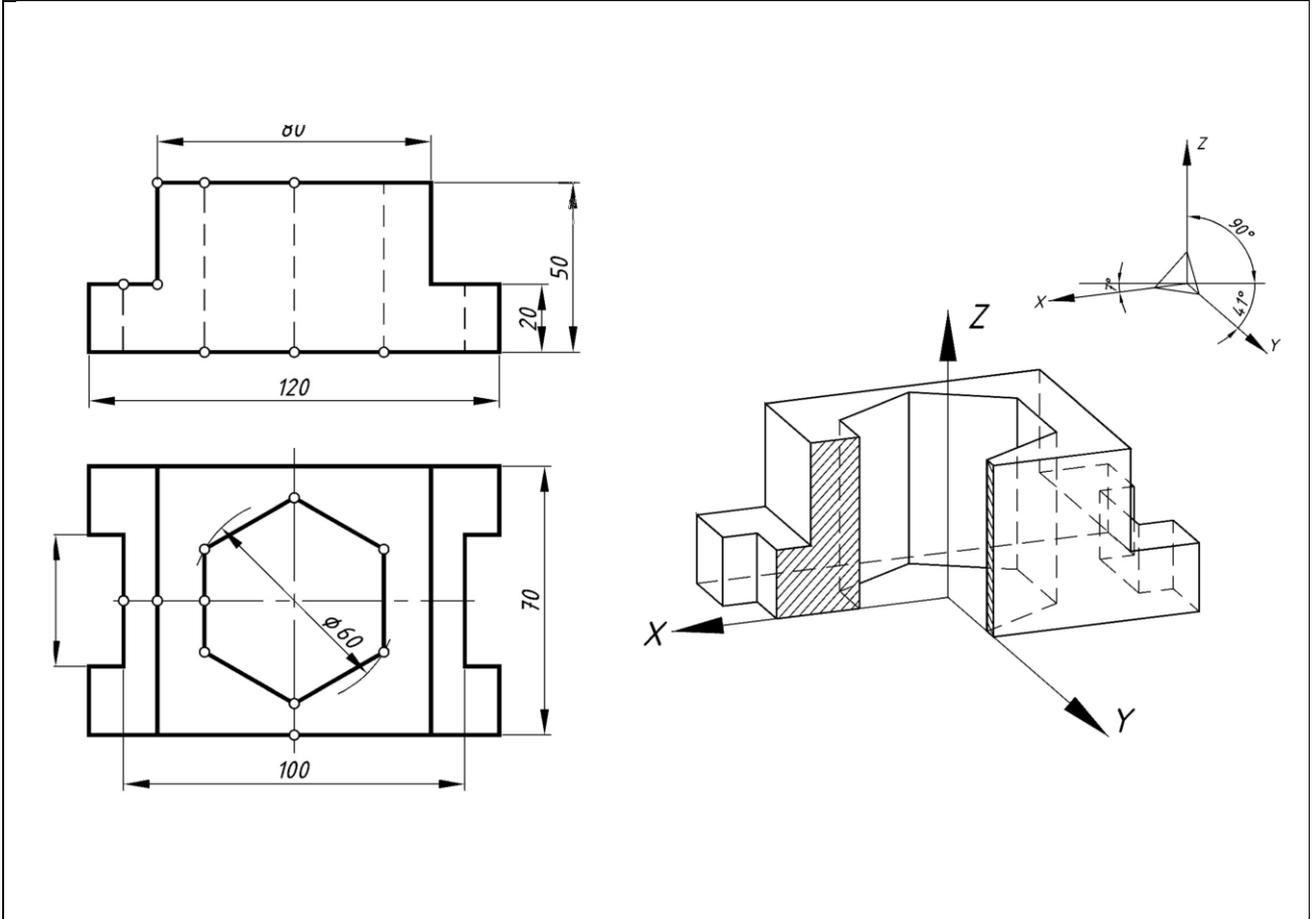
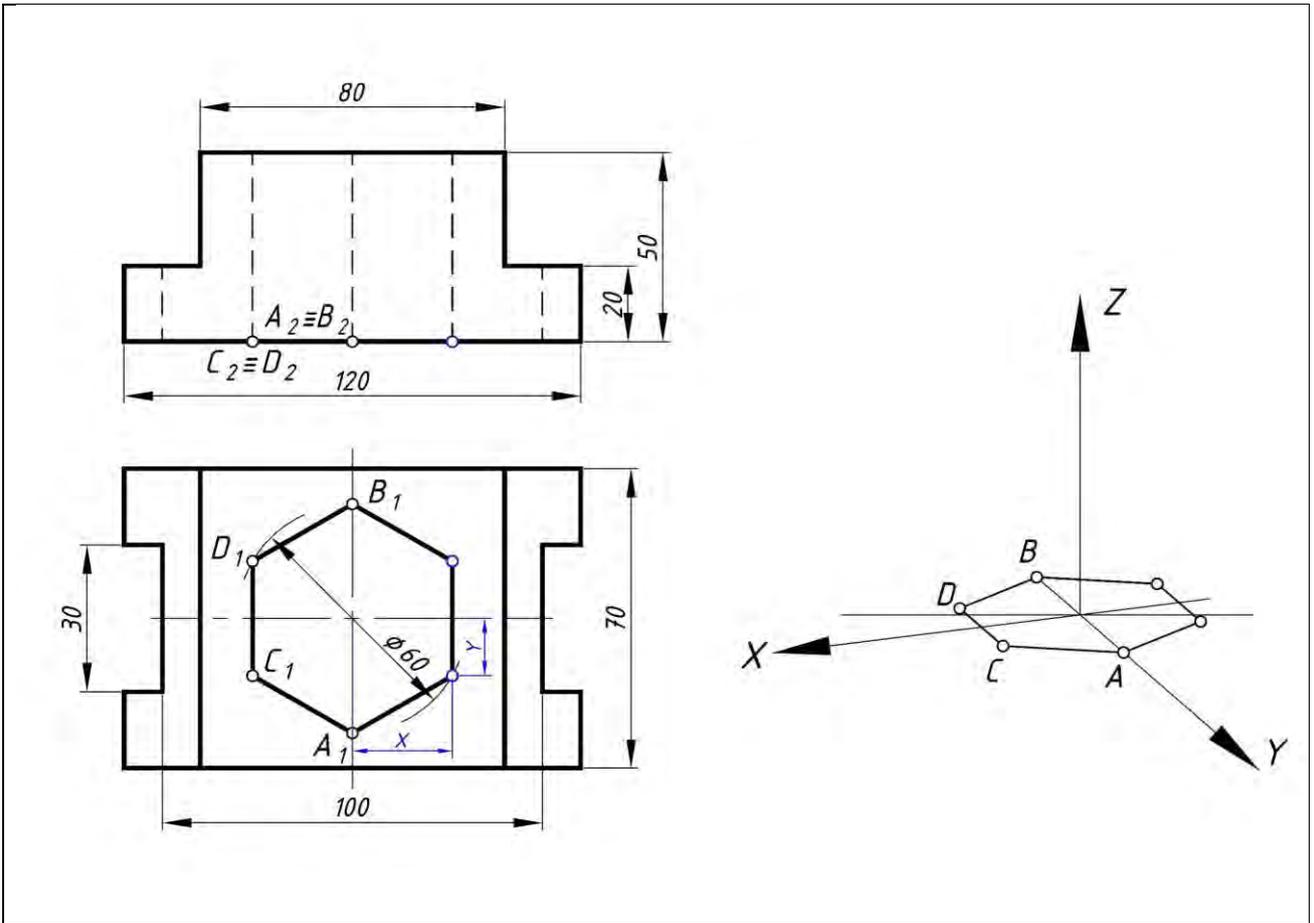


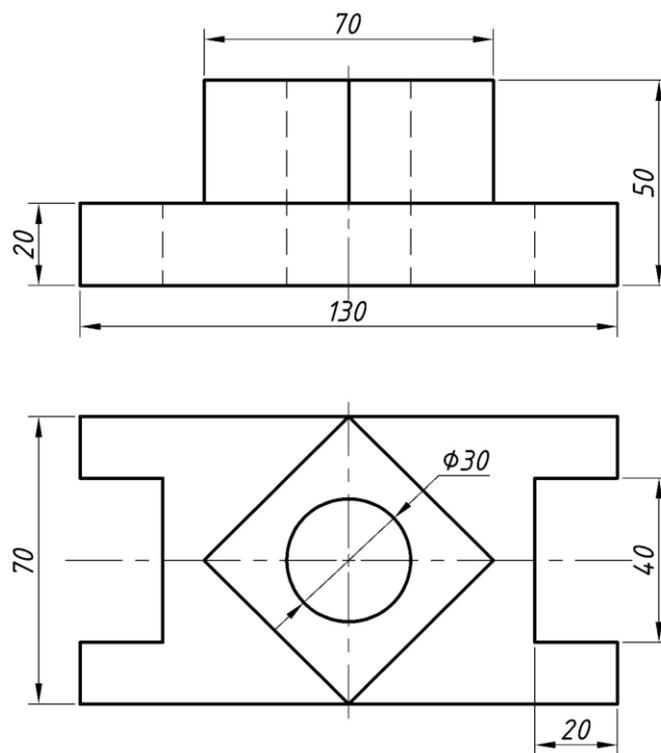


*Построение прямоугольной диметрии отличается от построения прямоугольной изометрии тем, что по оси Y мы откладываем расстояние, равное  $Y/2$ , а по осям X и Z полные значения расстояний.*

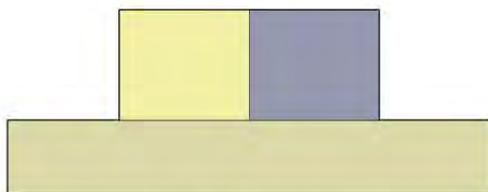




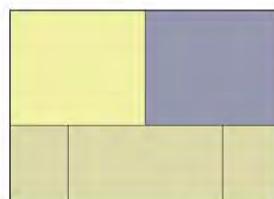




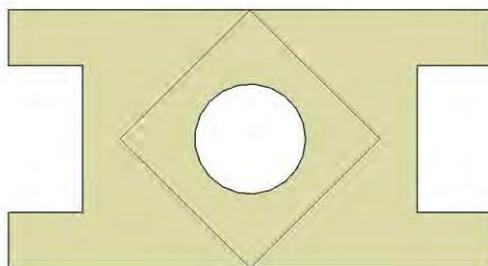
Главный вид (спереди)



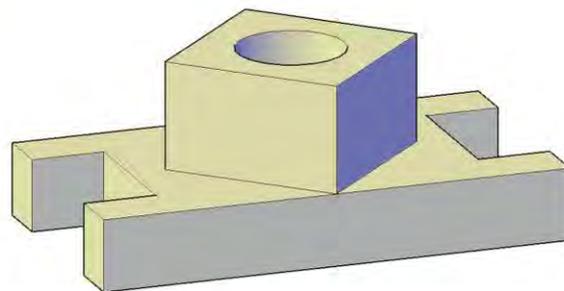
Вид слева

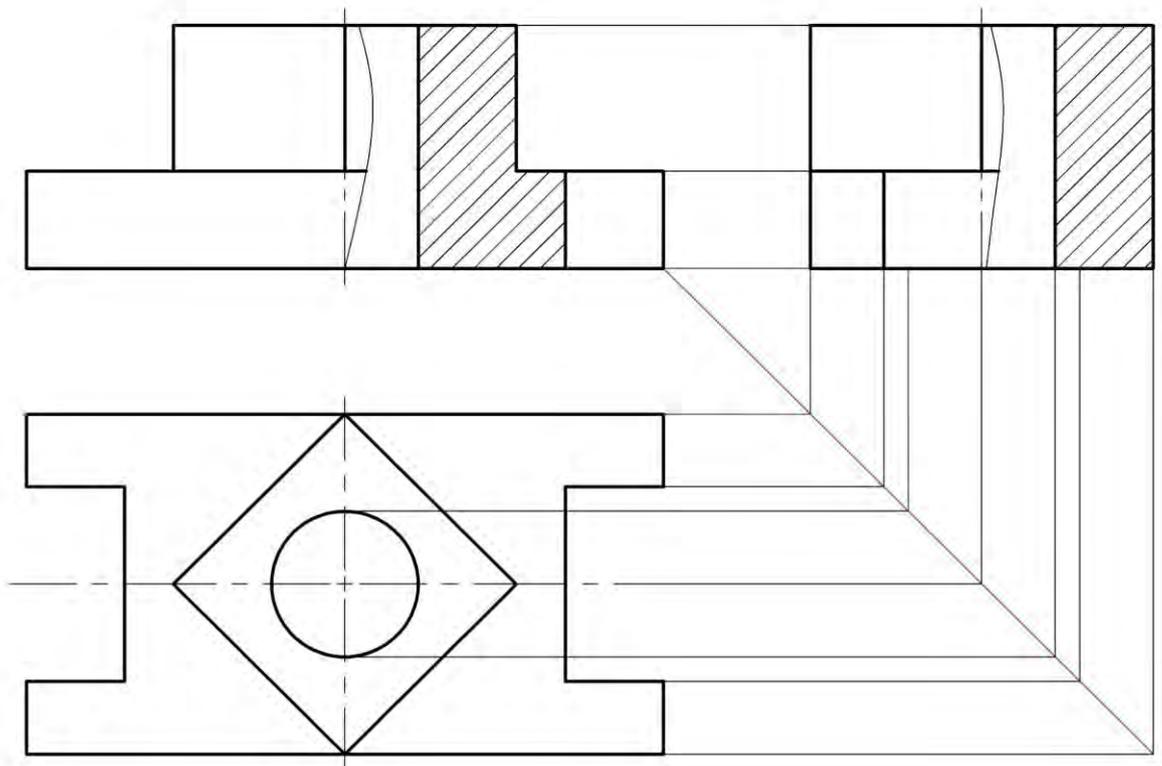
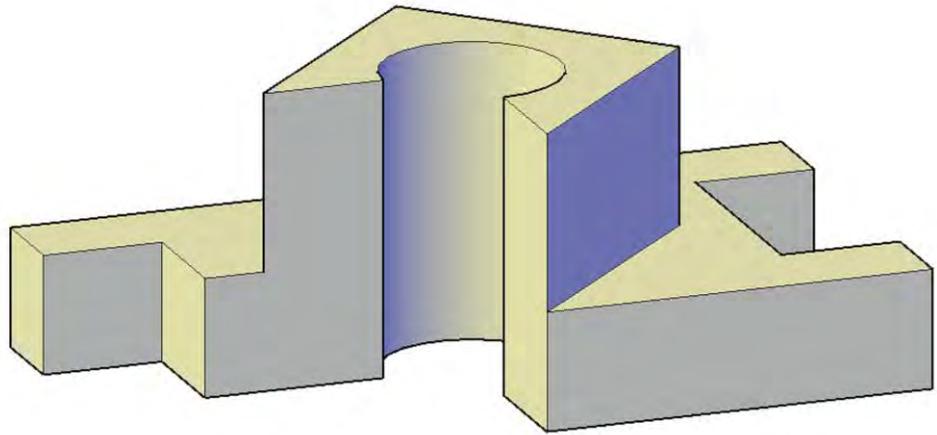


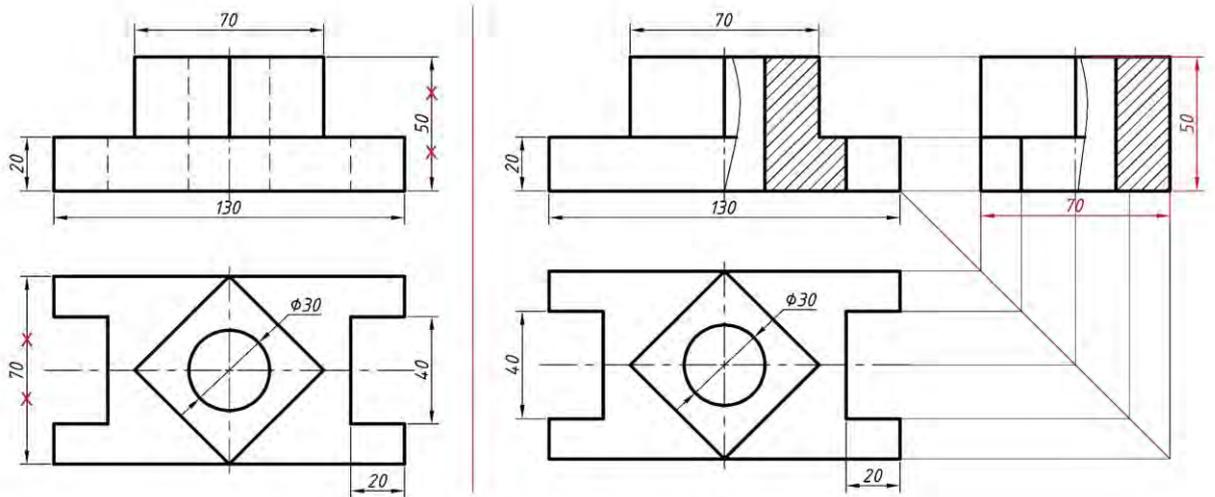
Вид сверху



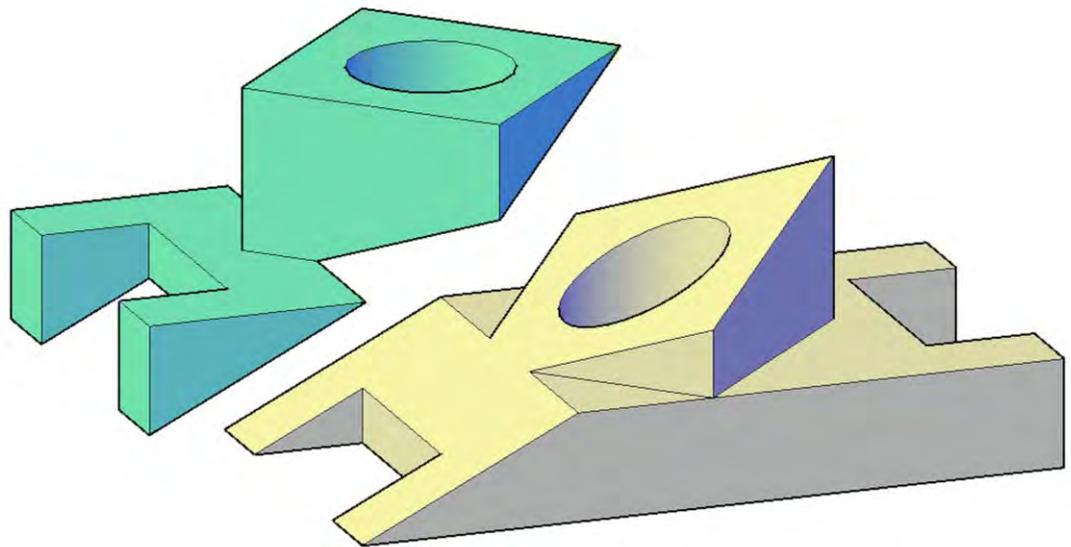
Аксонометрия

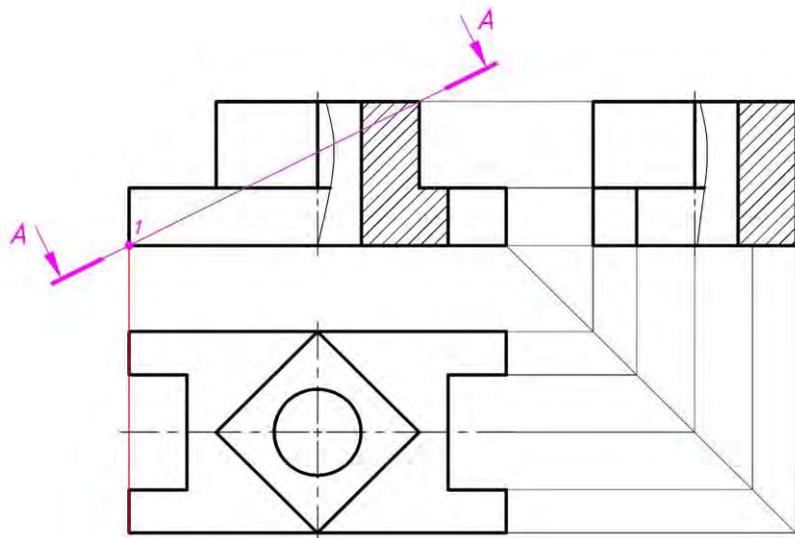
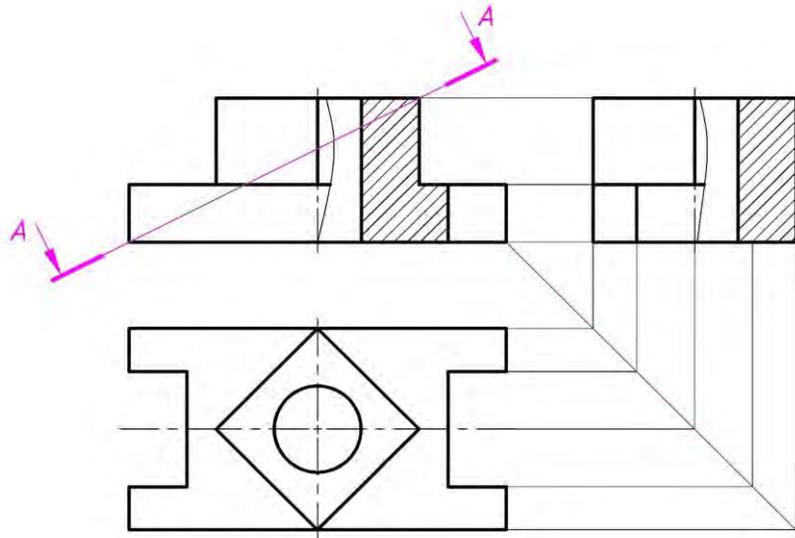


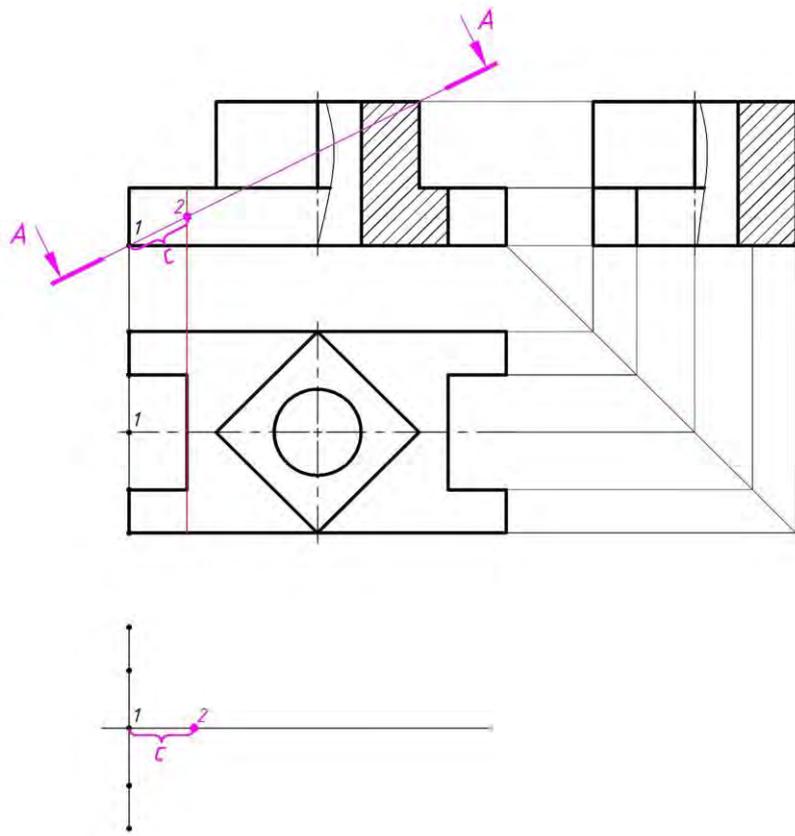
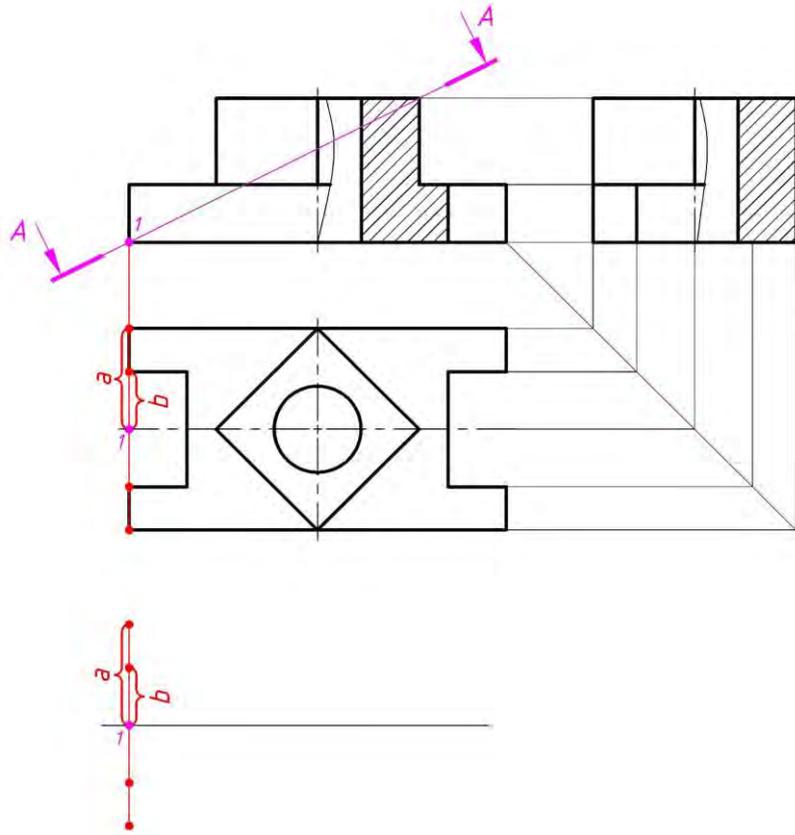


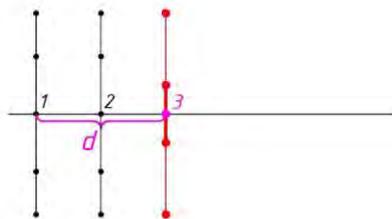
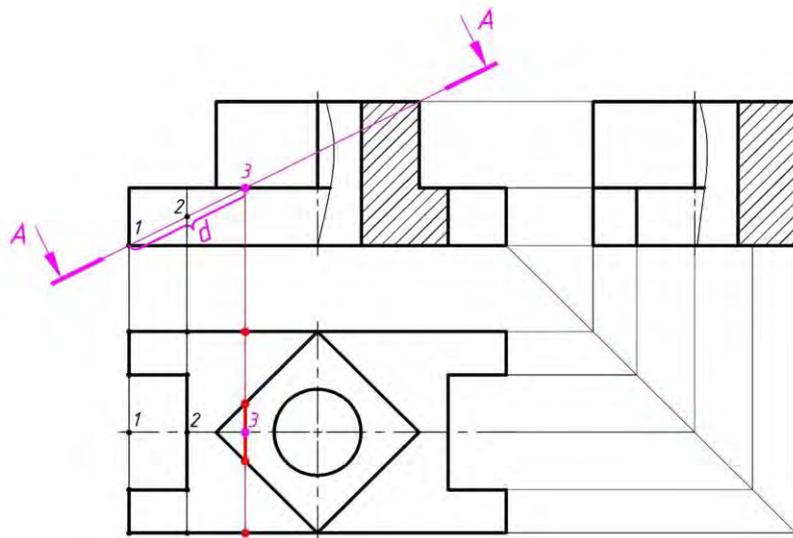
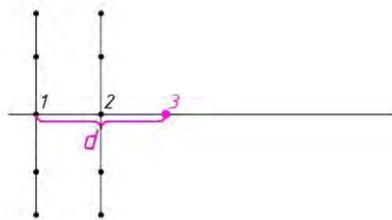
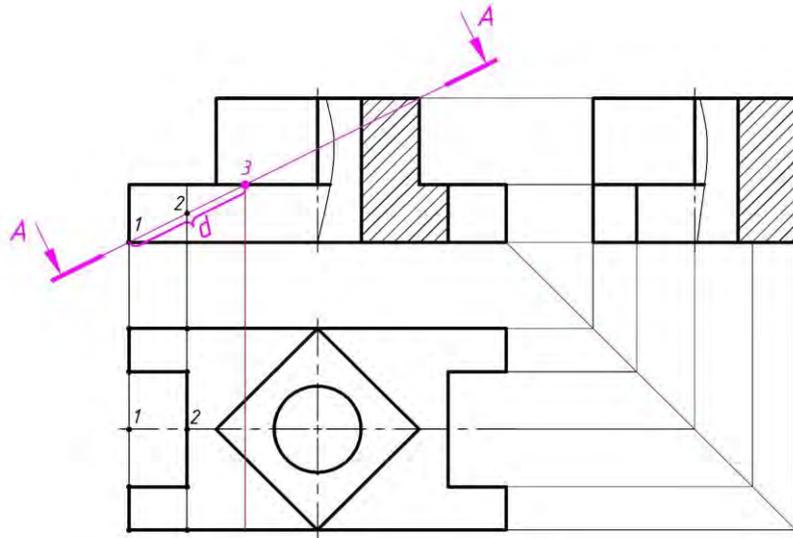


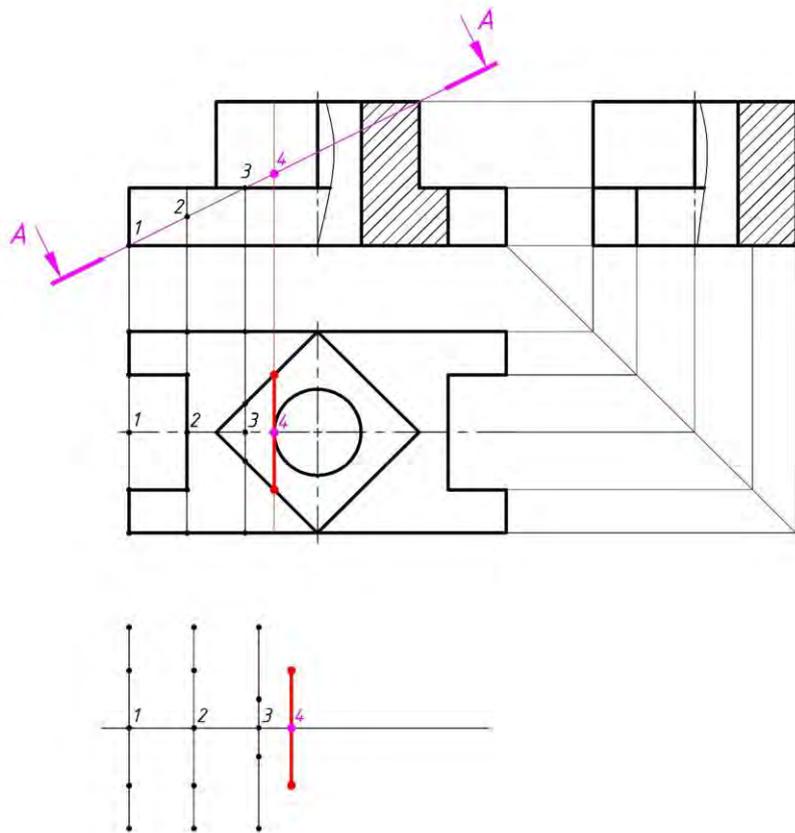
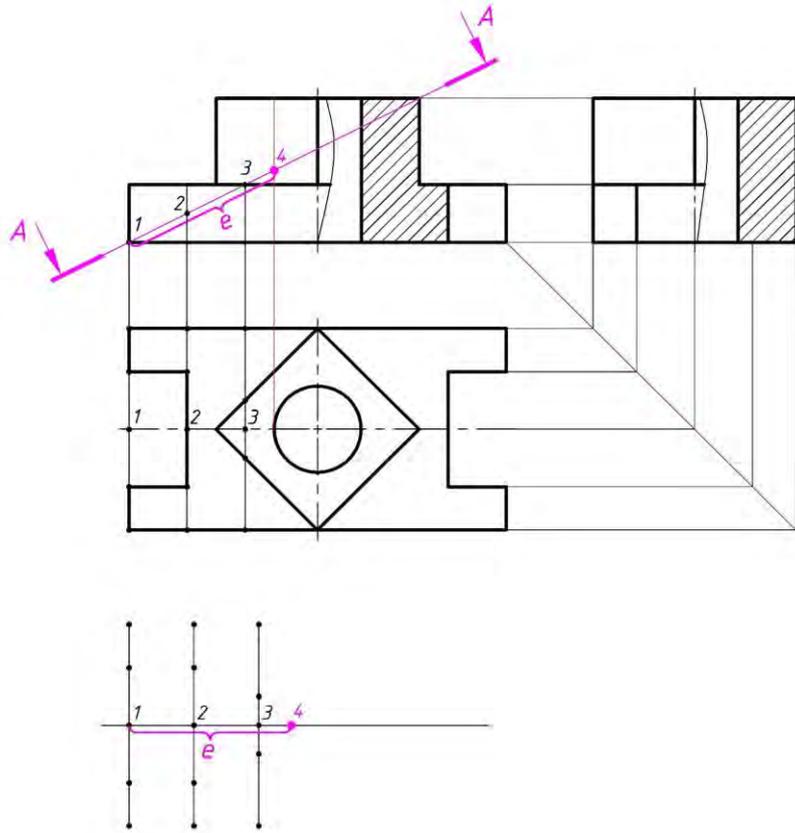
### ПОСТРОЕНИЕ ВЫНЕСЕННОГО СЕЧЕНИЯ

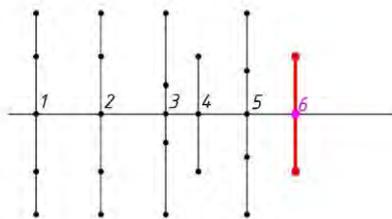
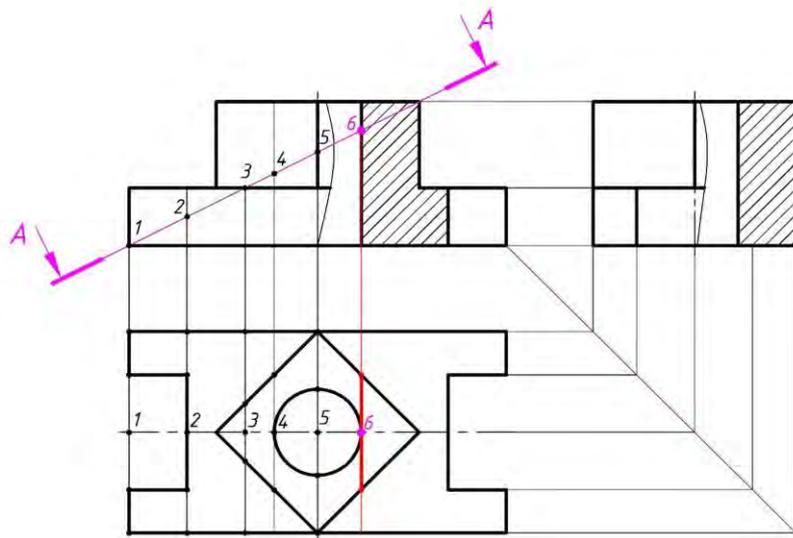
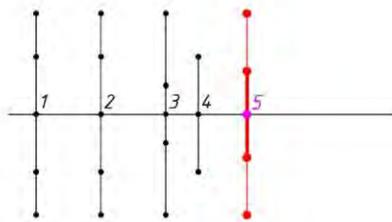
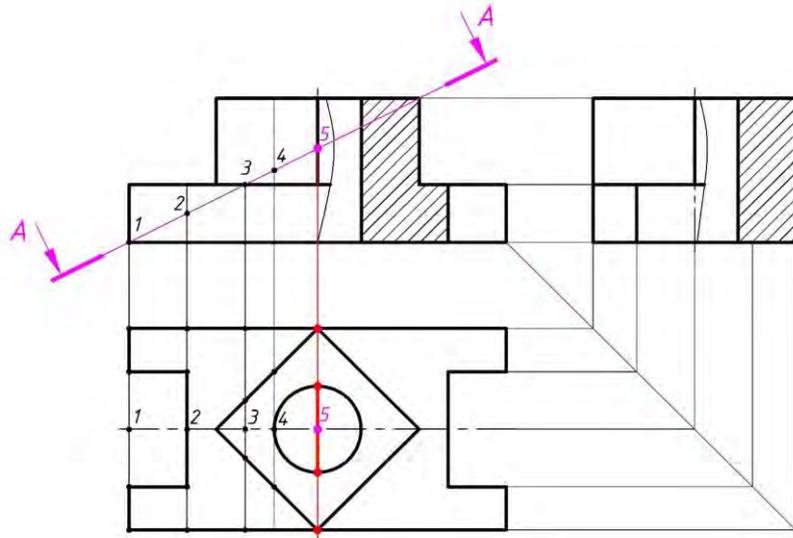


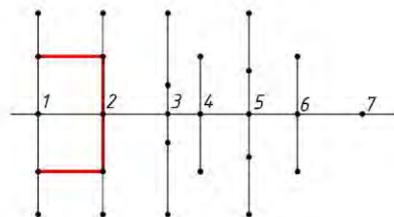
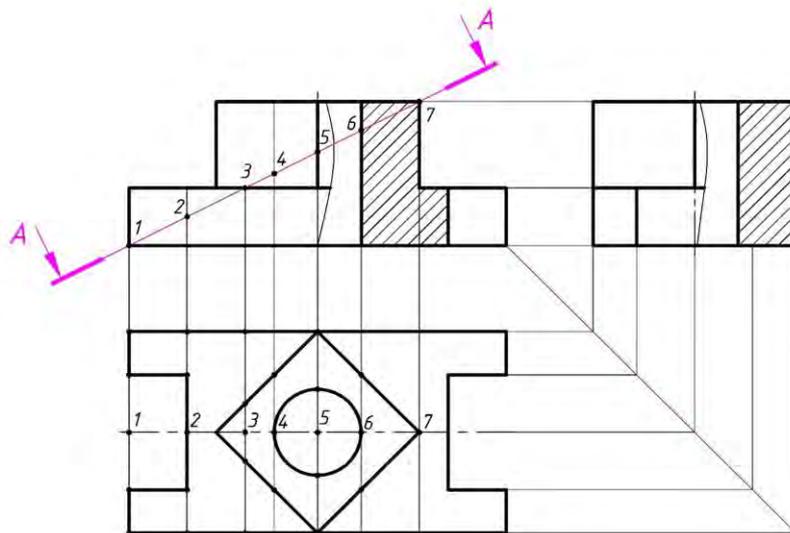
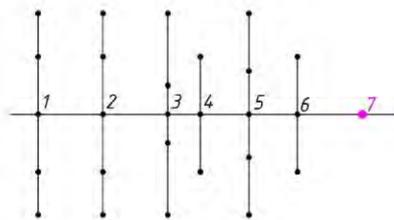
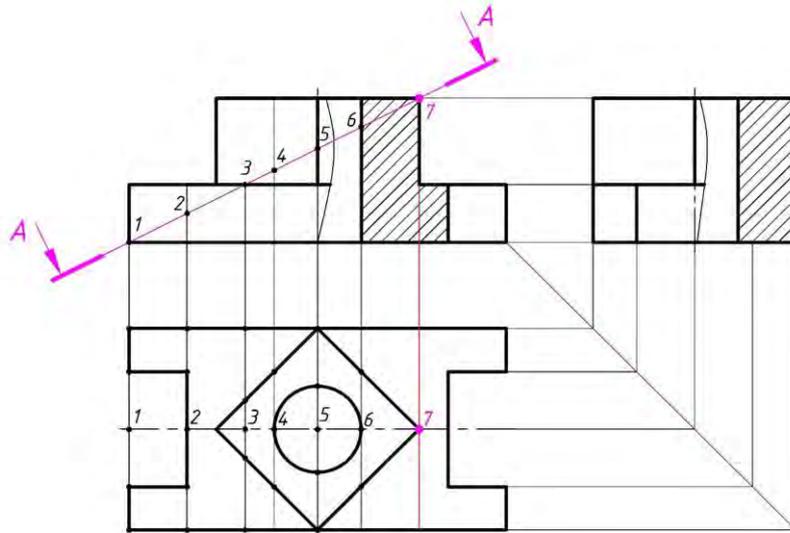


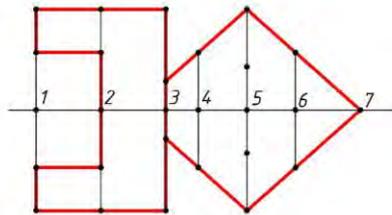
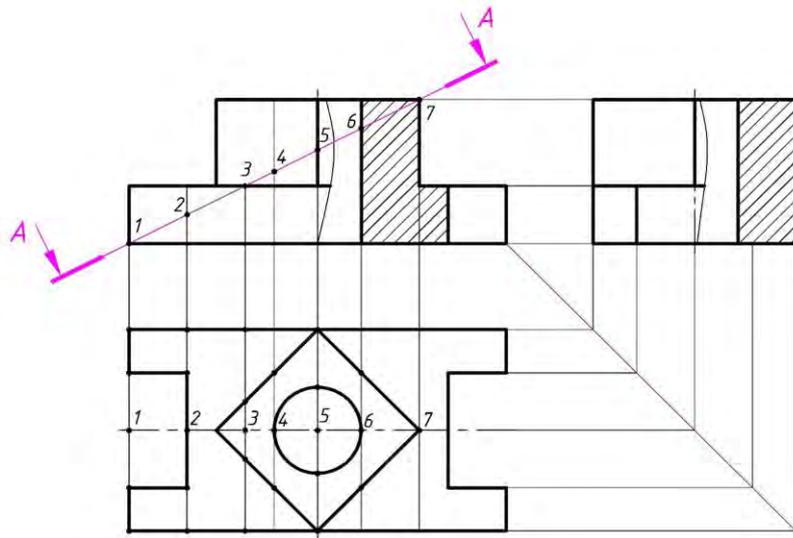
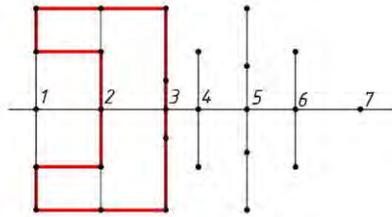
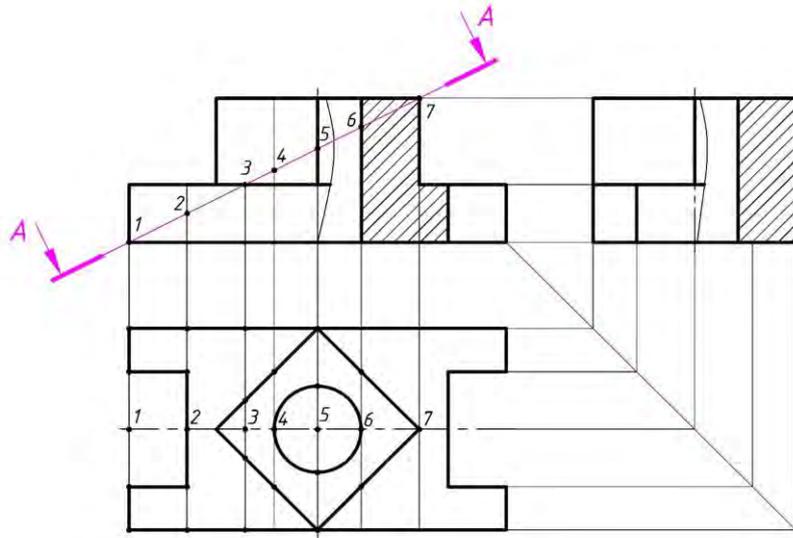


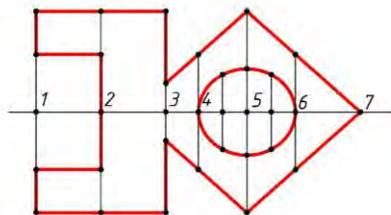
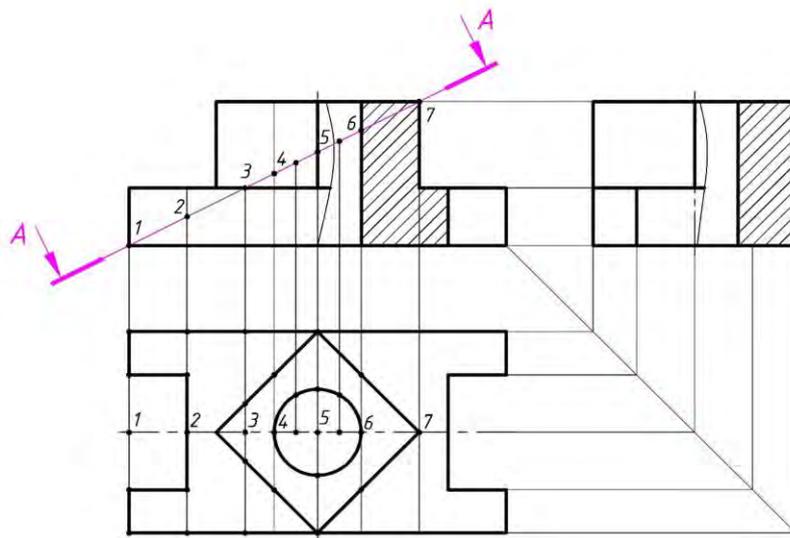
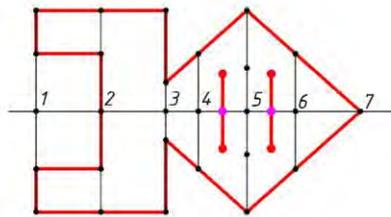
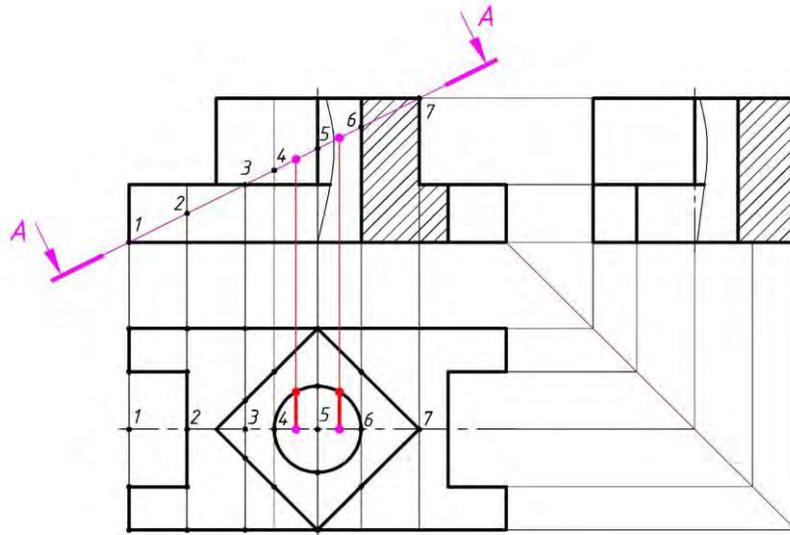


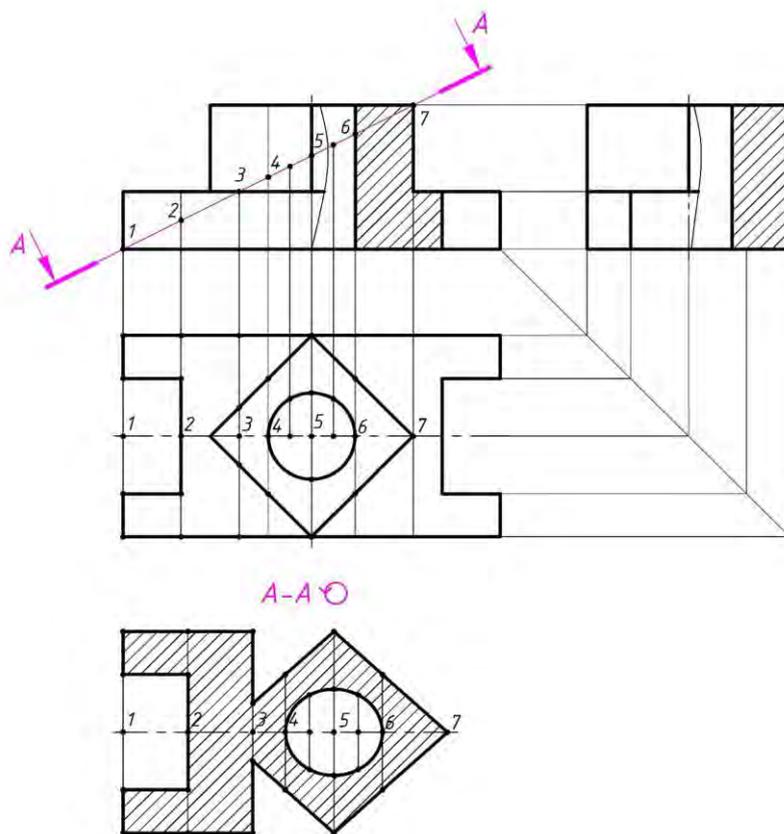






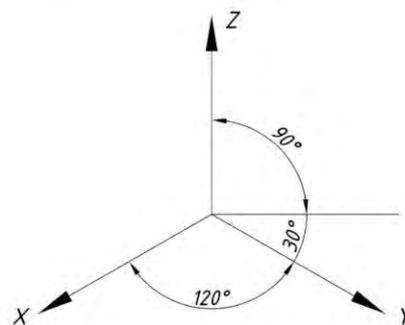
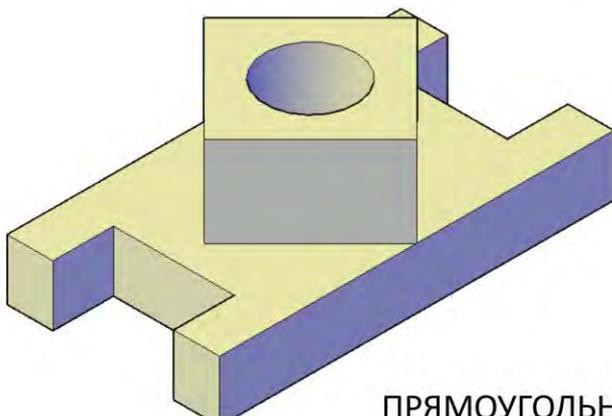




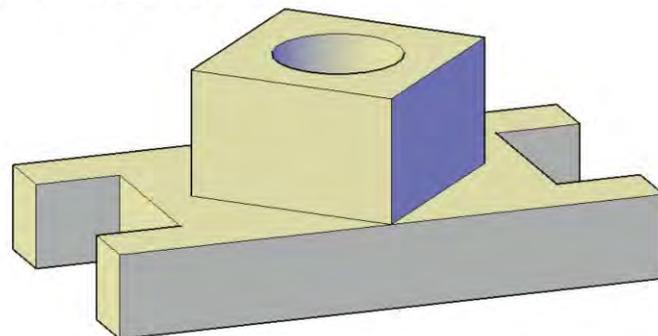
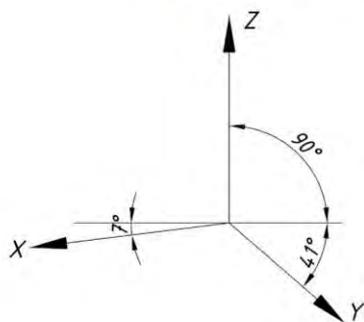


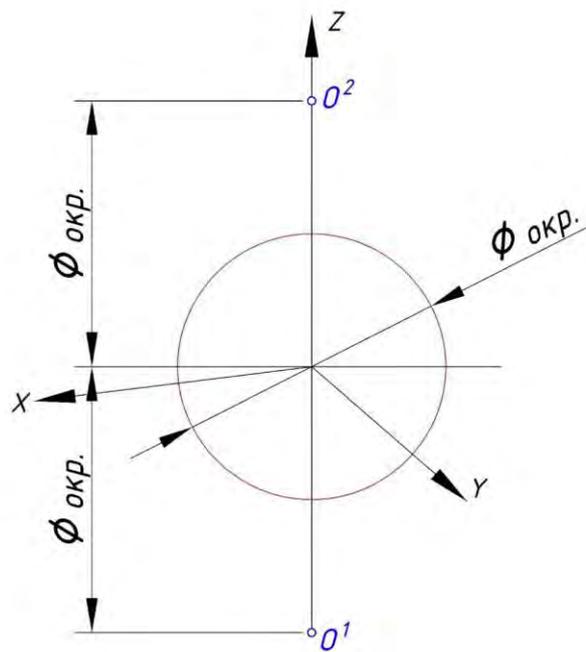
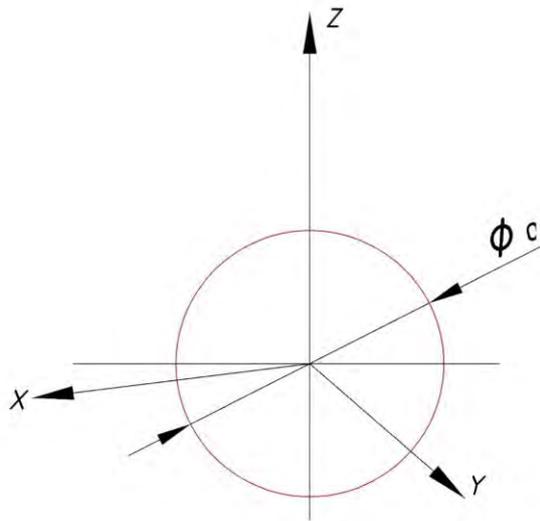
## ПОСТРОЕНИЕ АКСОНОМЕТРИИ

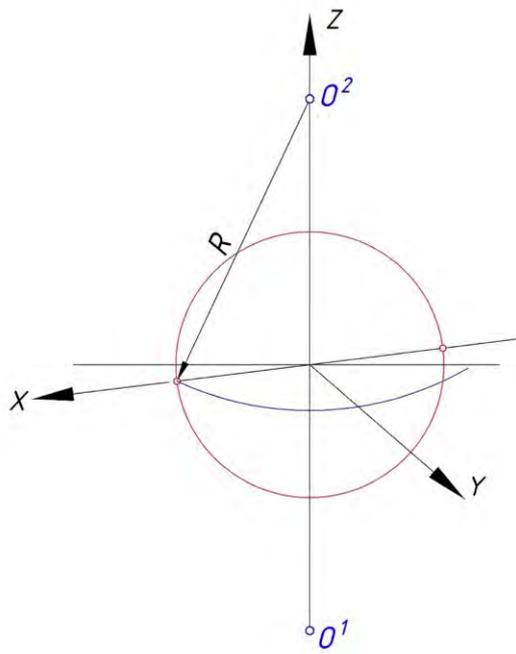
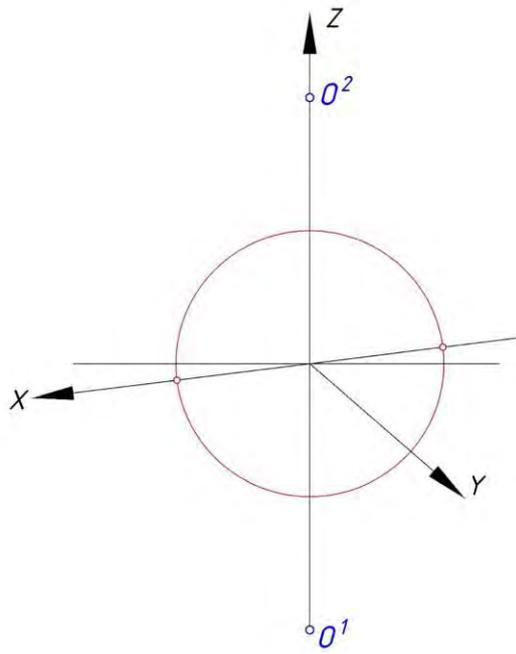
### ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ИЗОМЕТРИЯ

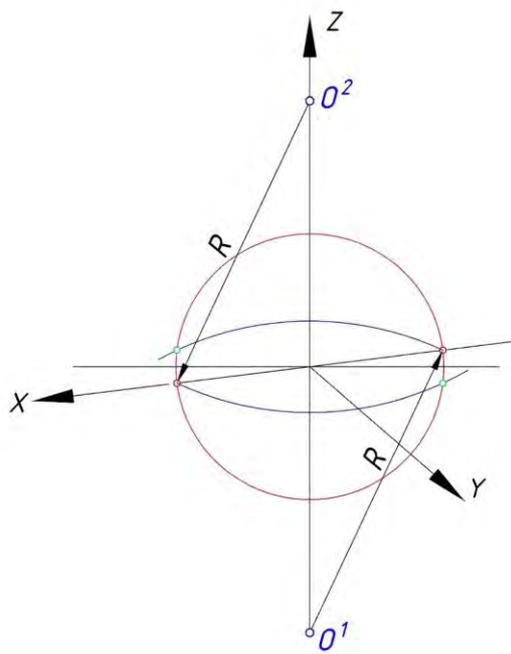
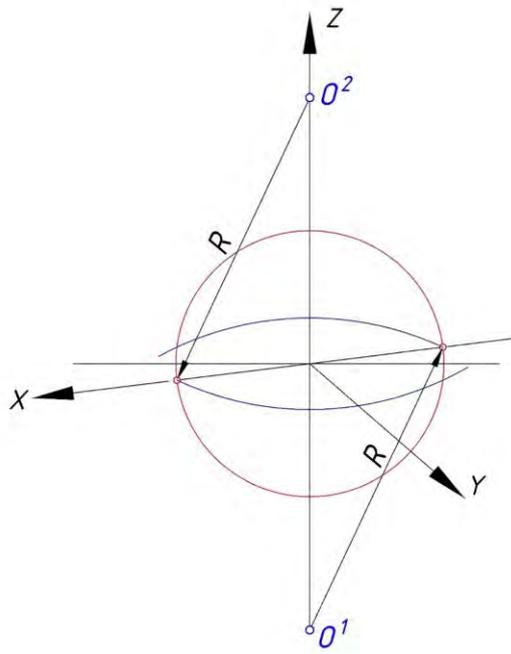


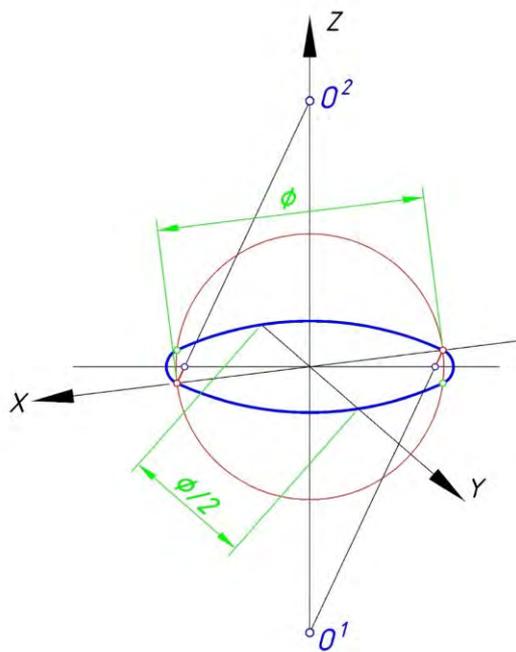
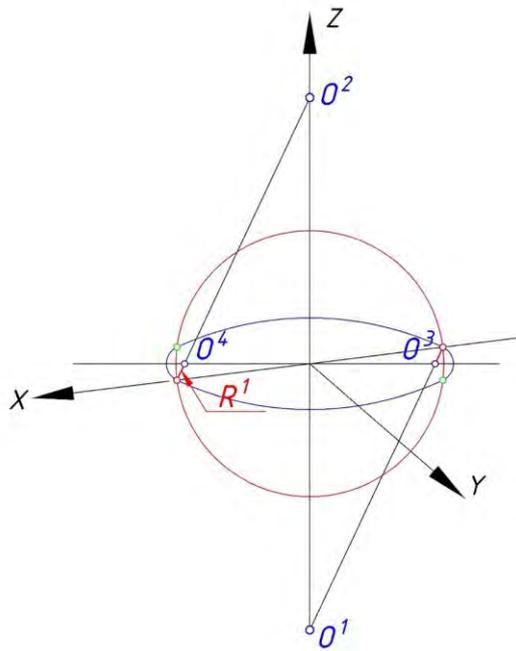
### ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ДИМЕТРИЯ

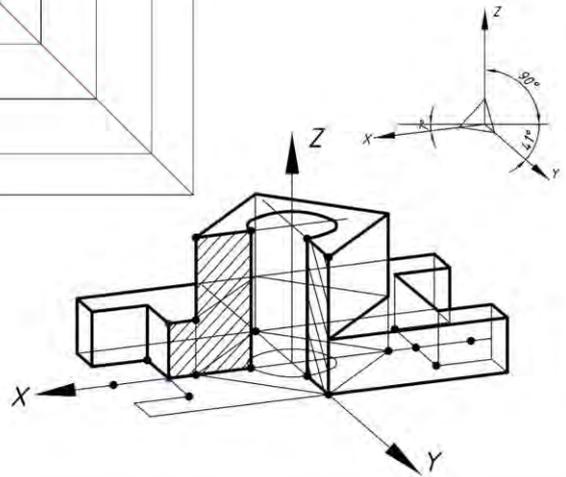
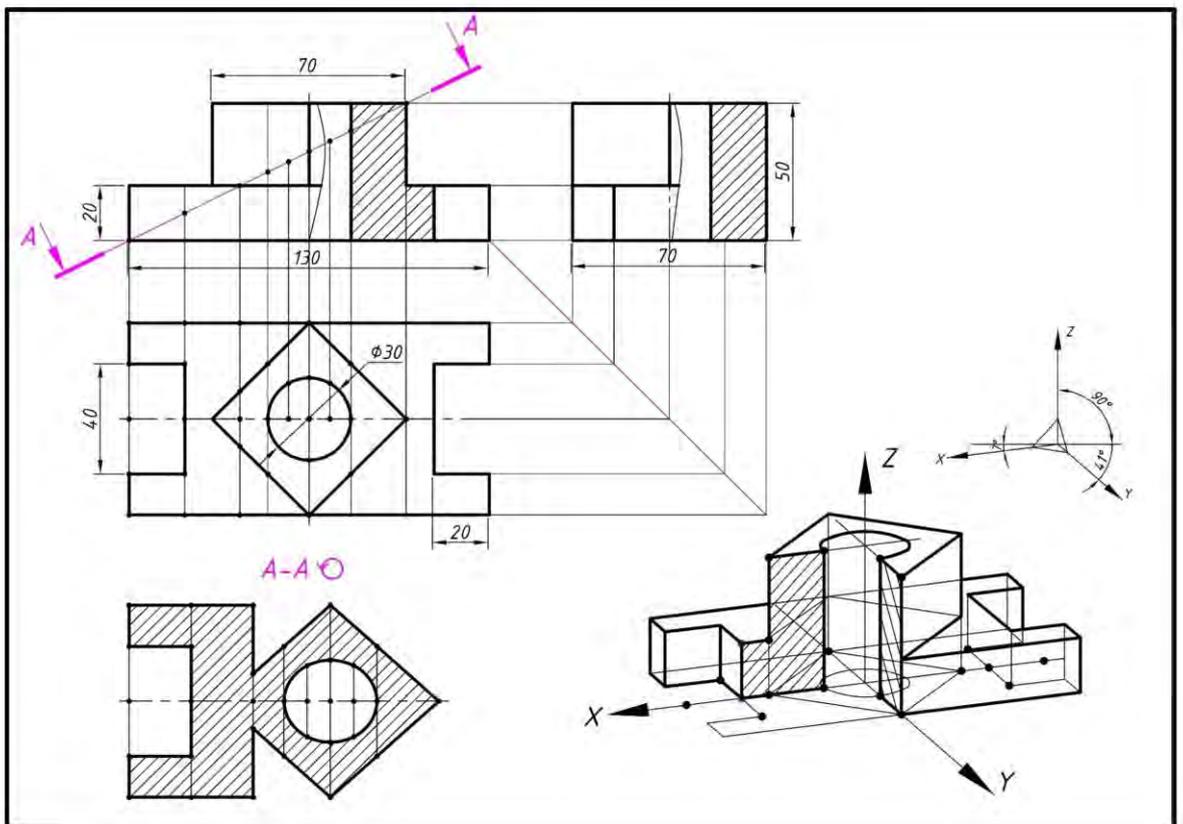
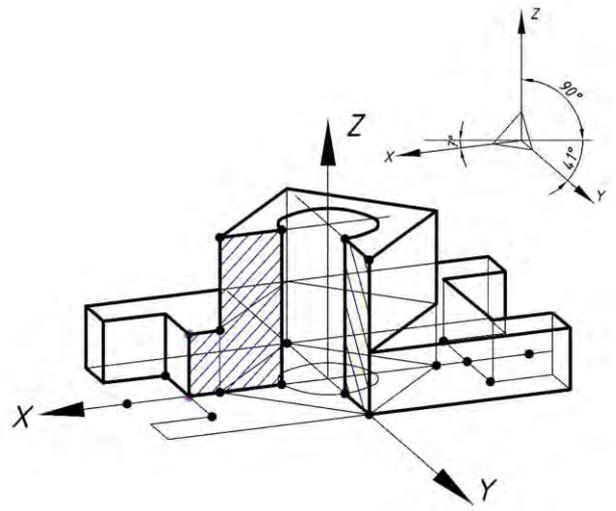
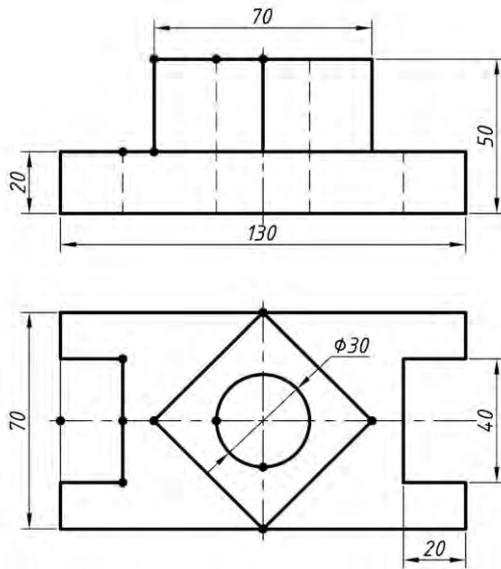












## 1. СУЩНОСТЬ МЕТОДА

Заключается в том, что объект ортогонально проецируется на горизонтальную плоскость, и у проекций точек ставятся числа (**числовые отметки**), показывающие расстояния от этих точек до условно принятой пл-ти проекций, которая называется *нулевой* ( $\Pi_0$ ).

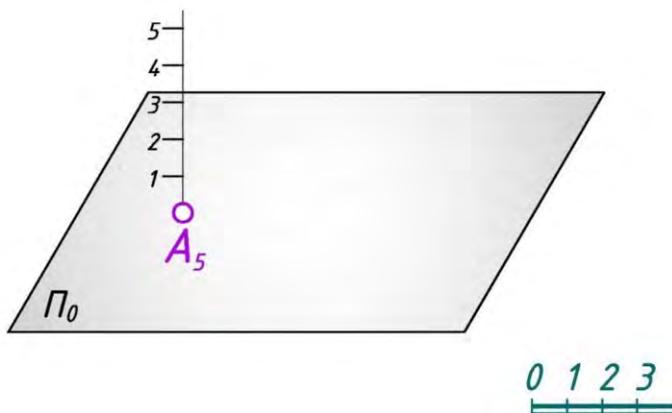
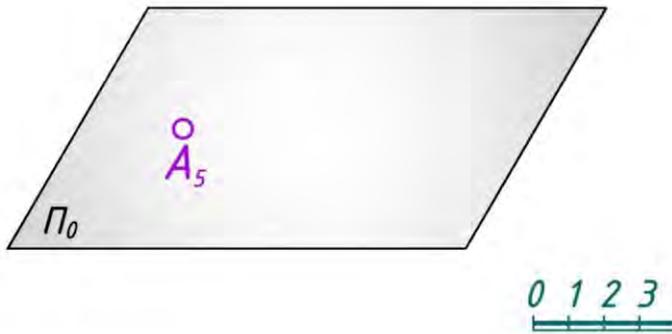
Если отметка отсчитывается вверх от плоскости, то она считается *положительной*, если отсчет идет вниз – *отрицательной*.

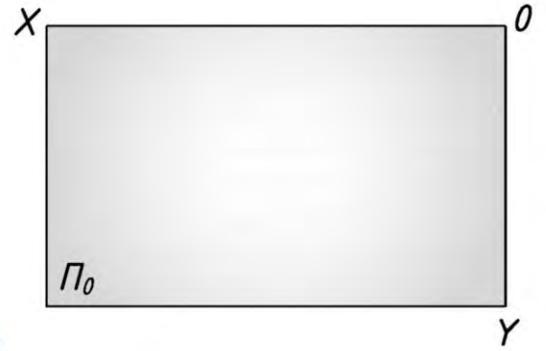
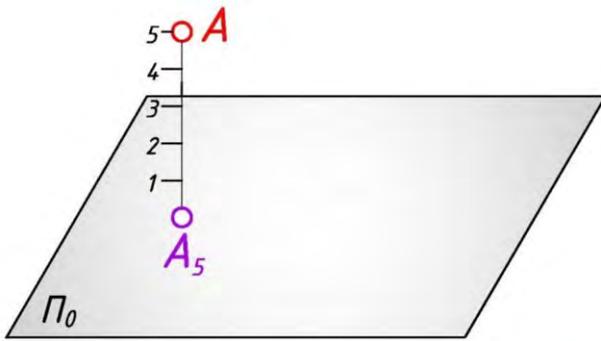
Чертежи в проекциях с числовыми отметками обязательно сопровождаются *линейным или числовым масштабом*.

## 2. ИЗОБРАЖЕНИЕ ТОЧКИ, ПРЯМОЙ ЛИНИИ, ПЛОСКОСТИ

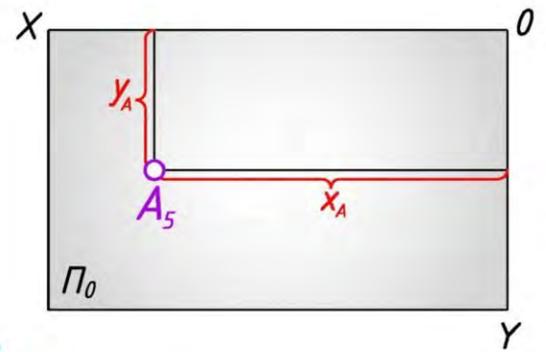
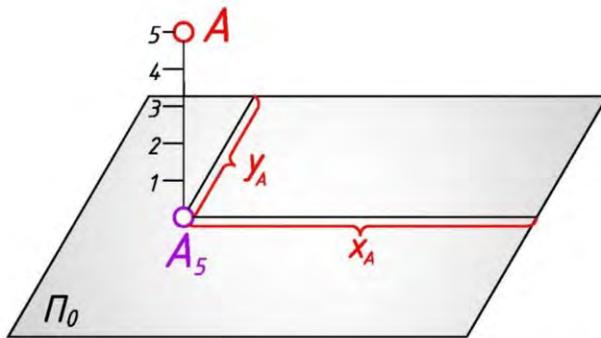
**Изображение точки.** В проекциях с числовыми отметками проекции точек наносят на плоскость по двум координатам, а ее третью координату указывают у проекции этой точки в виде числовой отметки.

Точка **A** имеет положительную отметку (расположена выше плоскости проекций  $\Pi_0$ ).



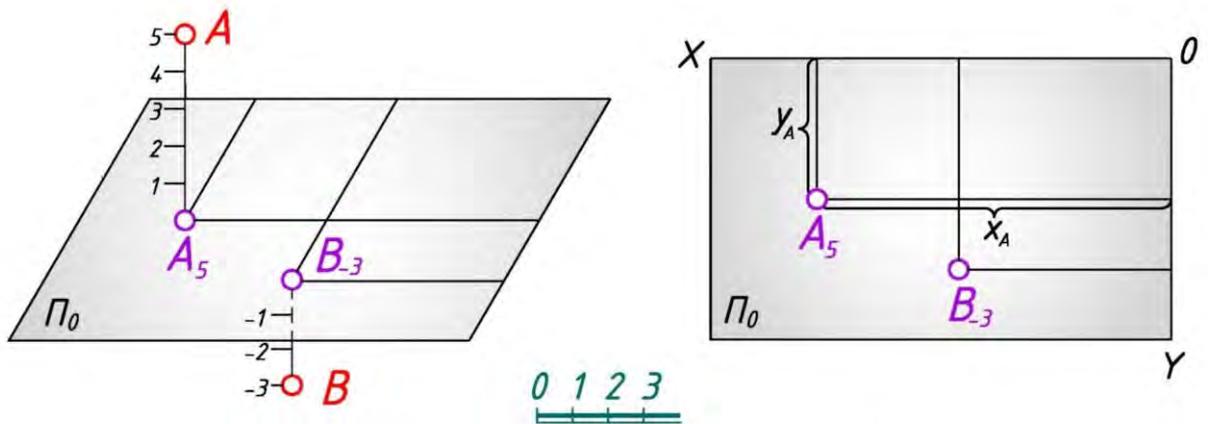


0 1 2 3

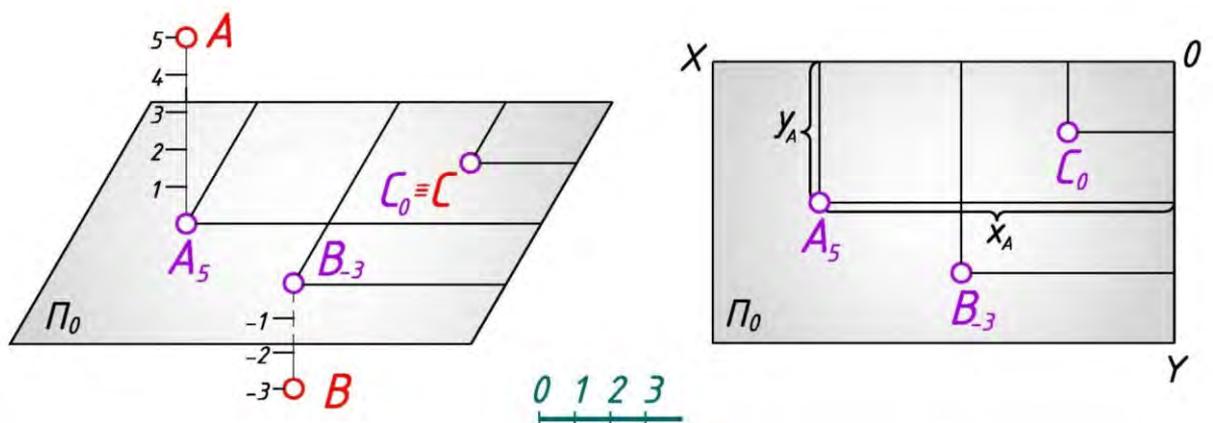


0 1 2 3

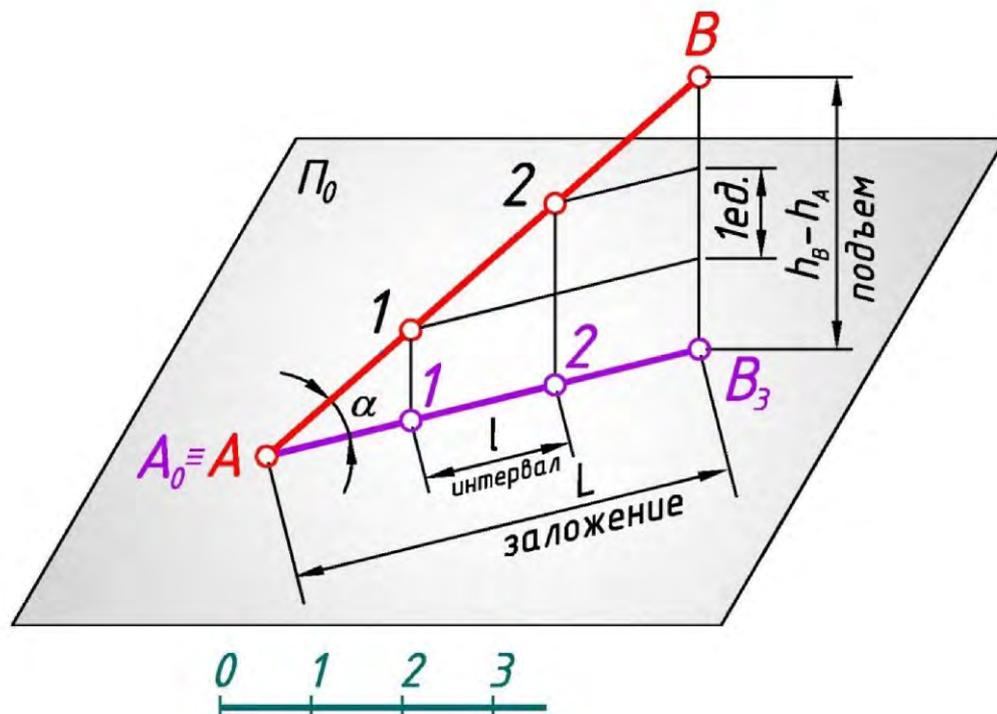
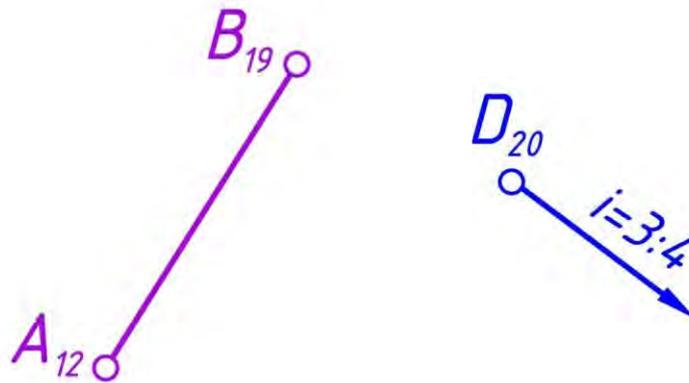
Точка **B** имеет отрицательную отметку (располагается ниже плоскости  $\Pi_0$ ).



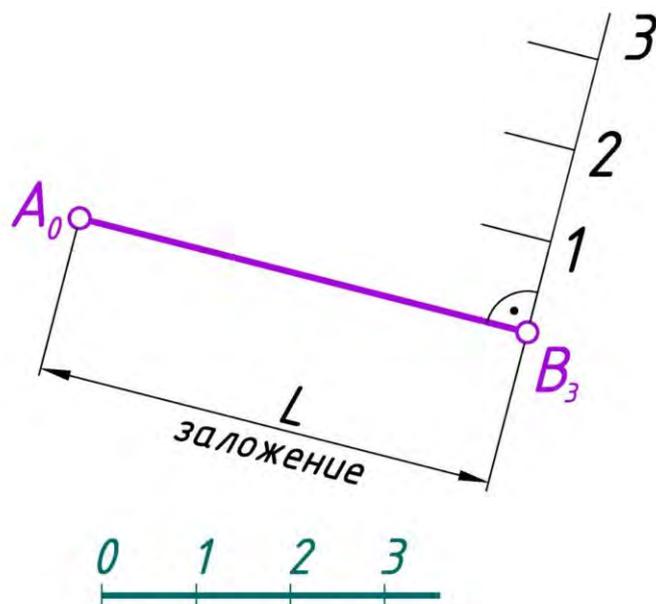
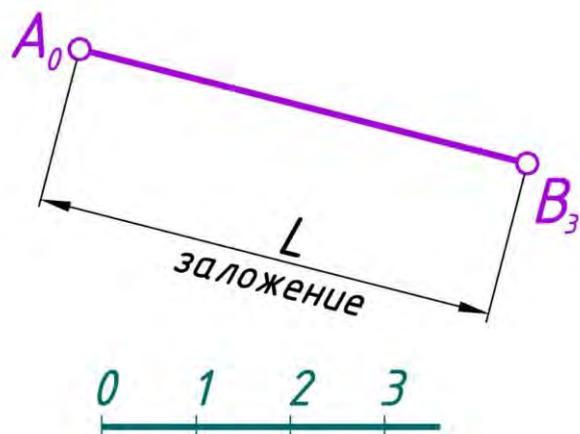
Точка **C** имеет нулевую отметку (принадлежит плоскости  $\Pi_0$ ).



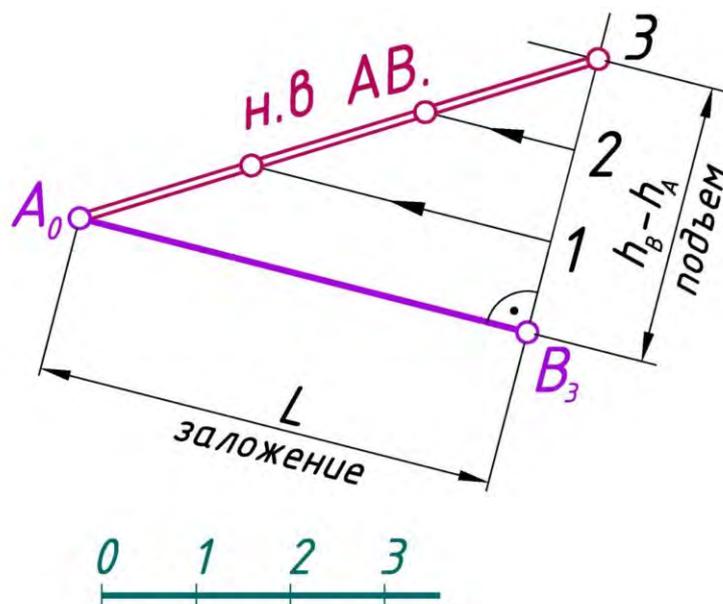
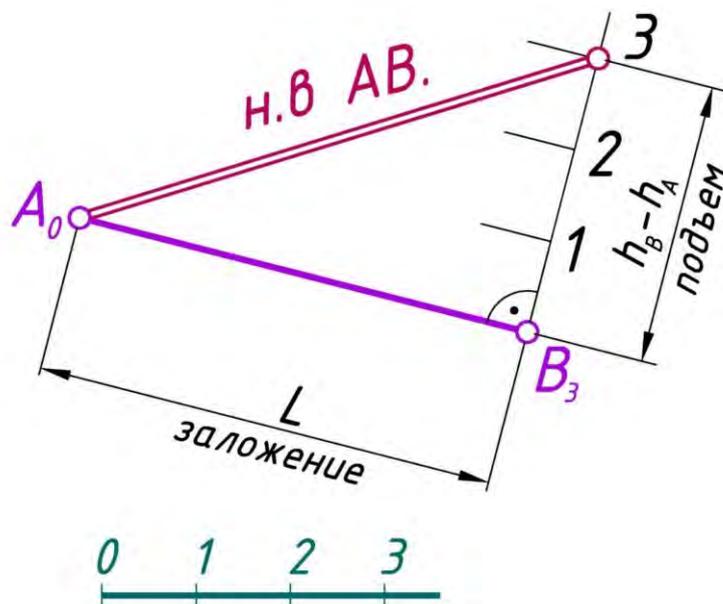
**Изображение прямой.** Положение прямой в пространстве определяется двумя ее точками, либо одной точкой и направлением (углом наклона и направлением падения (спуска)).

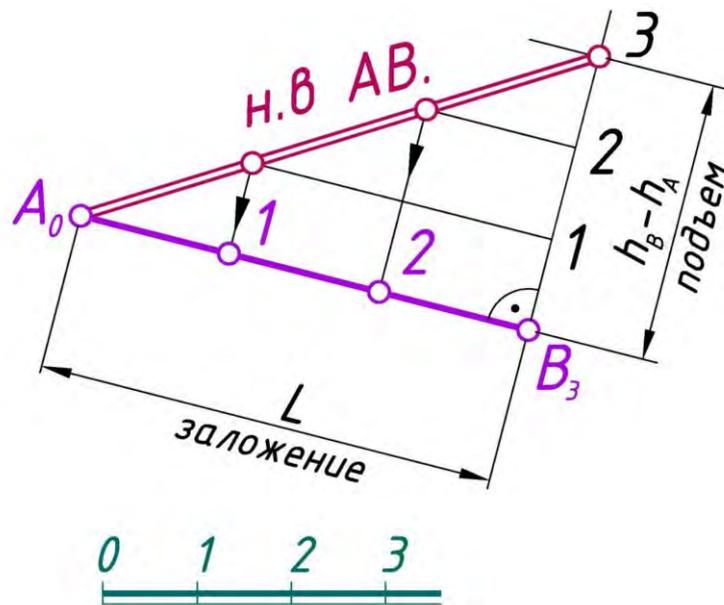


**Заложением (L)** отрезка  $AB$  называется длина его горизонтальной проекции.

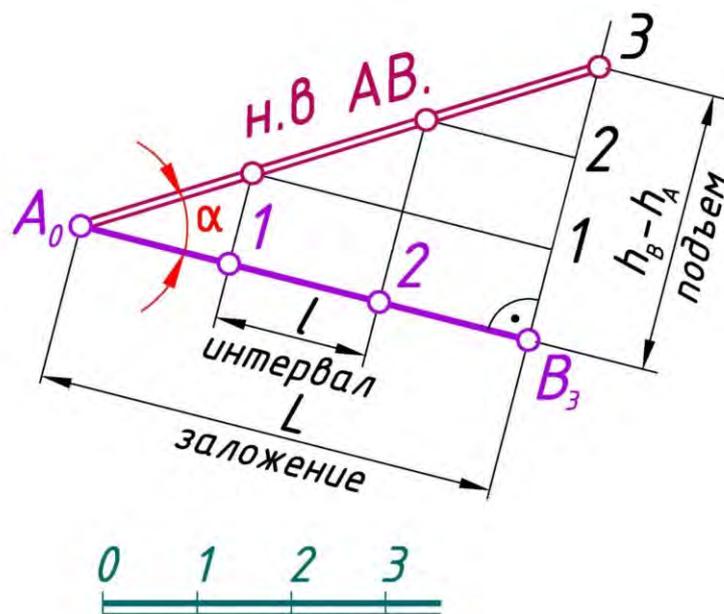


**Превышением (подъемом)** отрезка называется разность отметок его концов ( $\Delta h = h_B - h_A$ ).

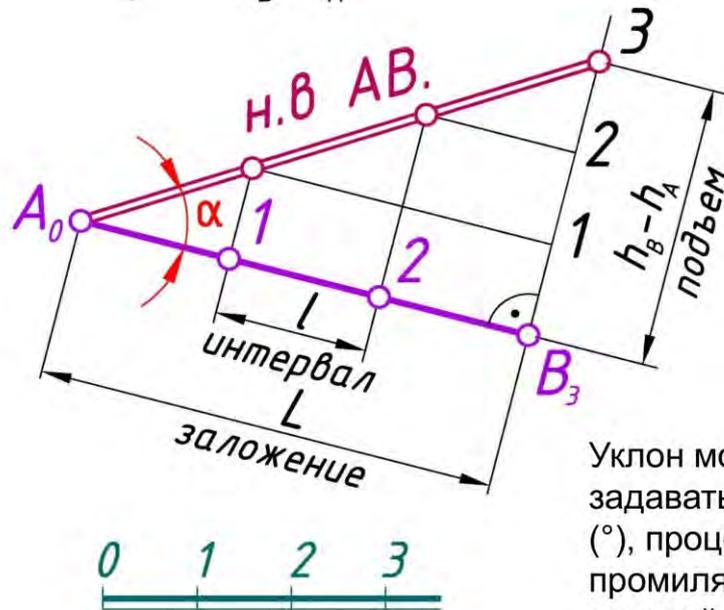




**Интервал (I)** – это заложение отрезка, разность отметок концов которого равна единице.



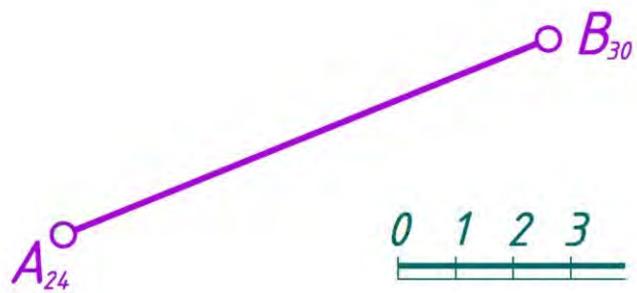
**Угол наклона прямой ( $\alpha$ )** – это угол наклона прямой к плоскости проекций  $\Pi_0$ . Обычно наклон прямой задают не *углом*  $\alpha$ , а *уклоном* ( $i$ ). *Уклоном отрезка* прямой ( $i$ ) является отношение его превышения к заложению, то есть  $\text{tg}(\alpha) = (h_B - h_A) / L = 1 / l$ , отсюда  $l = 1 / i$ .



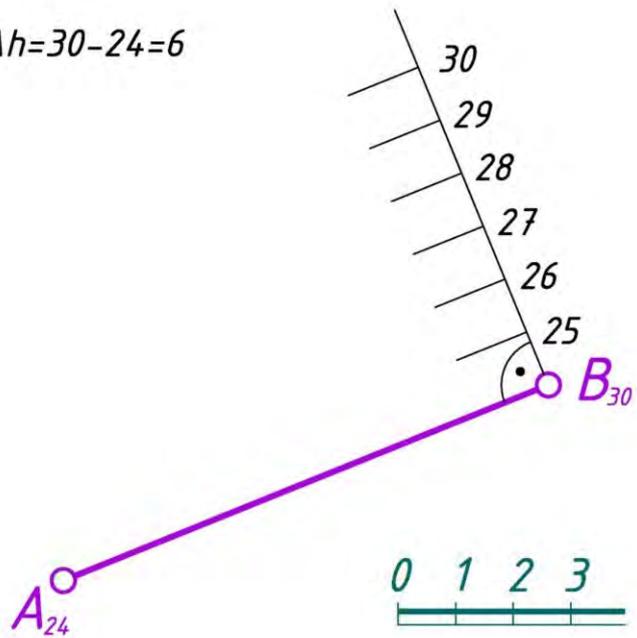
Уклон может задаваться в градусах ( $^\circ$ ), процентах (%), промилях (‰) или простой дробью.

**Градуированием** прямой линии называется определение на прямой точек с постоянной разностью координат (в целых единицах), т.е. построение интервалов. Градуировать прямую линию можно *графически* и *аналитически*.

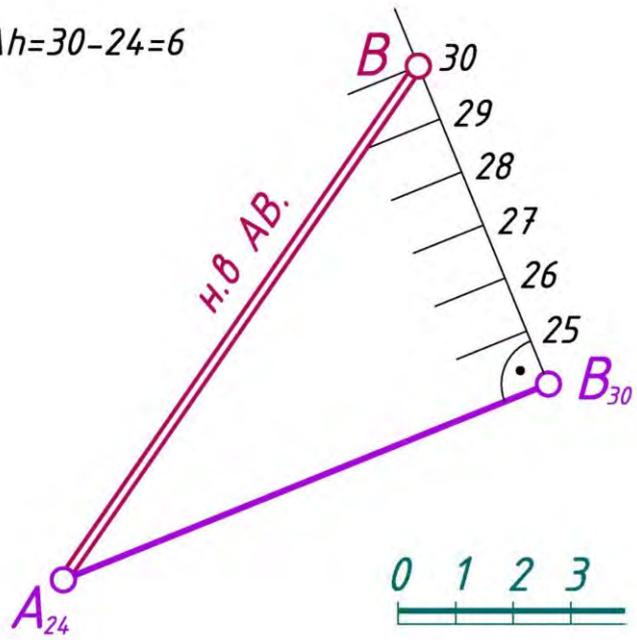
## Графический способ градуирования прямой



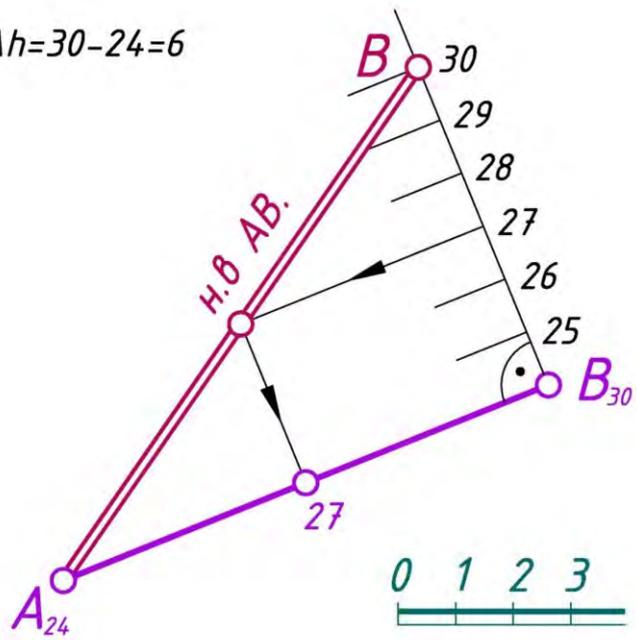
$$\Delta h = 30 - 24 = 6$$

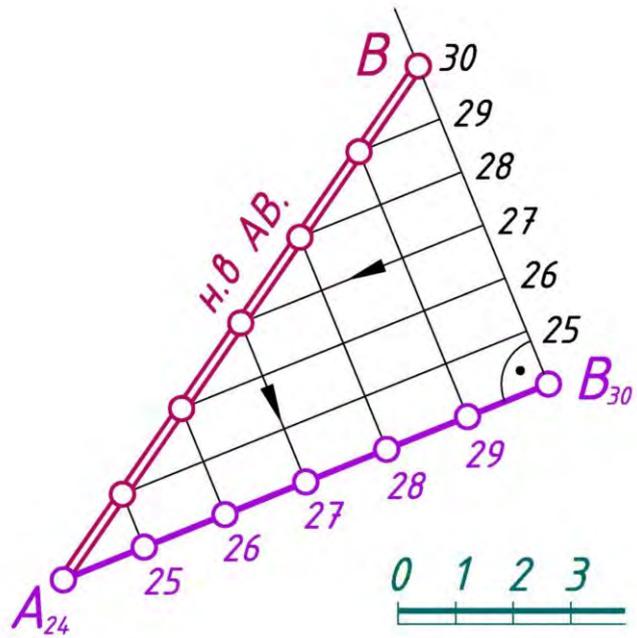


$$\Delta h = 30 - 24 = 6$$

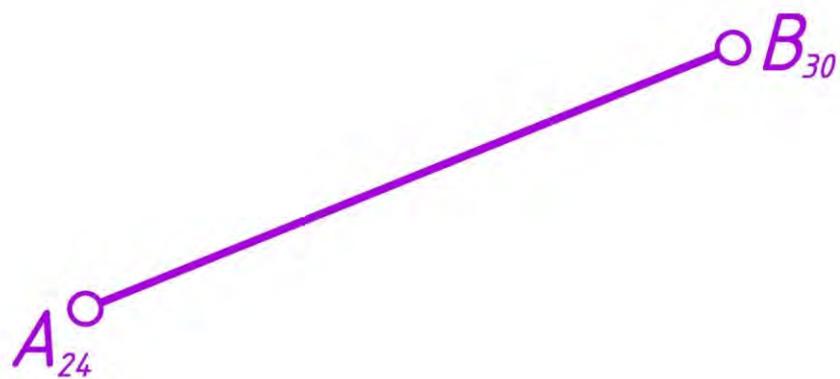


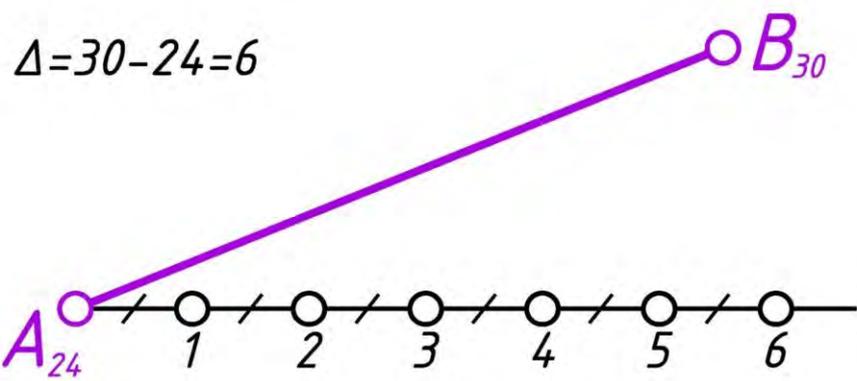
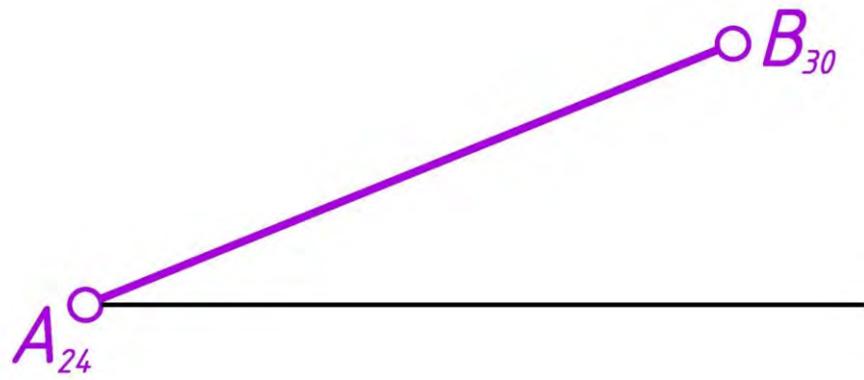
$$\Delta h = 30 - 24 = 6$$



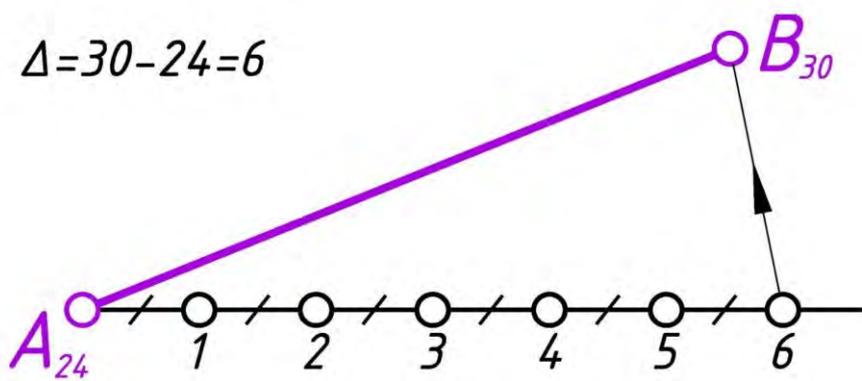


Способ пропорционального деления отрезка

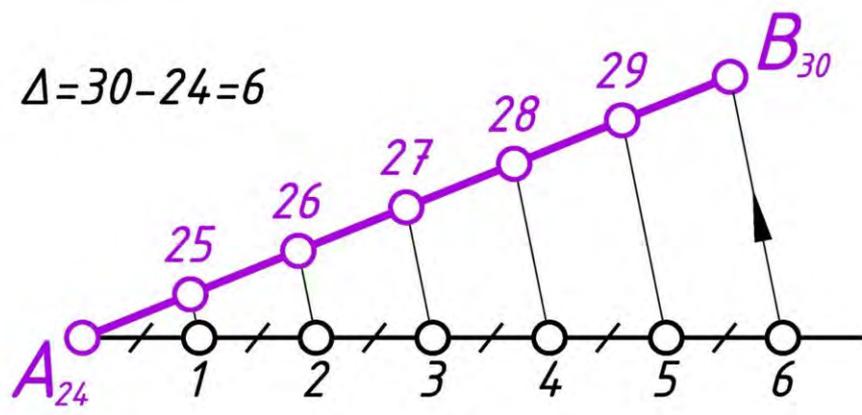




$$\Delta = 30 - 24 = 6$$

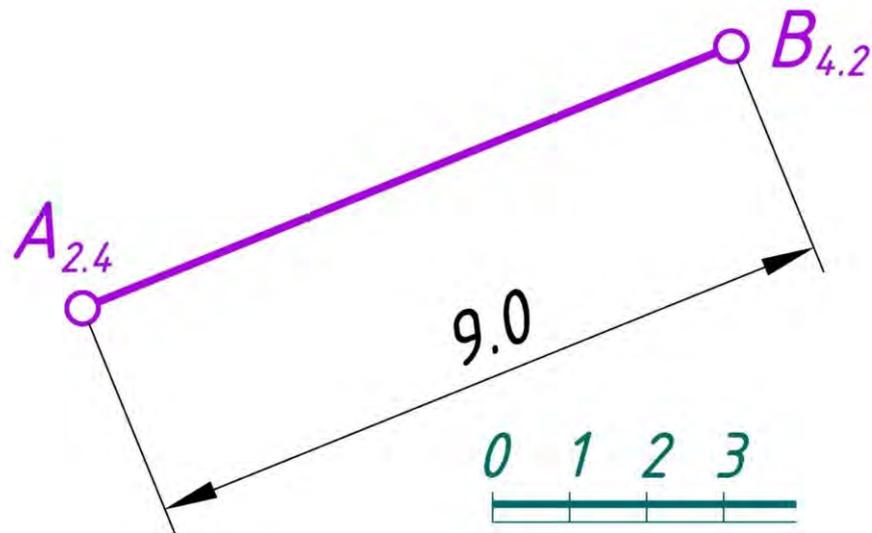


$$\Delta = 30 - 24 = 6$$

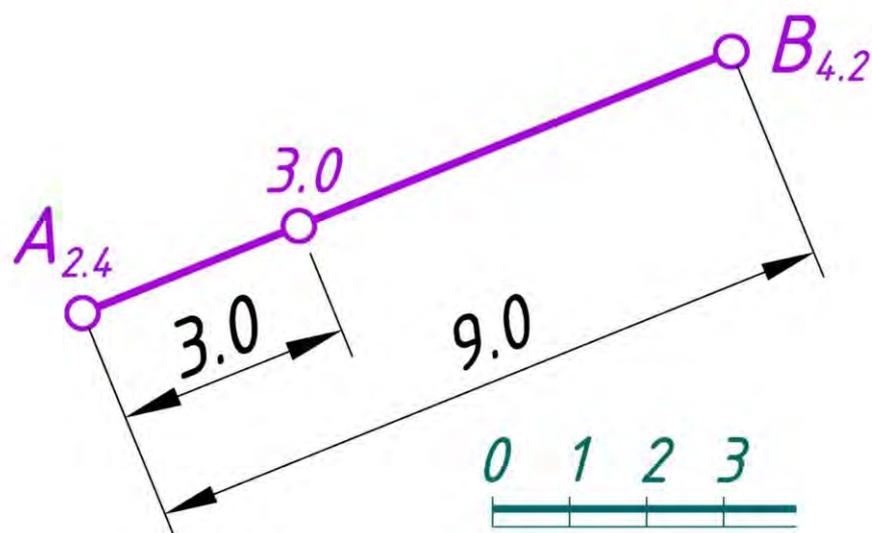


## Аналитический способ градуирования прямой линии

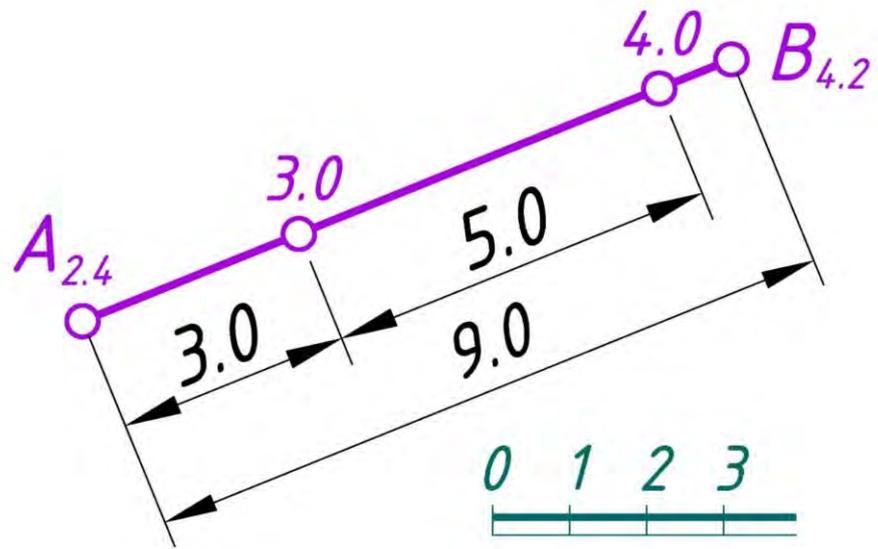
Находим интервалы  $l = 9:(4,2 - 2,4) = 9:1,80 = 5$  м.



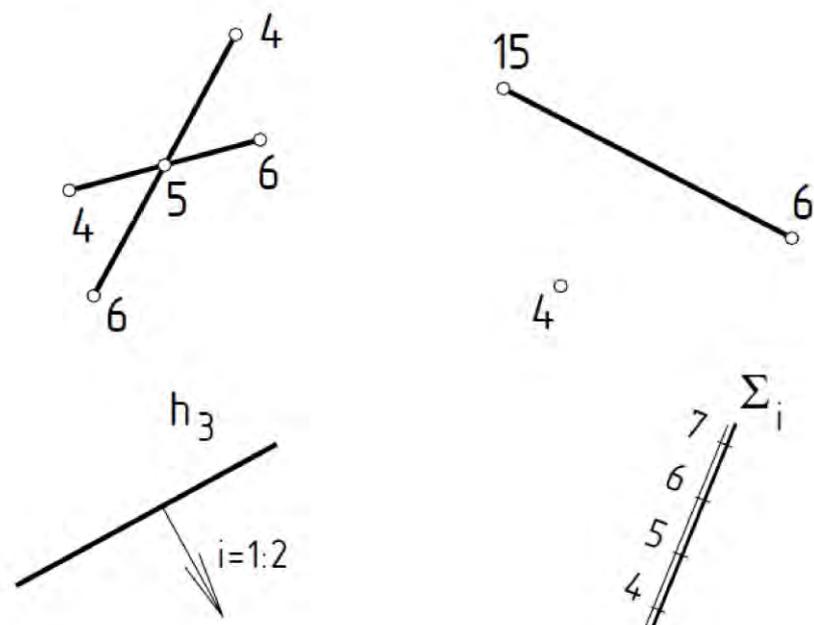
Первой точкой с отметкой в целое число будет 3,0. Разница в высоте двух точек:  $3 - 2,4 = 0,6$ . Заложение этого подъема будет  $0,6 \times 5 = 3$  м. Отложив от точки  $A_{2,4}$  отрезок 3 м, получим точку с отметкой 3,0.



Дальше откладываем интервалы, равные 5 м и получаем точки с отметками 4, 5, 6 и т.д.

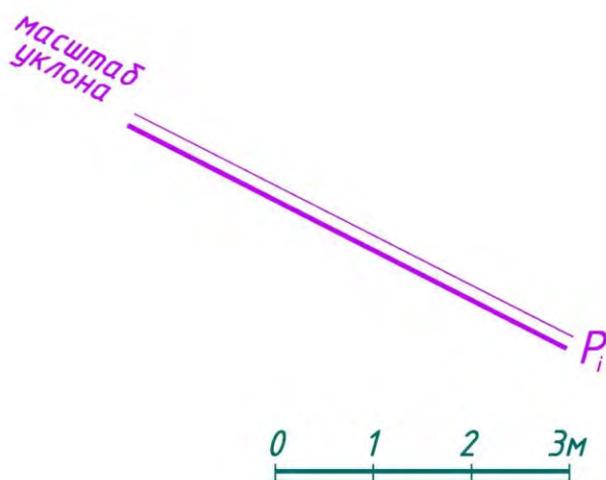
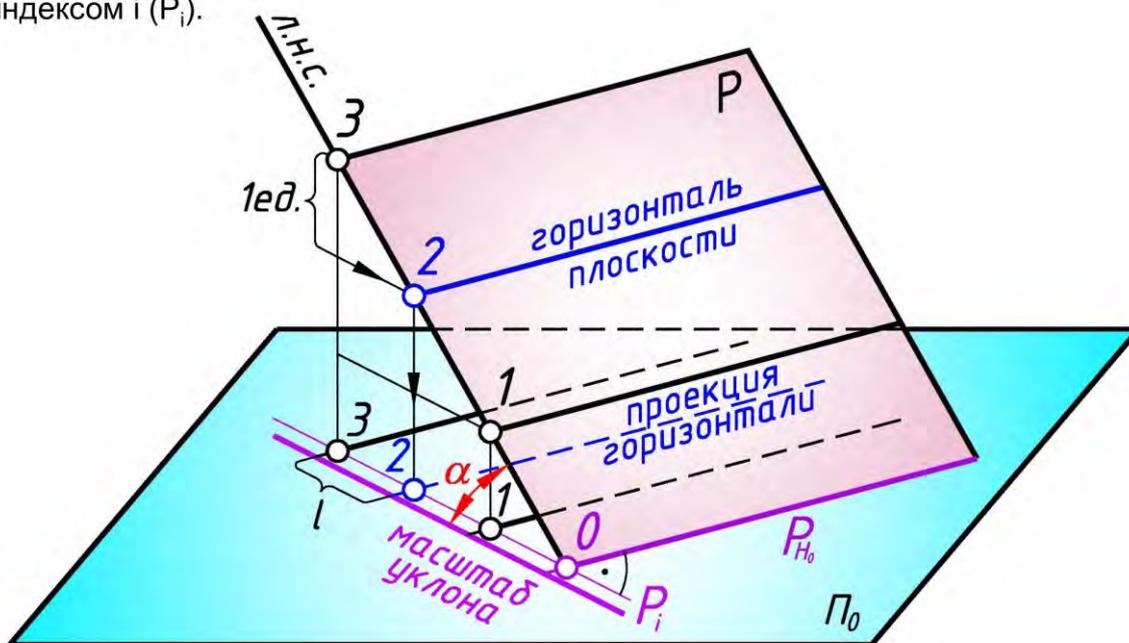


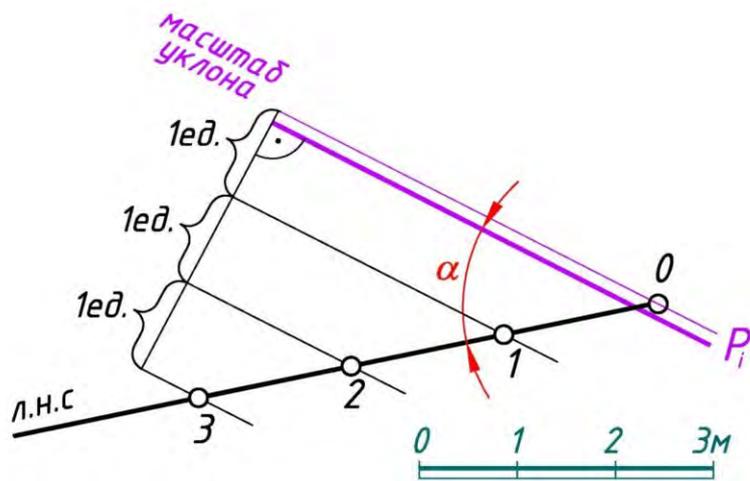
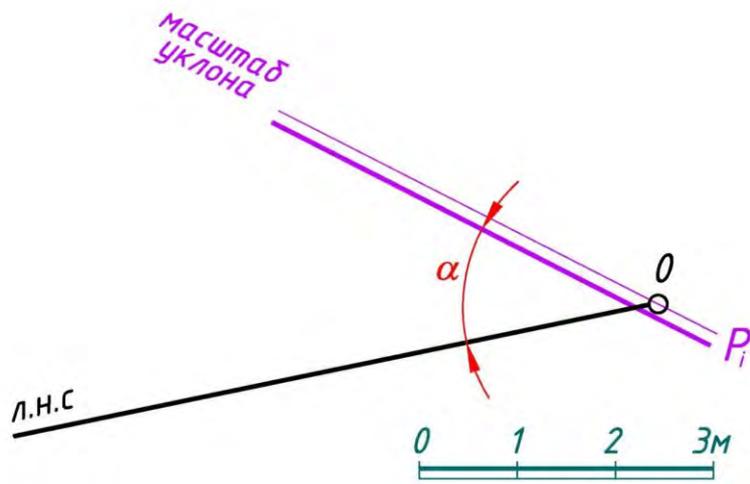
**Плоскость** в проекциях с числовыми отметками можно задать так же, как и в ортогональных проекциях (проекциями прямых и точек), горизонталью и уклоном плоскости, однако удобно задавать плоскость масштабом уклона.

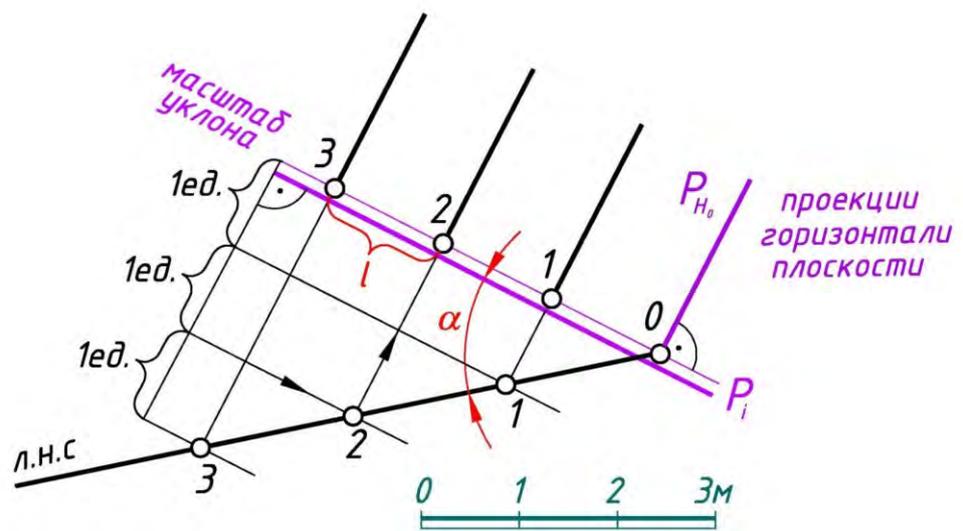
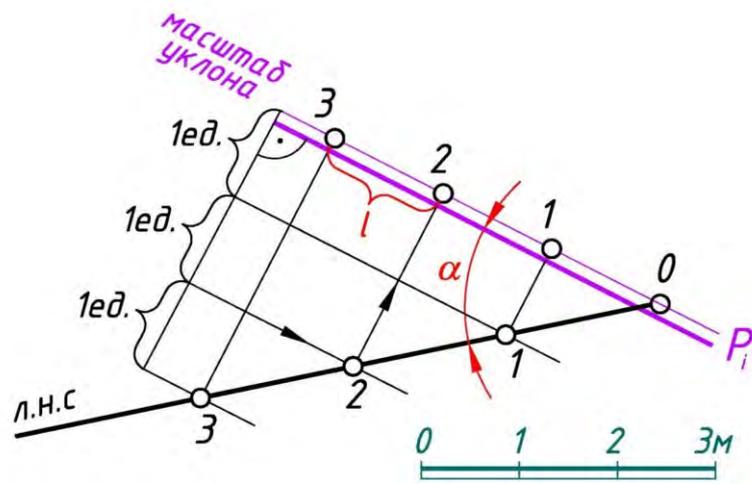


**Масштаб уклона плоскости** – это проградуйрованная проекция линии наибольшего ската плоскости.

Масштаб уклона условно изображают двумя параллельными прямыми (основной и тонкой) и обозначают той же буквой, что и плоскость, но с индексом  $i$  ( $P_i$ ).



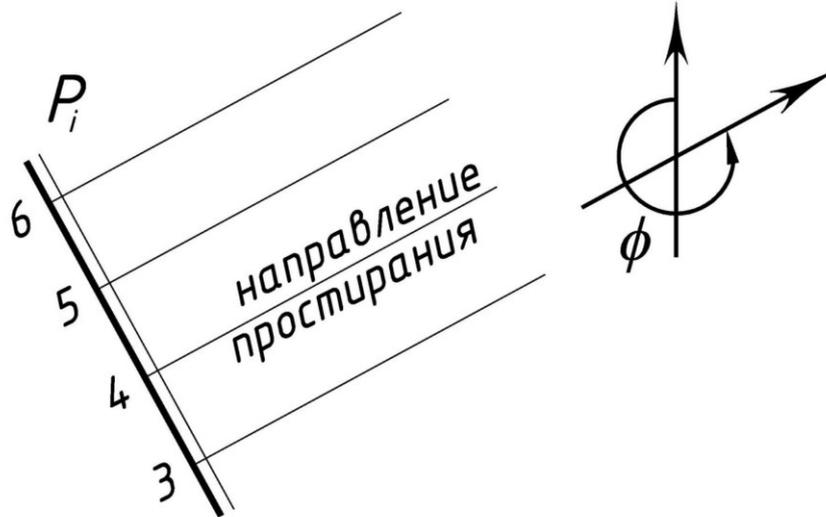




Для ориентировки плоскости относительно сторон света иногда на чертеже указывают *угол ее простирания*, который зависит от направления простирания плоскости.

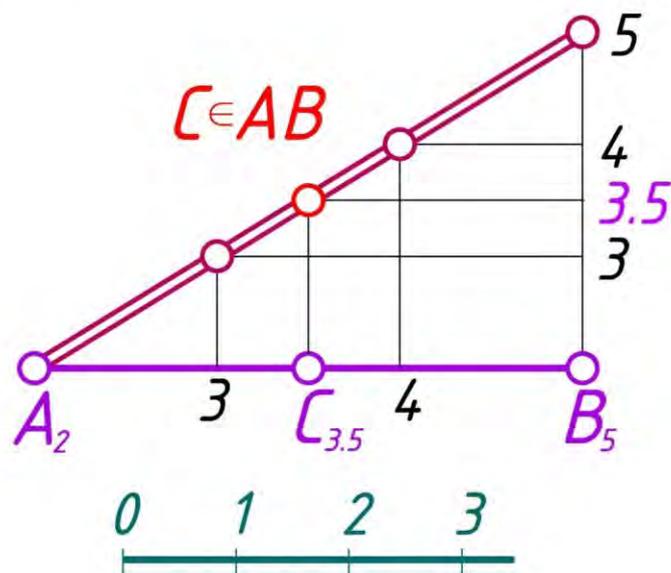
*Направление простирания плоскости* принимается направо, если смотреть на плоскость в сторону ее подъема.

Угол простирания  $\phi$  отсчитывается против движения часовой стрелки от северного конца меридиана до направления простирания.

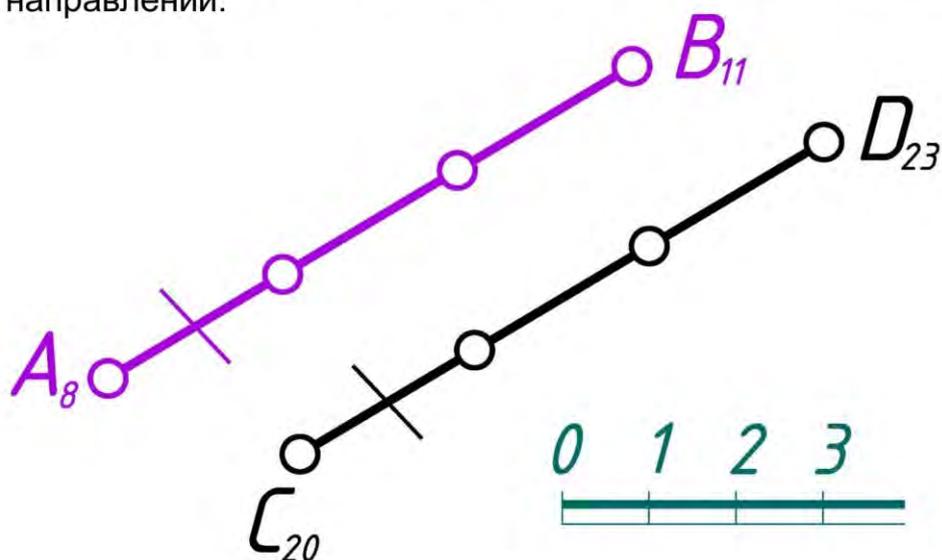


### Взаимное расположение прямых, прямой и плоскости, плоскостей

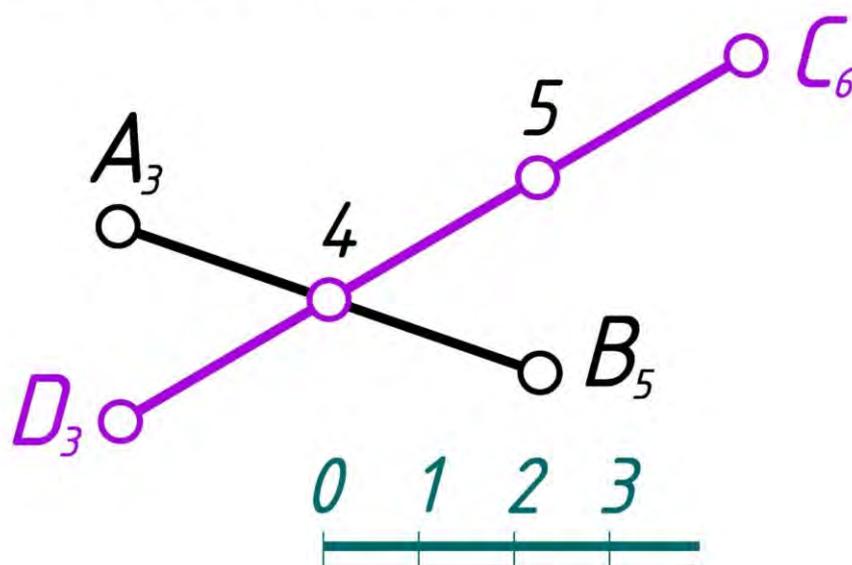
1. Если точка в пространстве лежит на отрезке прямой, то проекция этой точки лежит на проекции отрезка прямой и их высотные отметки совпадают.



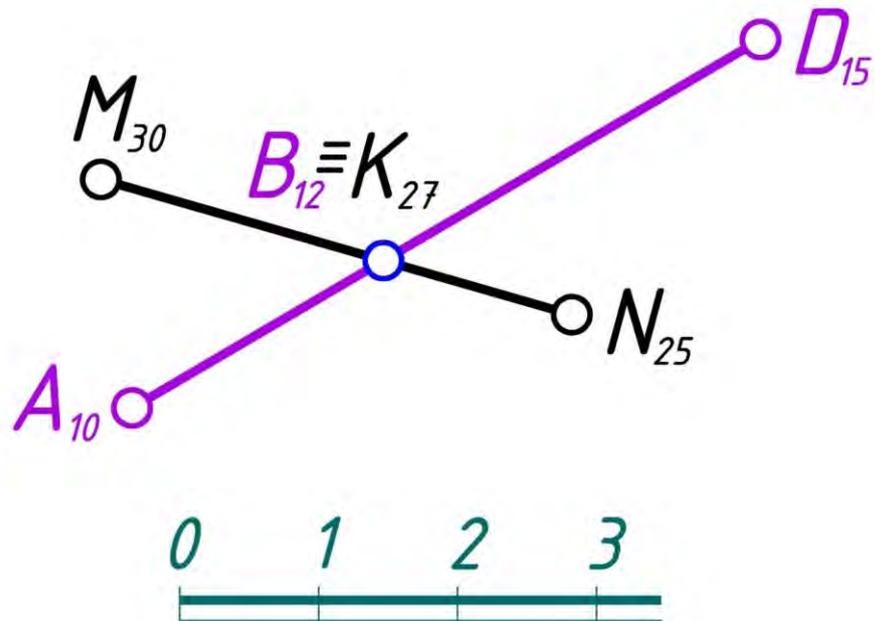
2. Если две прямые параллельны между собой, то проекции их параллельны друг другу, интервалы равны и отметки возрастают в одном направлении.



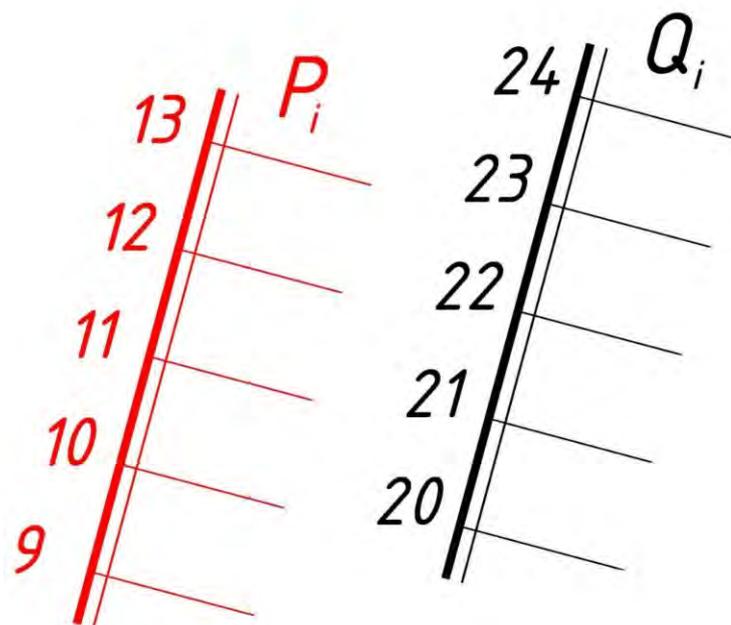
3. Если прямые в пространстве пересекаются, то их проекции взаимно пересекаются в точке с одинаковой отметкой.



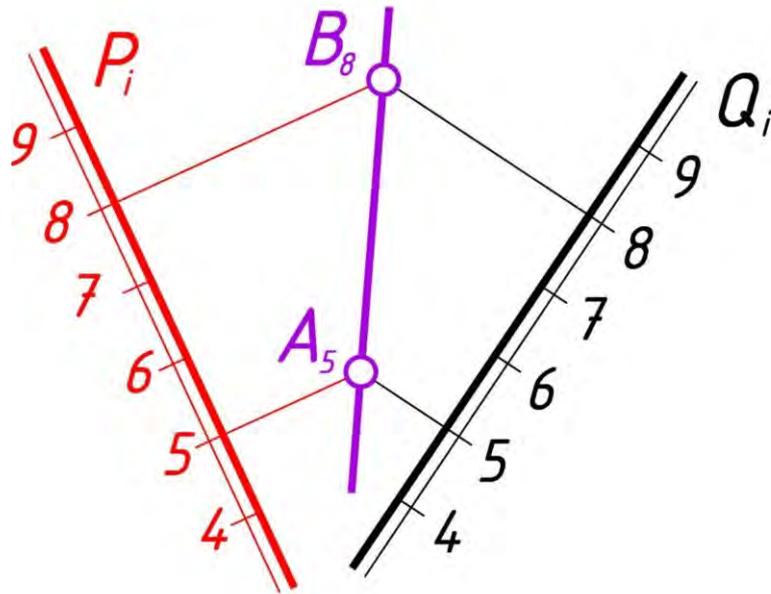
4. Если прямые скрещиваются, то проекции их могут пересекаться, но точка пересечения имеет две отметки: одну для точки первой прямой и вторую – для точки второй прямой.



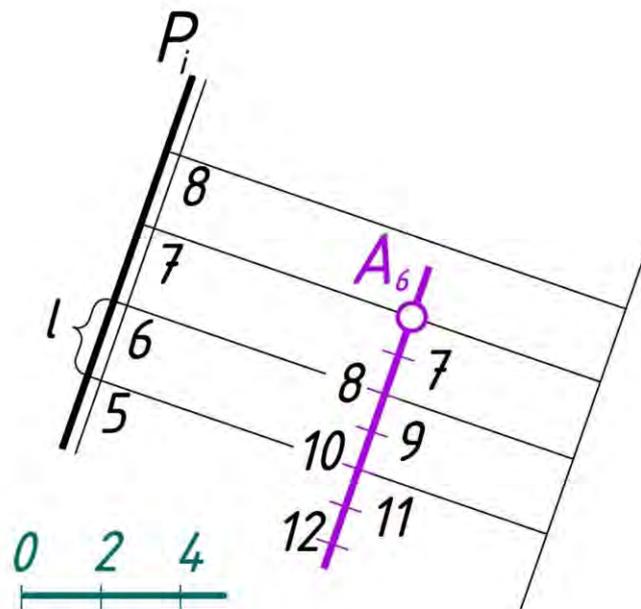
5. Если две плоскости в пространстве параллельны друг другу, то в проекциях с числовыми отметками масштабы уклонов их параллельны, интервалы равны и отметки возрастают в одном направлении.



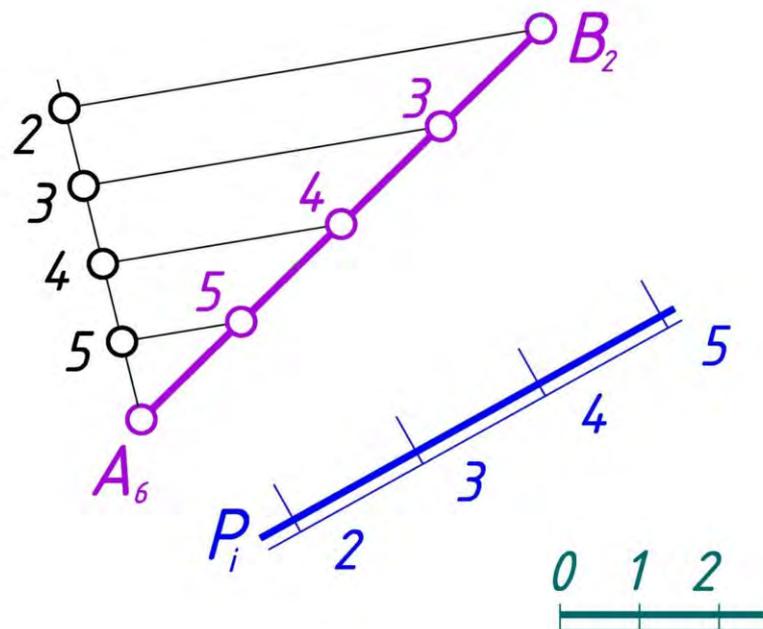
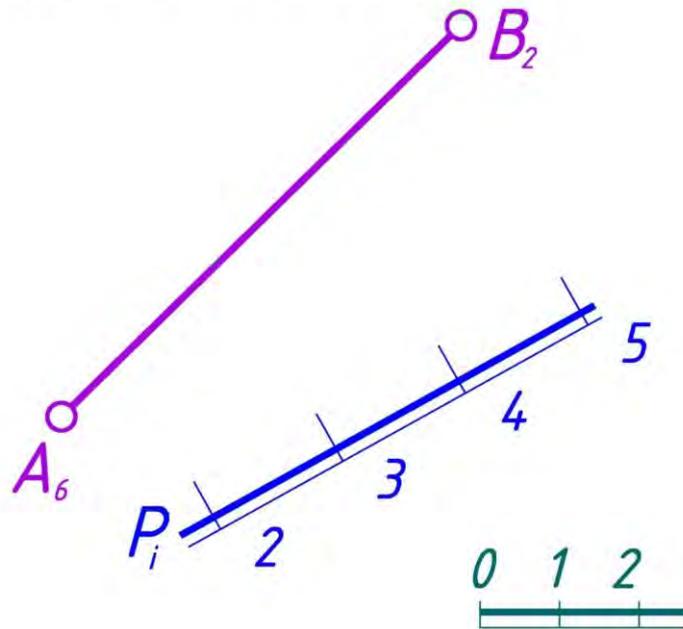
6. Чтобы построить линию пересечения двух плоскостей, достаточно определить две точки этой линии, которые являются точками пересечения одноименных горизонталей, или одну ее точку и направление линии.

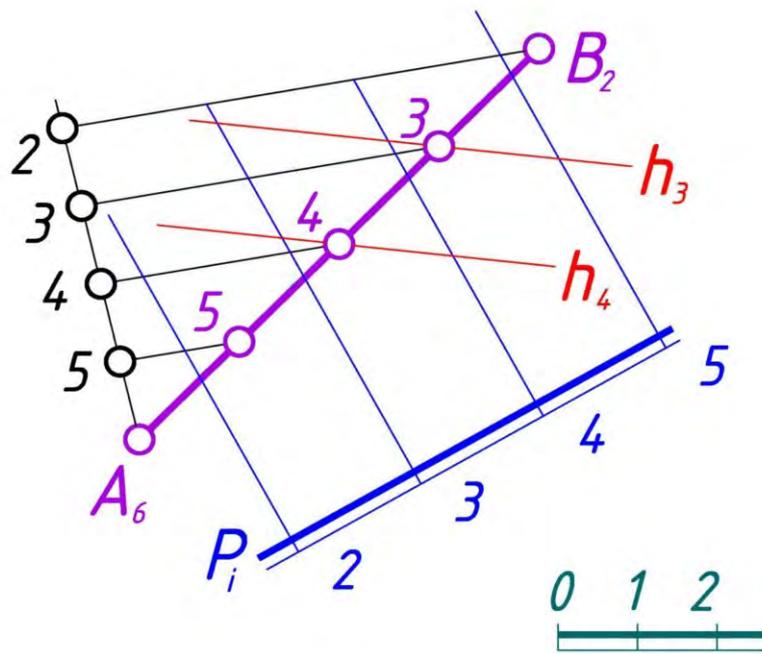
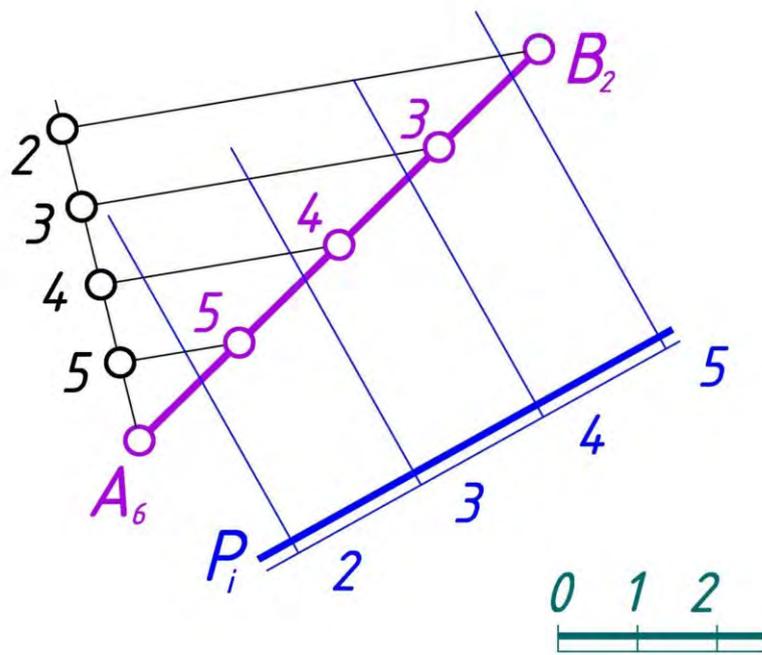


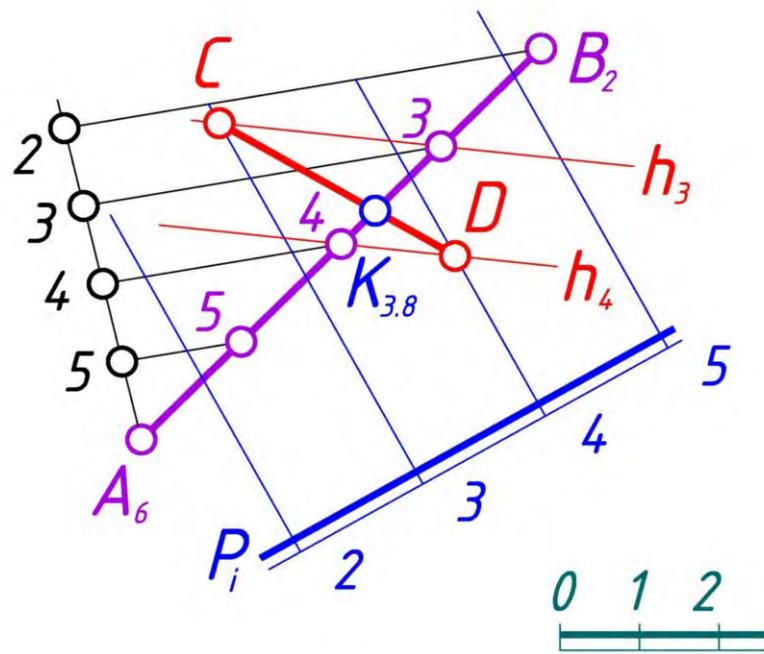
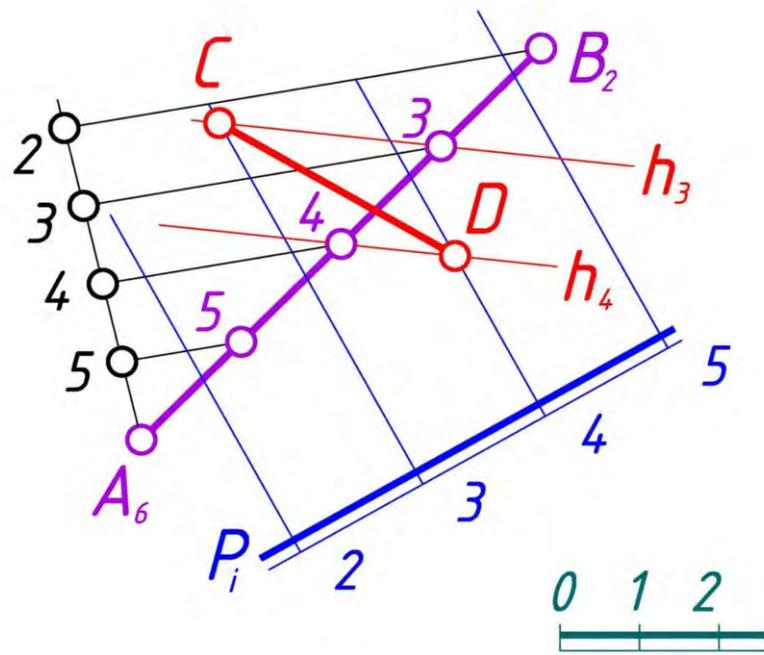
7. Если прямая перпендикулярна плоскости, то ее проекция параллельна масштабу уклона плоскости, а отметки перпендикуляра и линии наибольшего ската возрастают в противоположном направлении.



8. Точку пересечения прямой с плоскостью находят при помощи вспомогательной плоскости-посредника общего положения, проведенной через заданную прямую.



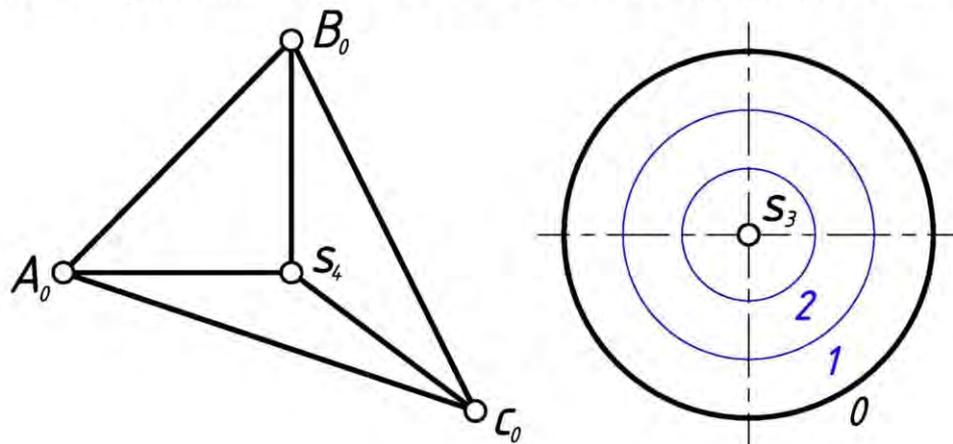




### 3. ЗАДАНИЕ, ОБРАЗОВАНИЕ И ИЗОБРАЖЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

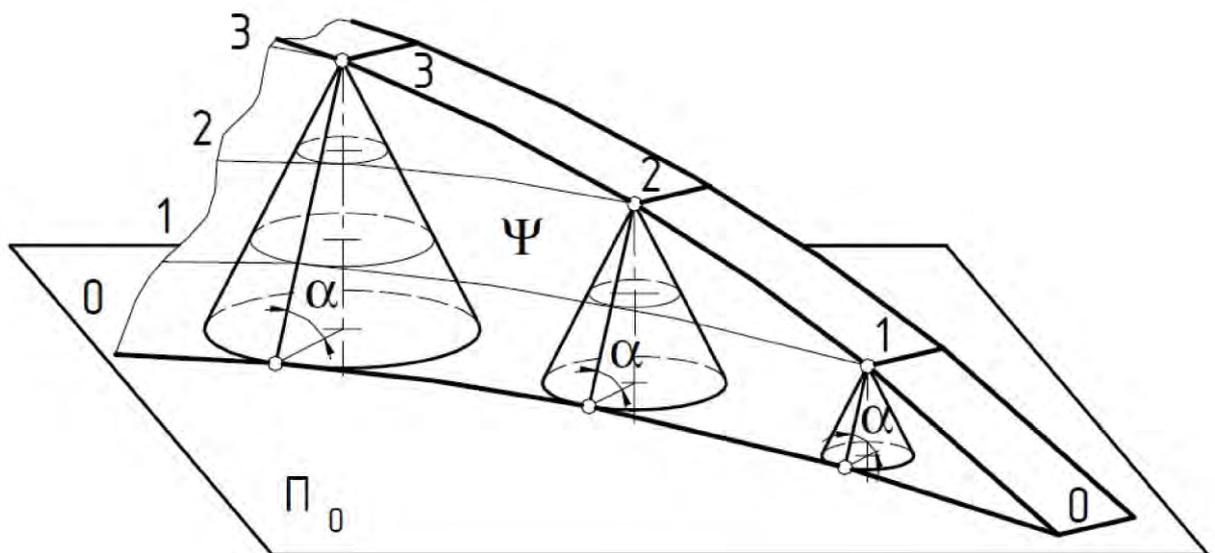
**Многогранники** в проекциях с числовыми отметками можно задать проекциями ребер с указанием отметок вершин.

**Криволинейные поверхности** в проекциях с числовыми отметками задаются рядом проекций горизонтальных сечений. Эти сечения проводятся через определенные промежутки, равные единице высоты. Полученные в сечении линии называют горизонталями.

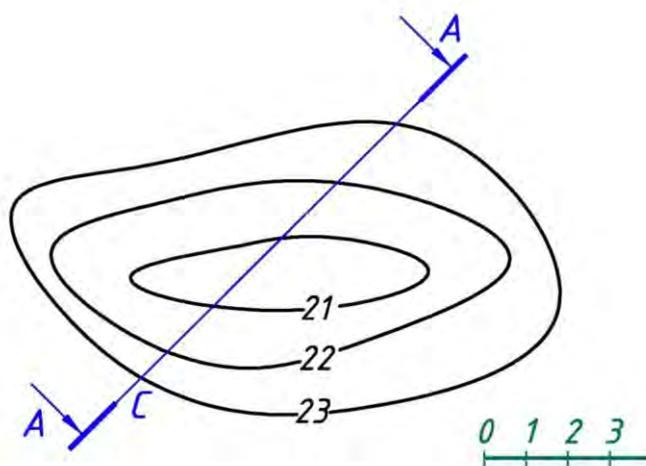


#### **Задание поверхности одинакового ската (уклона).**

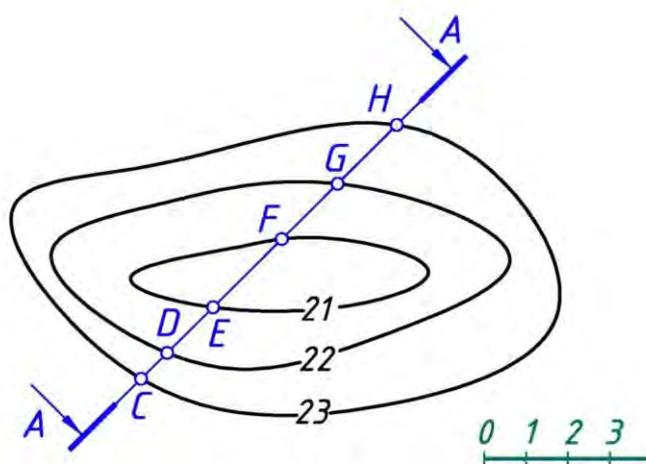
Эта поверхность представляет собой линейчатую поверхность, все прямолинейные образующие которой составляют с горизонтальной плоскостью постоянный угол.



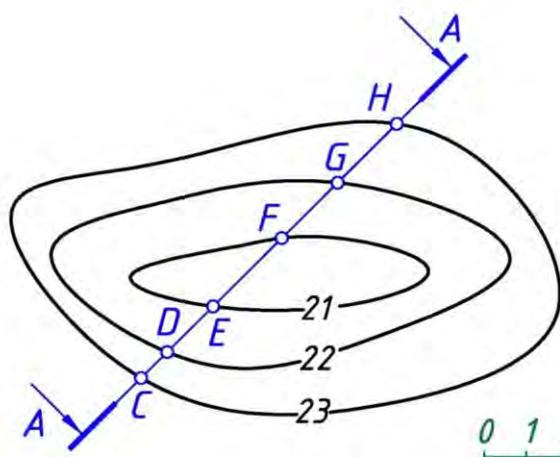
**Топографическая поверхность** изображается совокупностью кривых линий – горизонталей, которые получаются в пересечении этой поверхности рядом горизонтальных плоскостей.



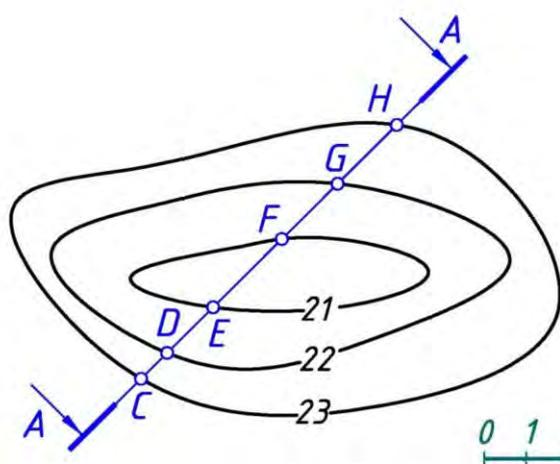
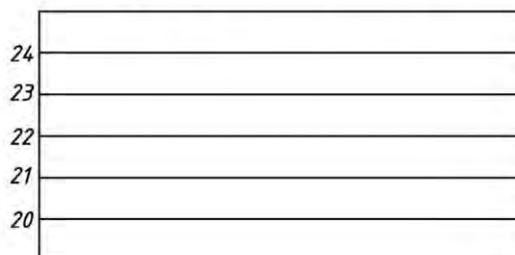
**Профилем местности** по какому-нибудь заданному направлению называется линия пересечения топографической поверхности вертикальной плоскостью.



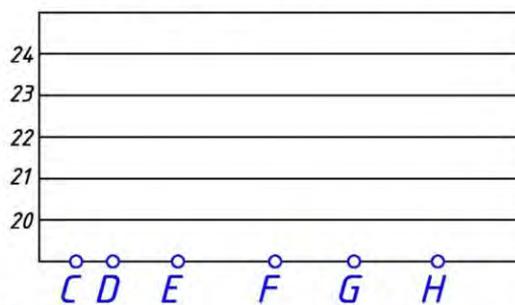
**Профилем местности** по какому-нибудь заданному направлению называется линия пересечения топографической поверхности вертикальной плоскостью.

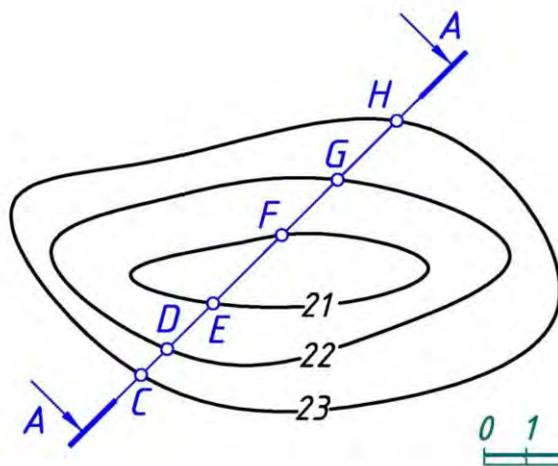


Профиль по А-А

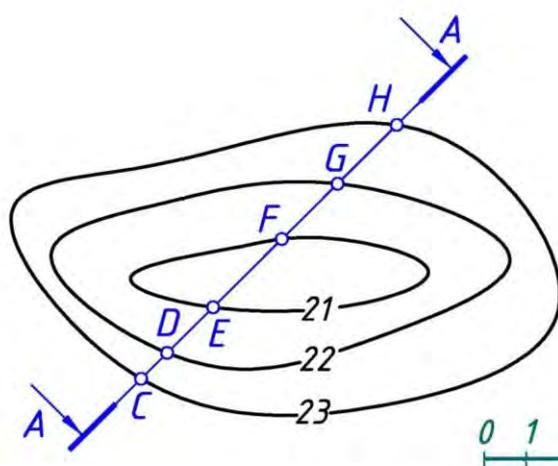
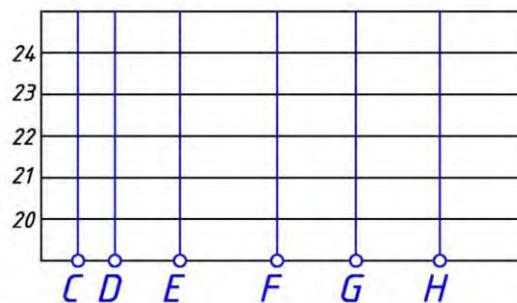


Профиль по А-А

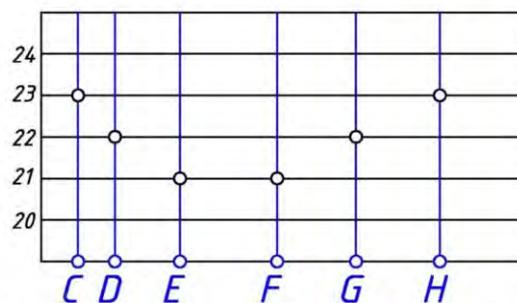


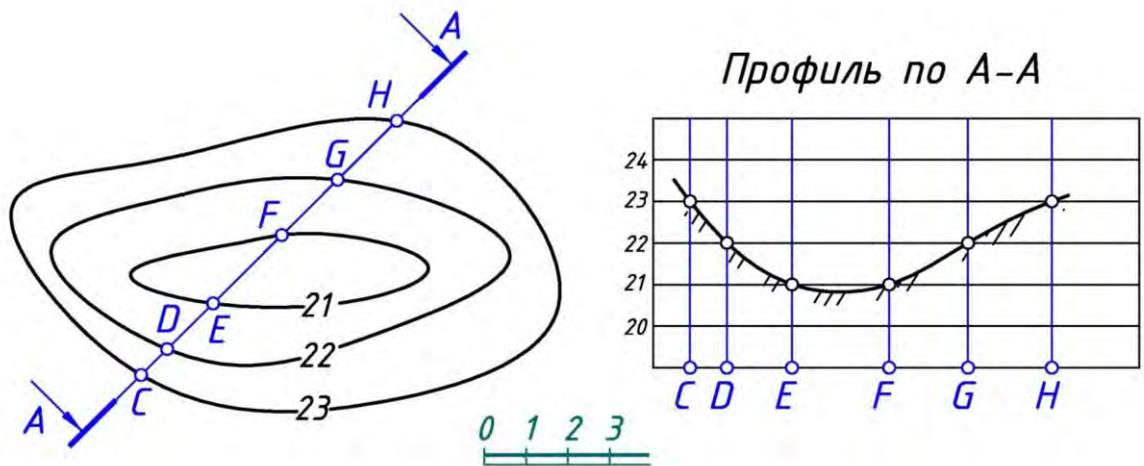


Профиль по А-А

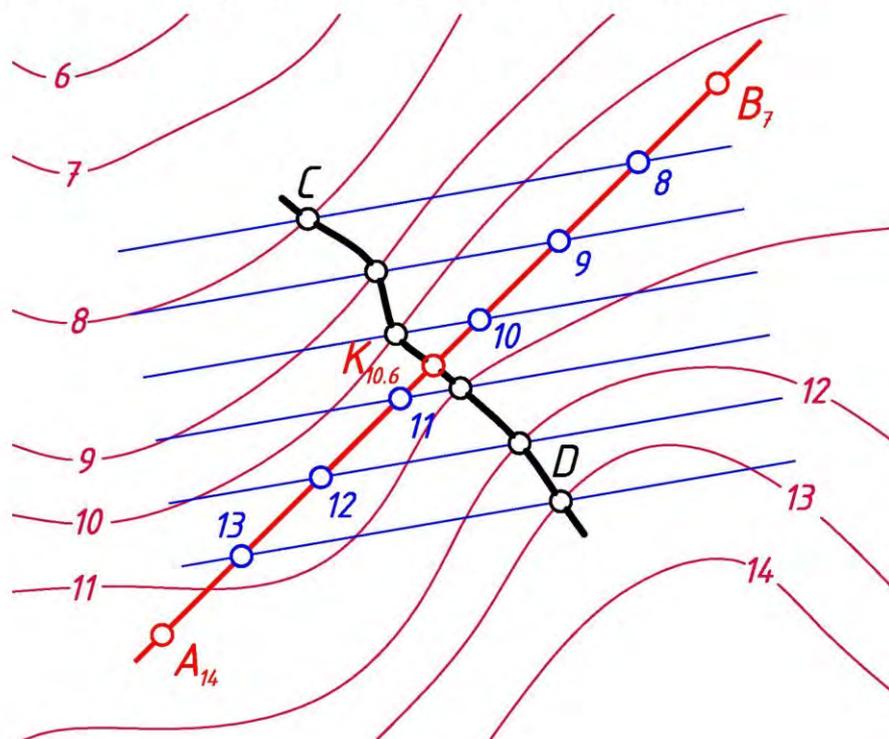


Профиль по А-А





**Точку пересечения прямой с поверхностью рельефа находят аналогично точке пересечения прямой с плоскостью.**

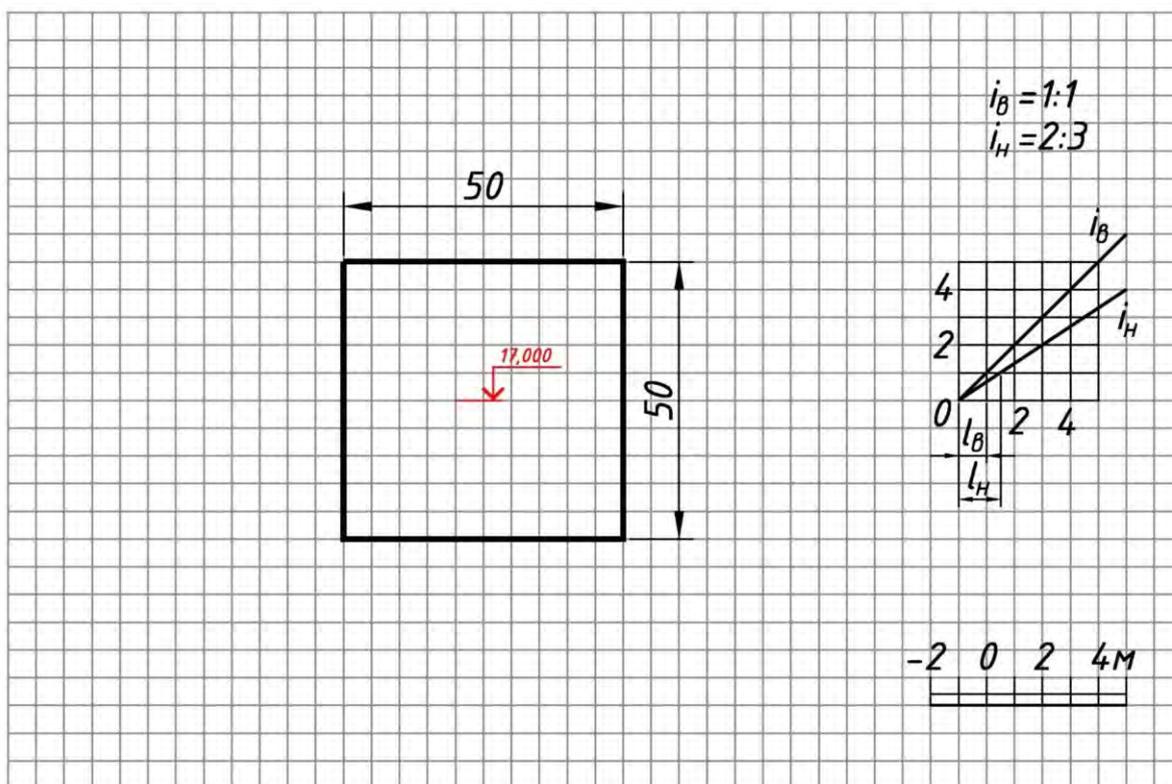


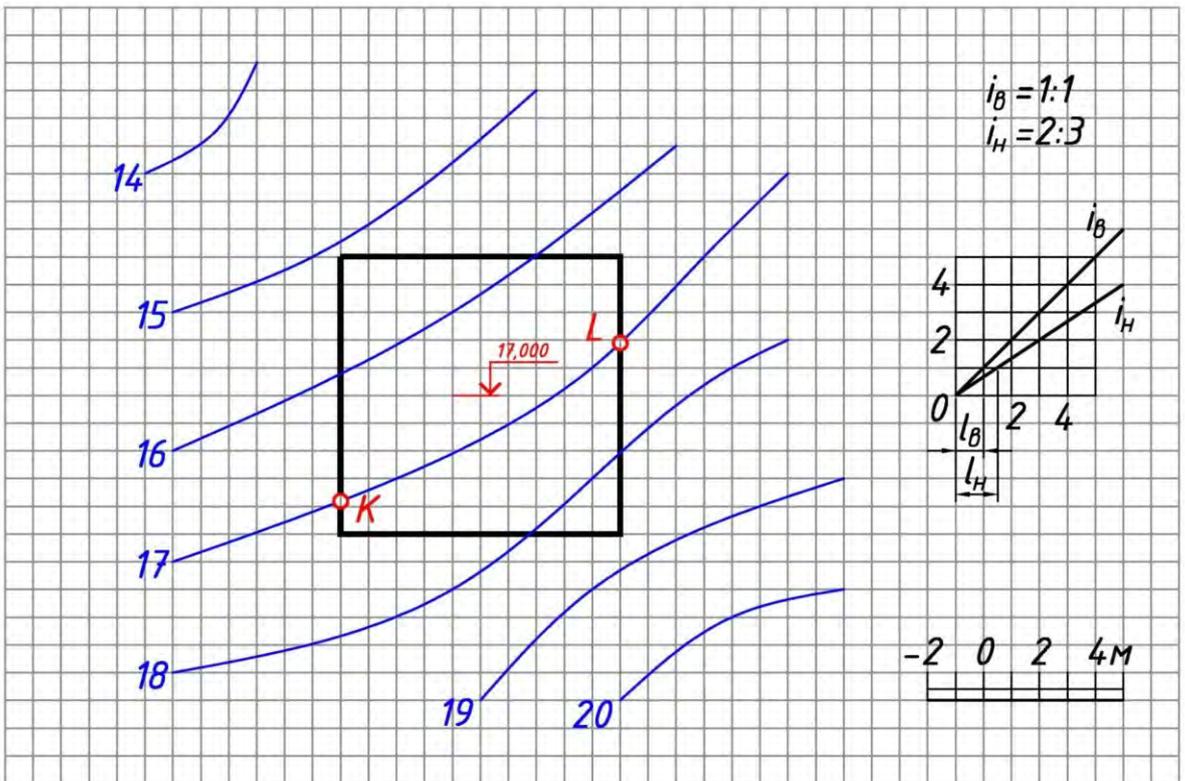
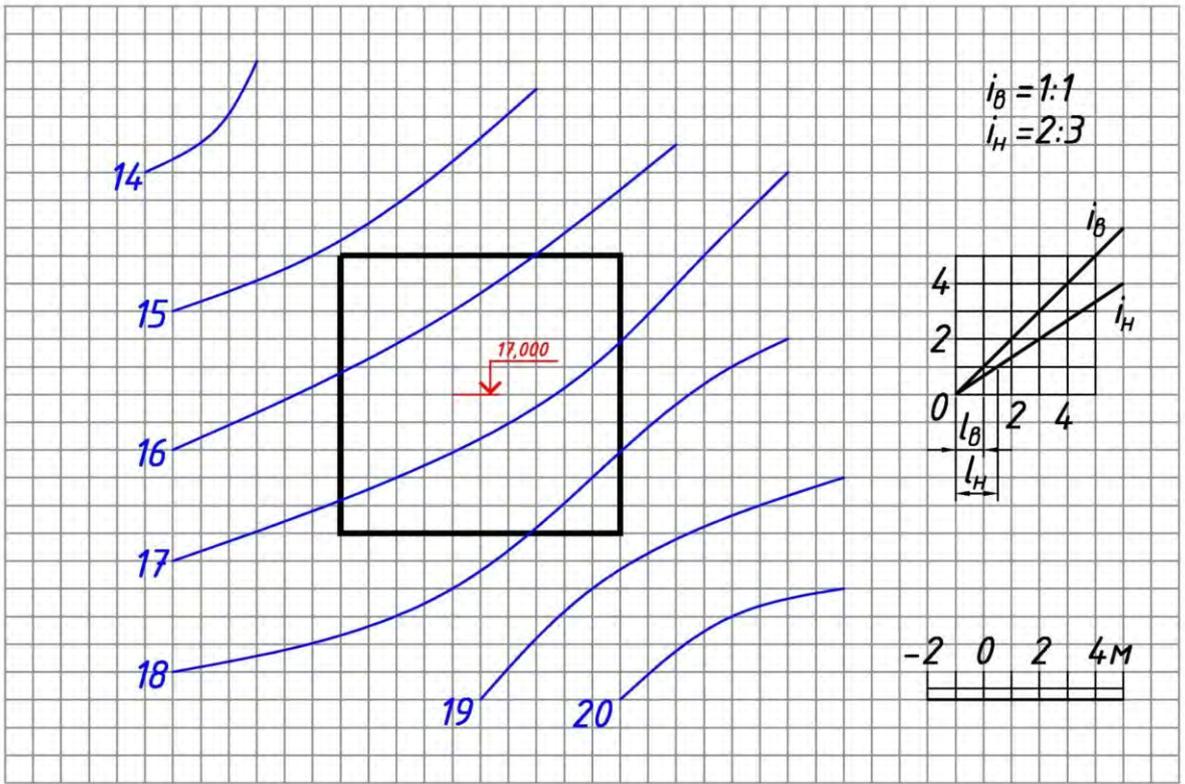
## 4. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

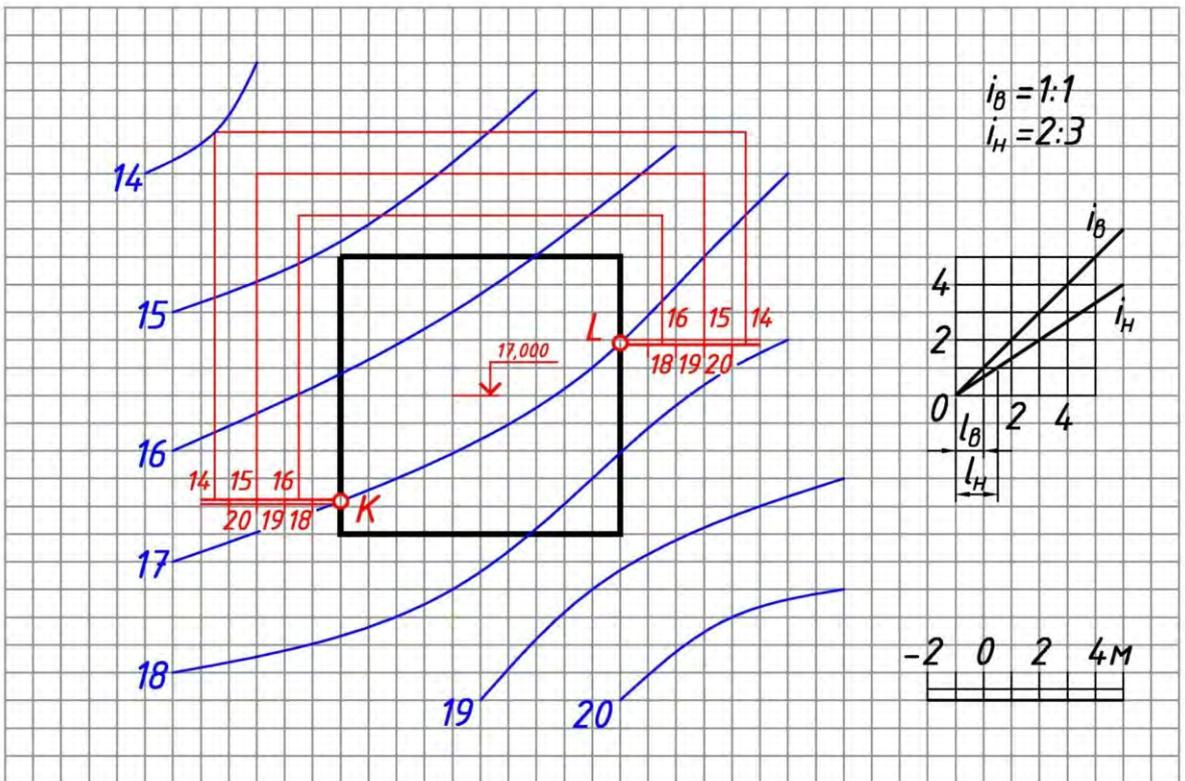
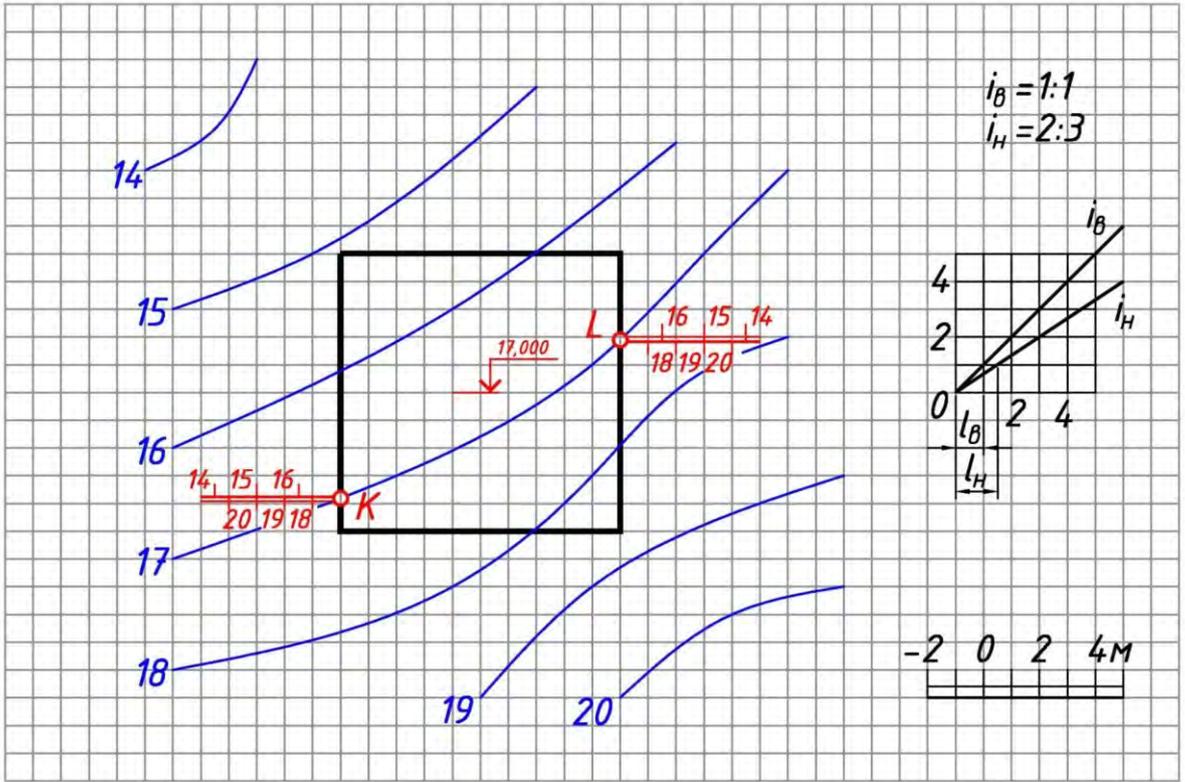
Задача по определению «*границ земляных работ*» сводится к нахождению точек пересечения горизонталей каждого откоса с одноименными горизонталями топографической поверхности.

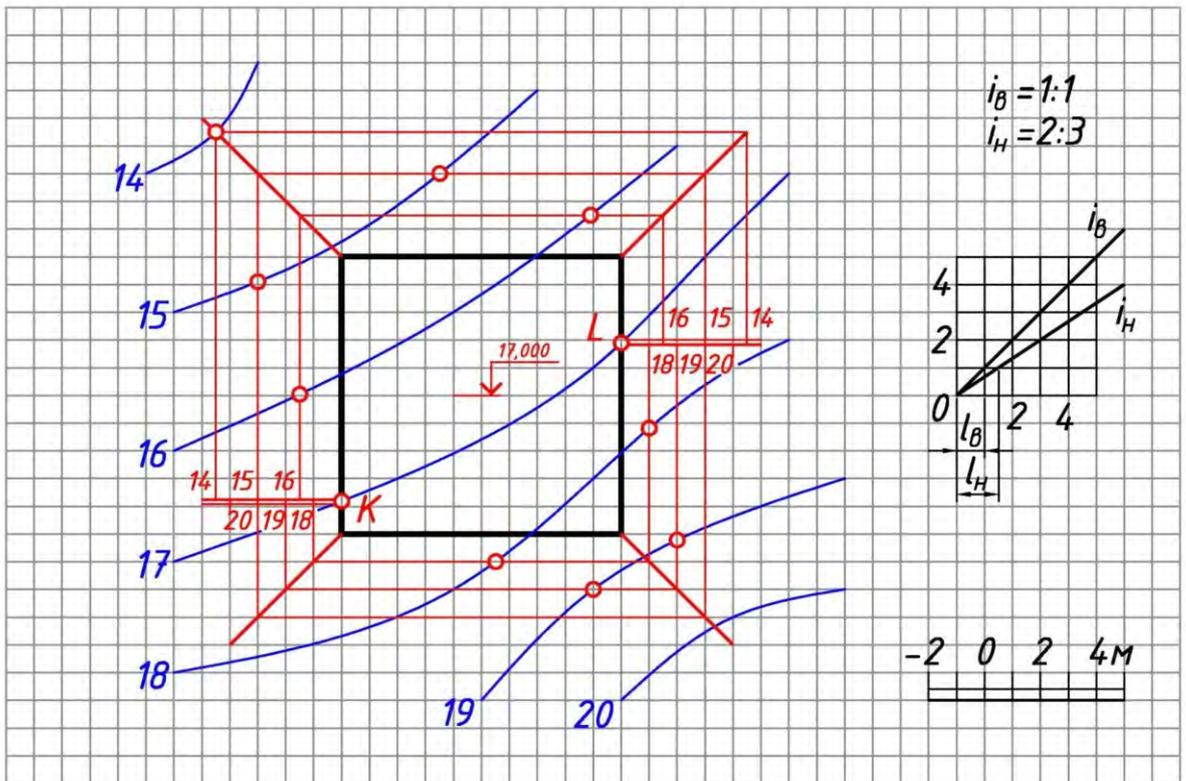
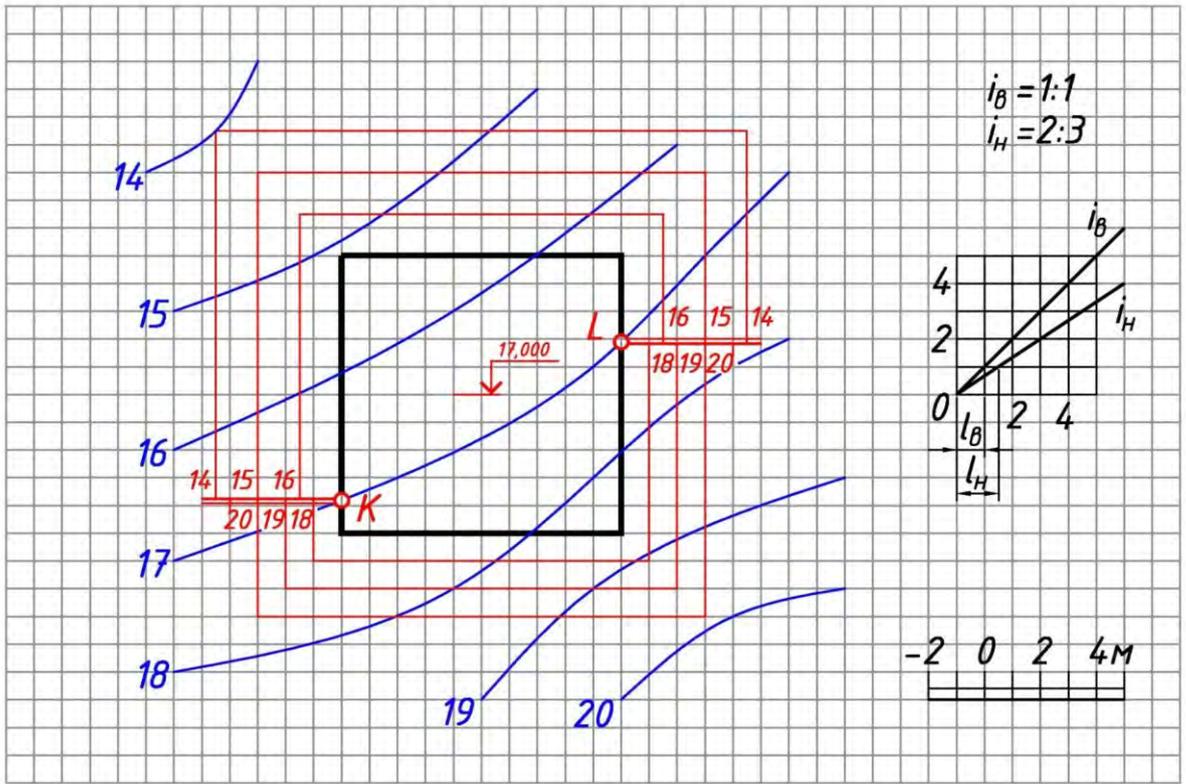
Построения выполняют в следующем порядке:

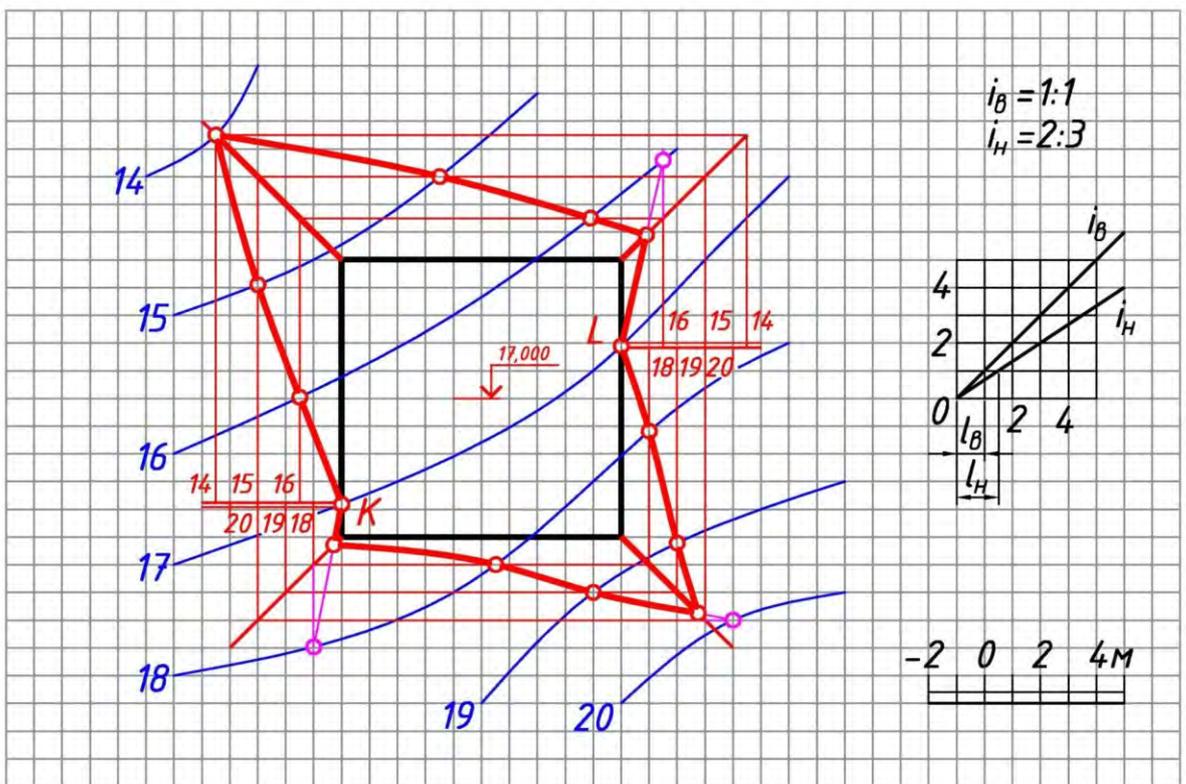
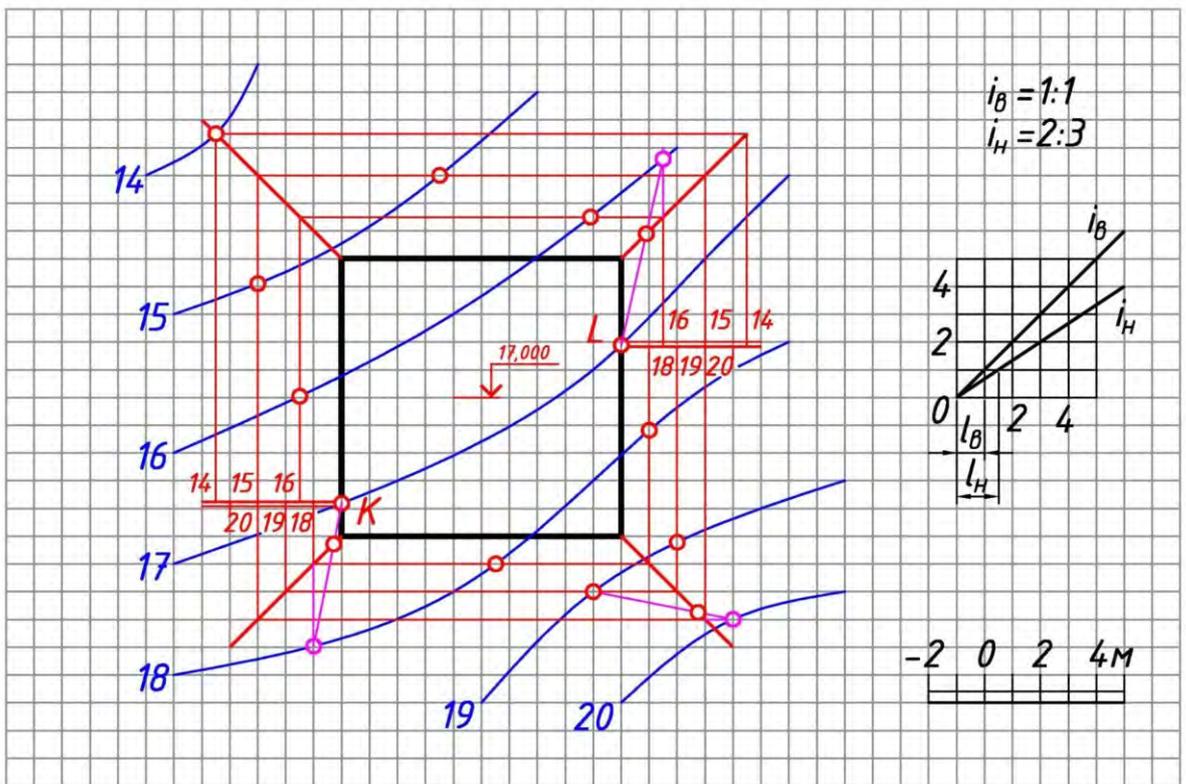
1. По заданным уклонам определяют интервалы откосов и выемок.
2. От каждой бровки проводят линии наклона откосов срезки и подсыпки и градуируют.
3. Строят горизонтали откосов и проставляются их отметки.
4. Определяют точки пересечения одноименных горизонталей откосов и рельефа местности. Для определения угловых точек искомой линии надо продолжить горизонтали откосов до пересечения со следующей горизонталью местности, хотя это пересечение и лежит за пределами искомой линии (границы земляных работ).
5. Соединяют полученные точки плавной линией. Для наглядности изображения линии бровки выделяют «бергштрихами», представляющими собой чередующиеся штрихи различной величины.

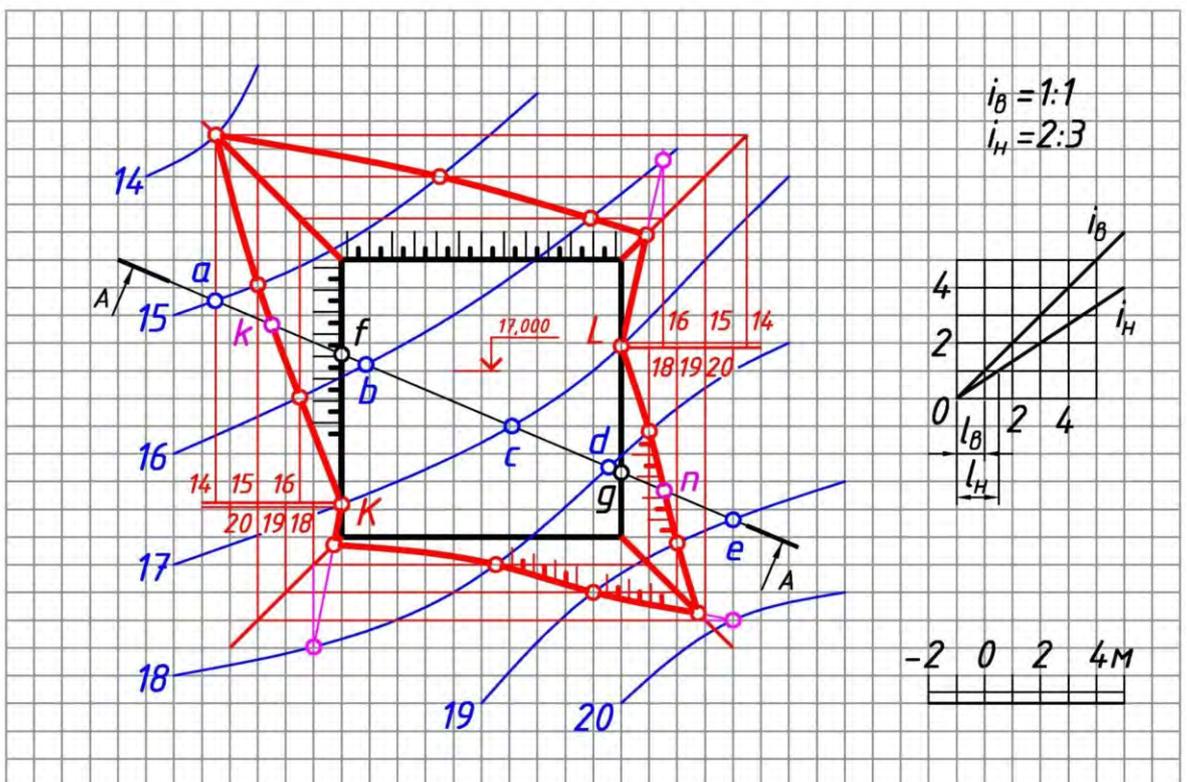
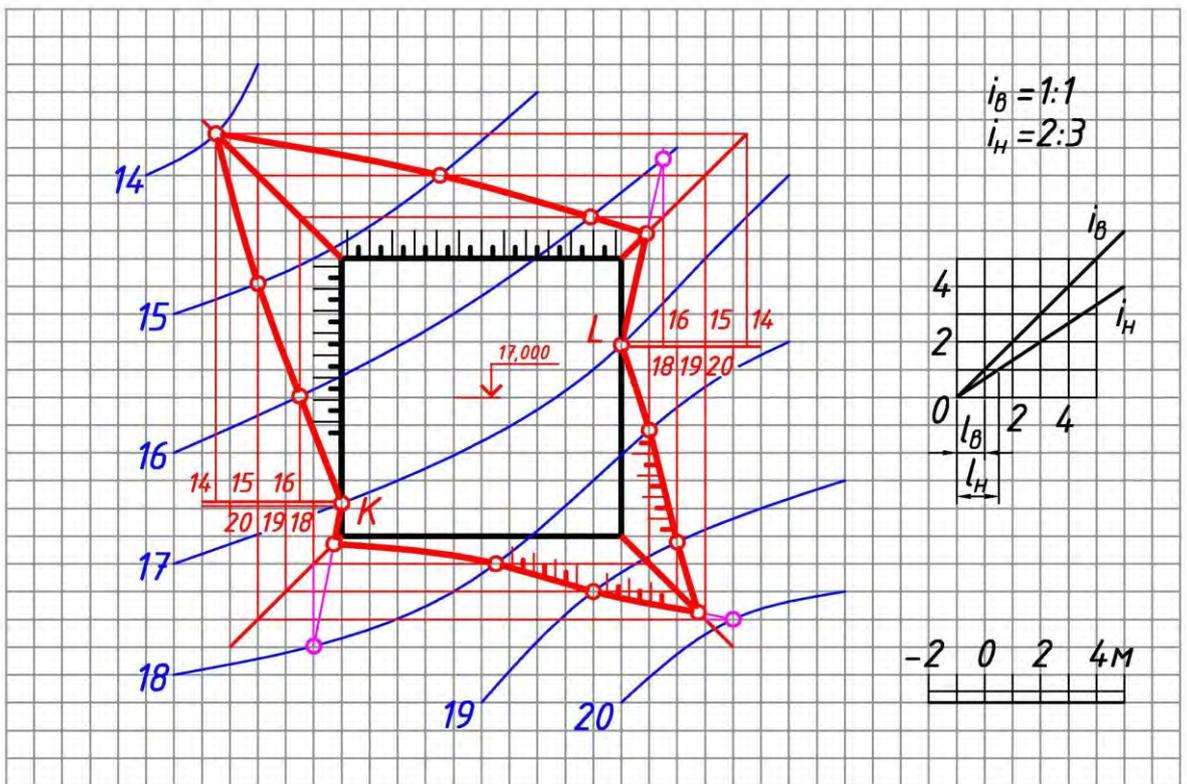


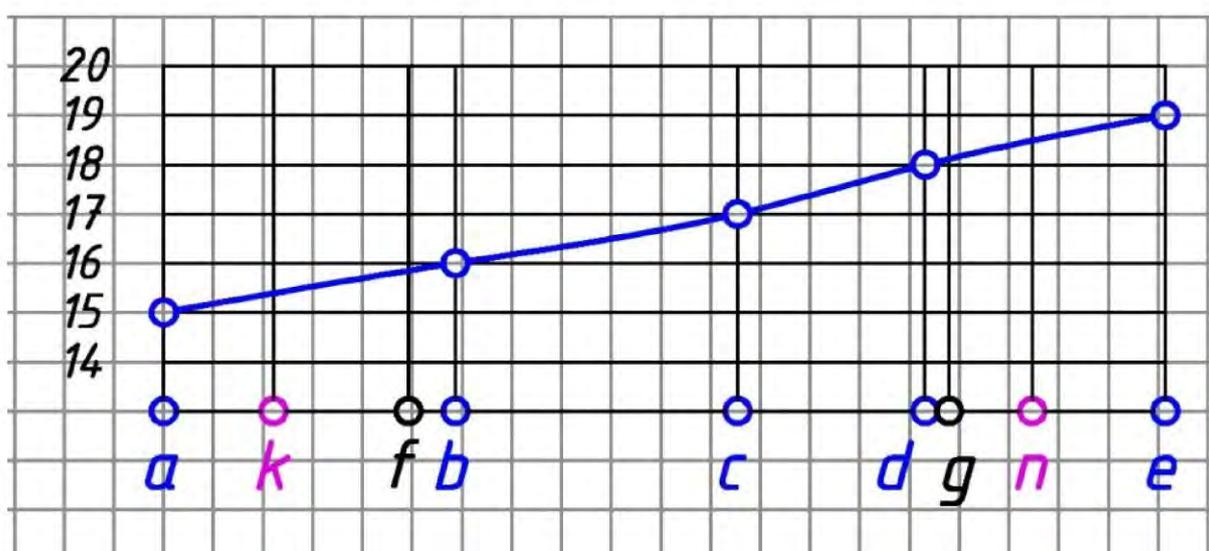
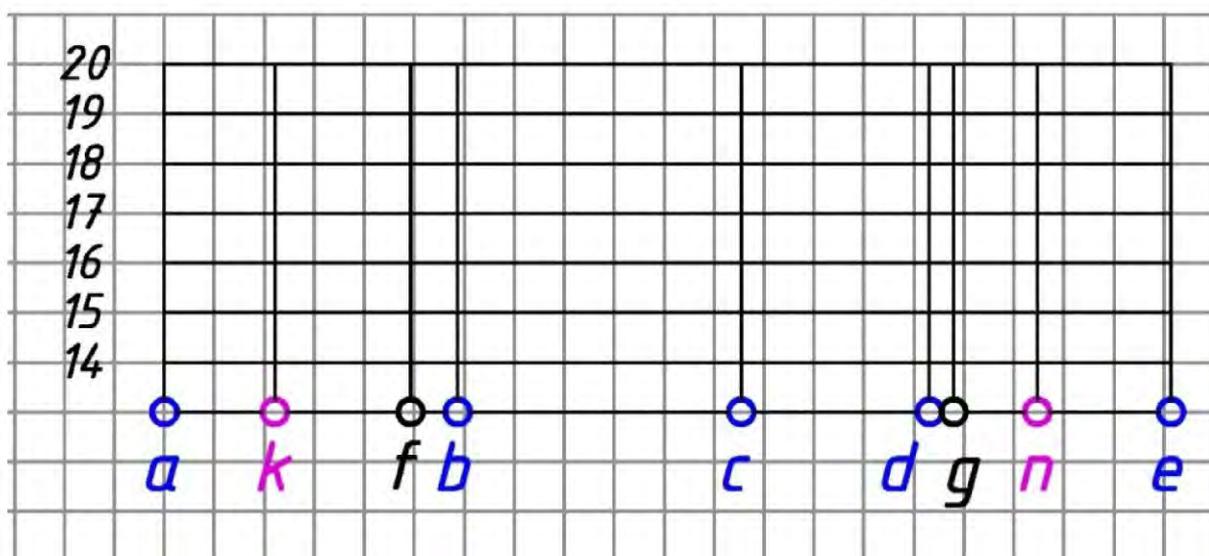


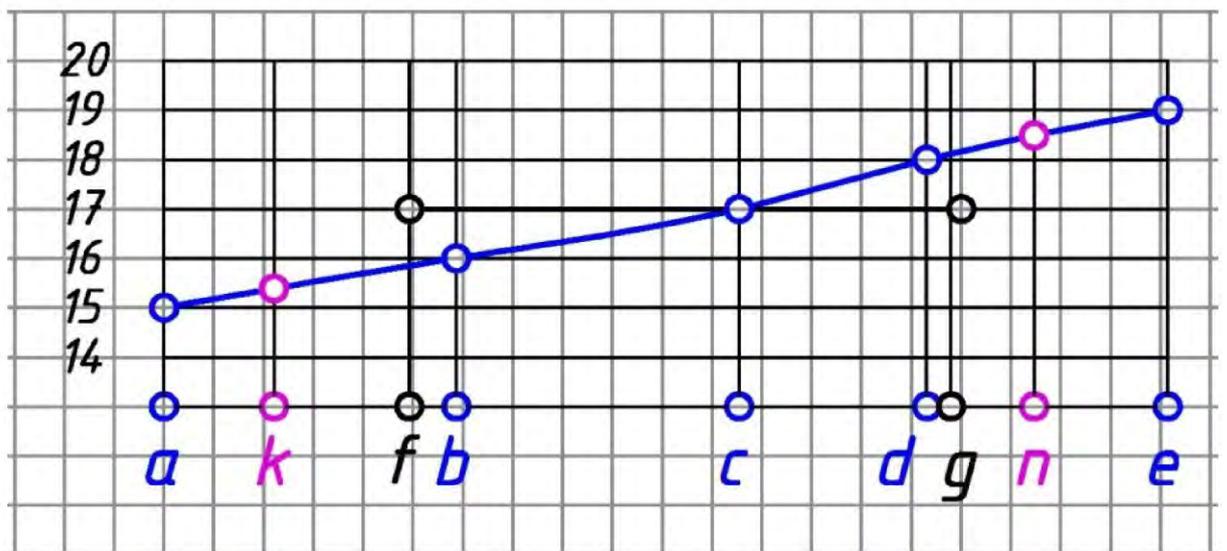
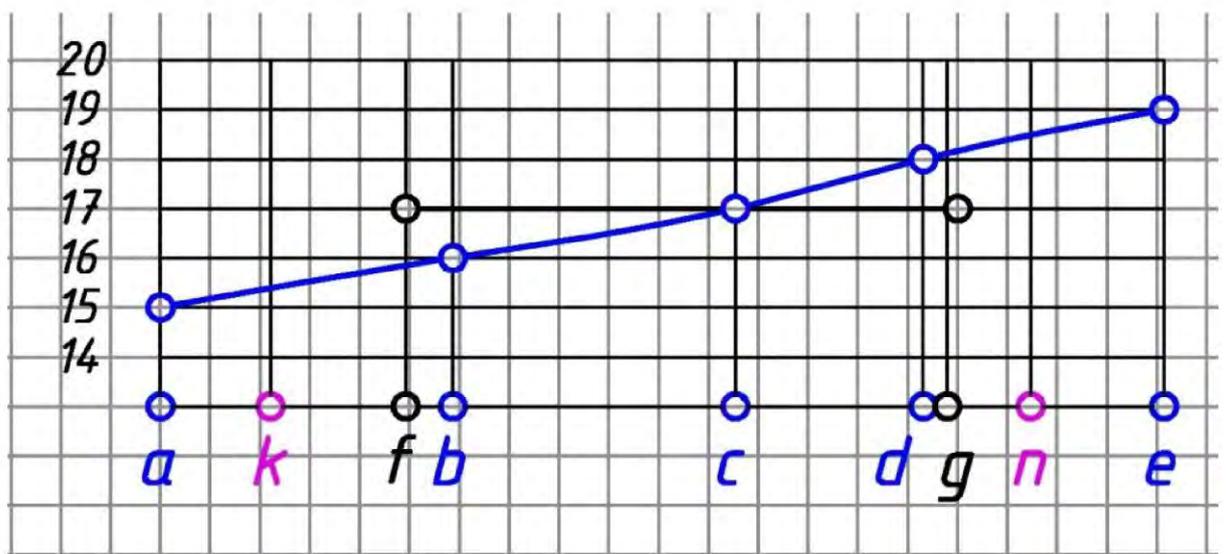


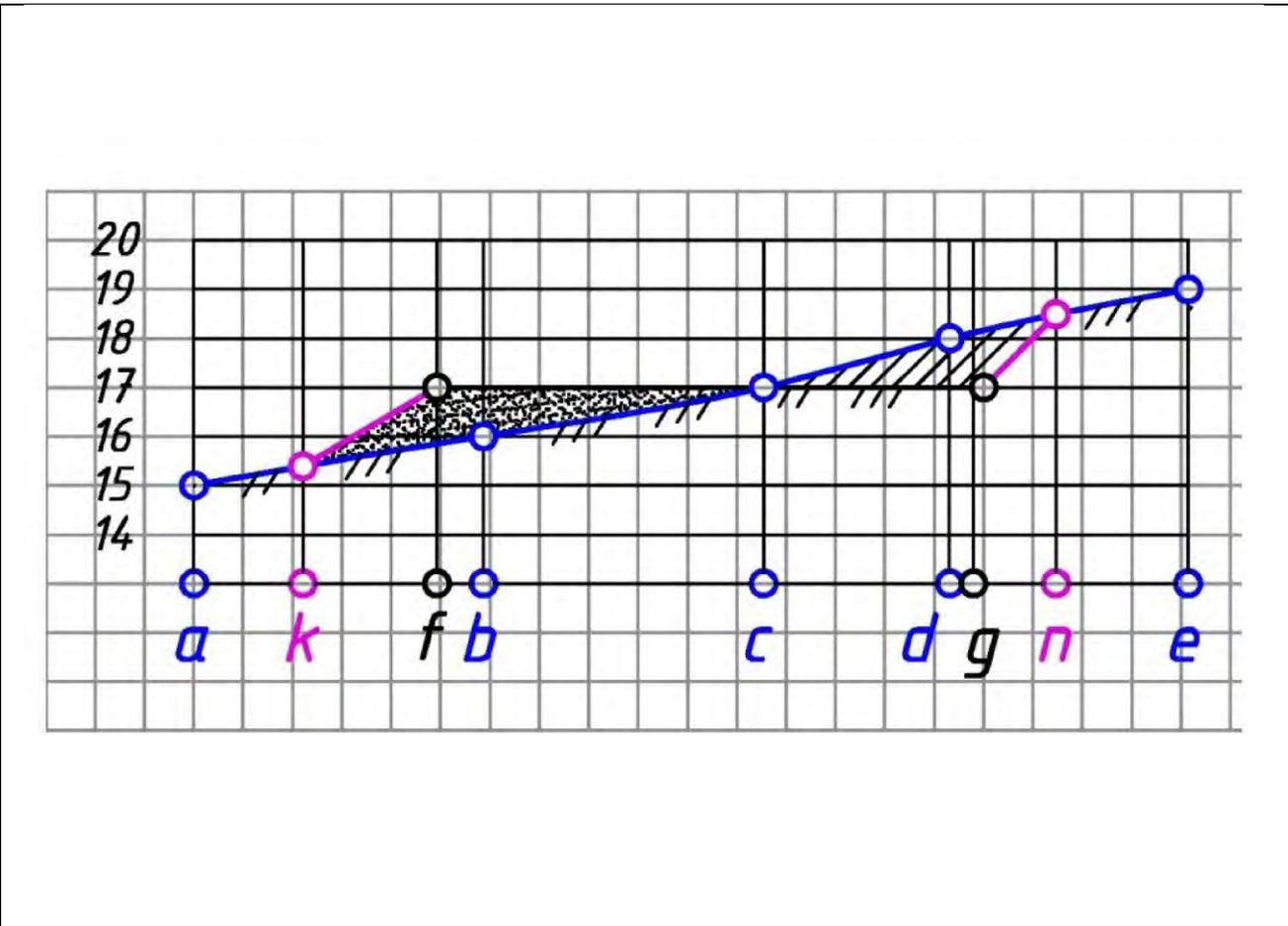












## 1.6. Лекция «Виды соединения деталей и правила их изображения на чертеже»

[#ТеоретическийРаздел](#)

**Соединение** – совокупность сборочных операций по соединению деталей различными способами, в одно целое.

**Классификация соединений:**

**По конструкции и условиям эксплуатации:**

- неподвижное соединение – соединение деталей, обеспечивающее неизменность их взаимного положения при работе;
- подвижное – соединение, при котором детали имеют возможность относительного перемещения в рабочем состоянии.

**В зависимости от возможности демонтажа:**

- разъемные – соединения, разборка которых происходит без нарушения целостности составных частей изделия;
- неразъемные – соединение деталей, при котором разборка изделия возможна лишь при разрушении крепления или самих деталей.

# РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

*Резьбовое соединение* – соединение деталей при помощи резьбы.

*Резьба* – чередующиеся выступы и впадины на поверхности тел вращения, расположенные по винтовой линии.

Резьба, образованная на стержне, называется *наружной*, а в отверстиях – *внутренней*.

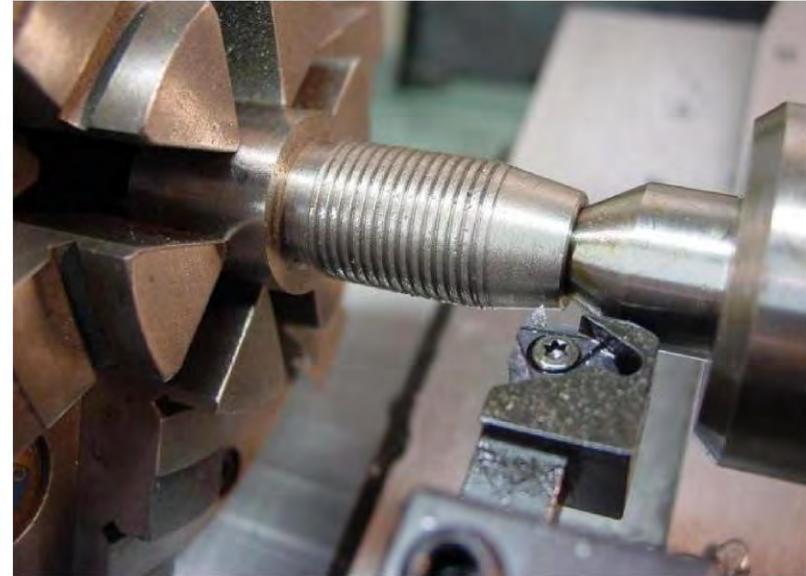
Нарезка внешней резьбы может осуществляться:

- а) вручную (с помощью плашки);
- б) механически (на токарном станке с помощью резца).

Нарезка внутренней резьбы может осуществляться:

- а) вручную (с помощью метчика);
- б) механически (на токарном станке с помощью резца).

## *НАРЕЗКА ВНЕШНЕЙ РЕЗЬБЫ*



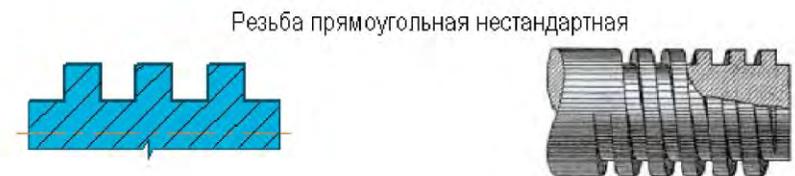
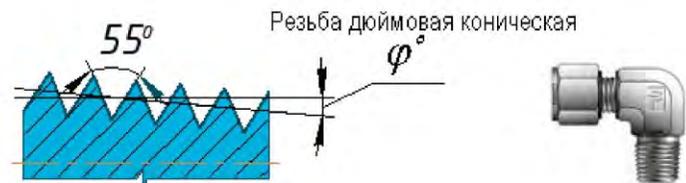
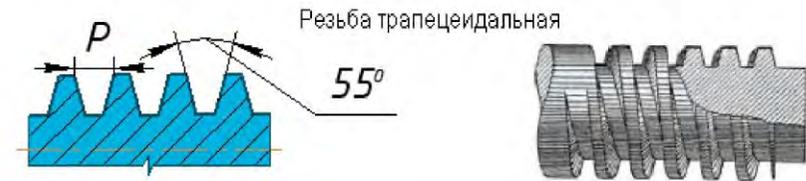
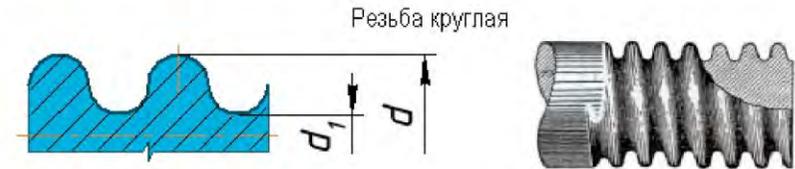
## *НАРЕЗКА ВНУТРЕННЕЙ РЕЗЬБЫ*



## *Характеристики резьбы*

*ГОСТ 11708–82 «Основные нормы  
взаимозаменяемости. Резьба. Термины и  
определения»*

## - Профиль резьбы;



- *Форма поверхности, на которой выполнена резьба (цилиндрическая и коническая);*



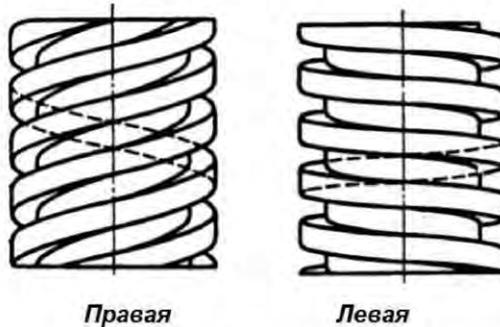
*- Расположение резьбы (внутренняя, наружная);*



- *Величина шага (крупный, мелкий);*
- *Число заходов (однозаходная, многозаходная);*

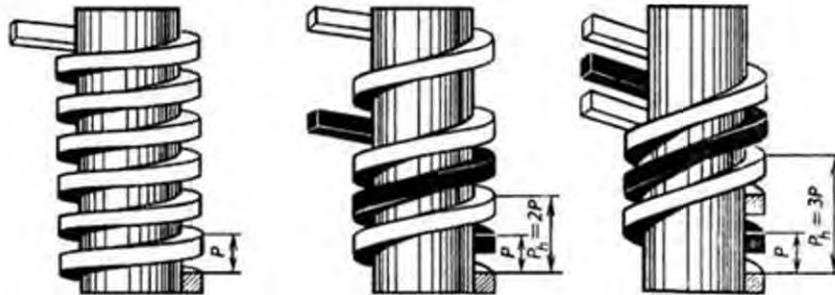


- *Направление заходов (правая, левая);*

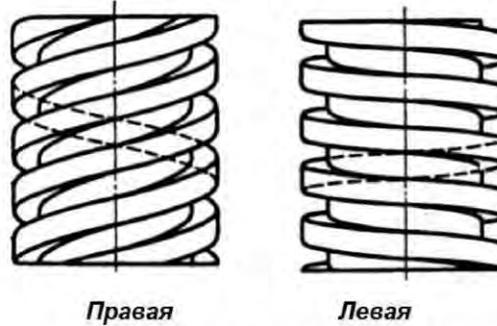


- *Эксплуатационное назначение (крепежная, крепежно-уплотнительная, ходовая, специальная);*

- *Величина шага (крупный, мелкий);*
- *Число заходов (однозаходная, многозаходная);*

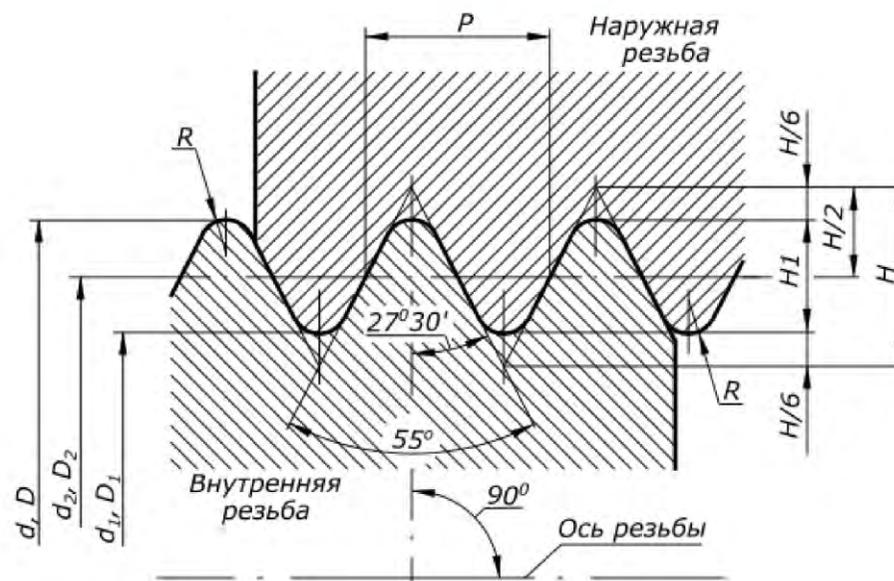
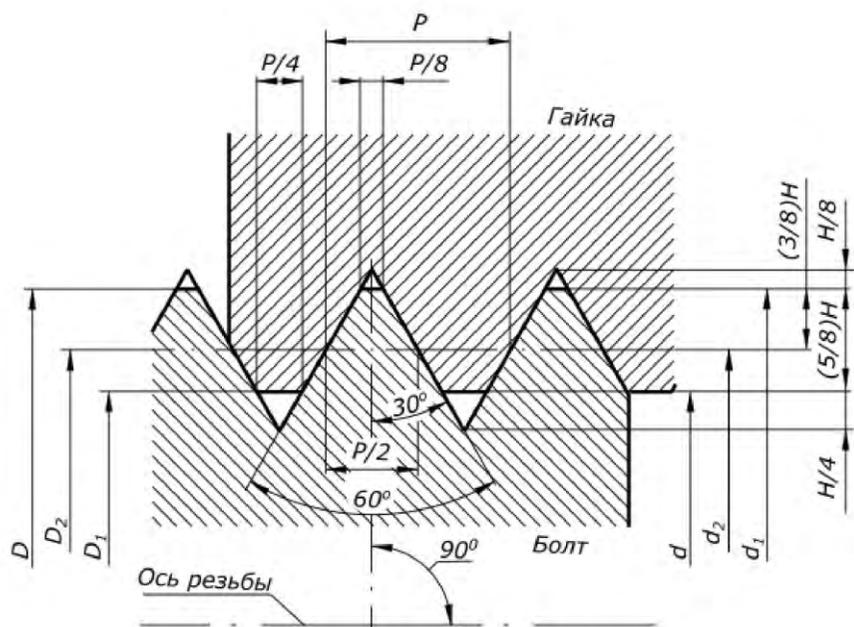


- *Направление заходов (правая, левая);*



- *Эксплуатационное назначение (крепежная, крепежно-уплотнительная, ходовая, специальная);*

## Метрическая и трубная резьба

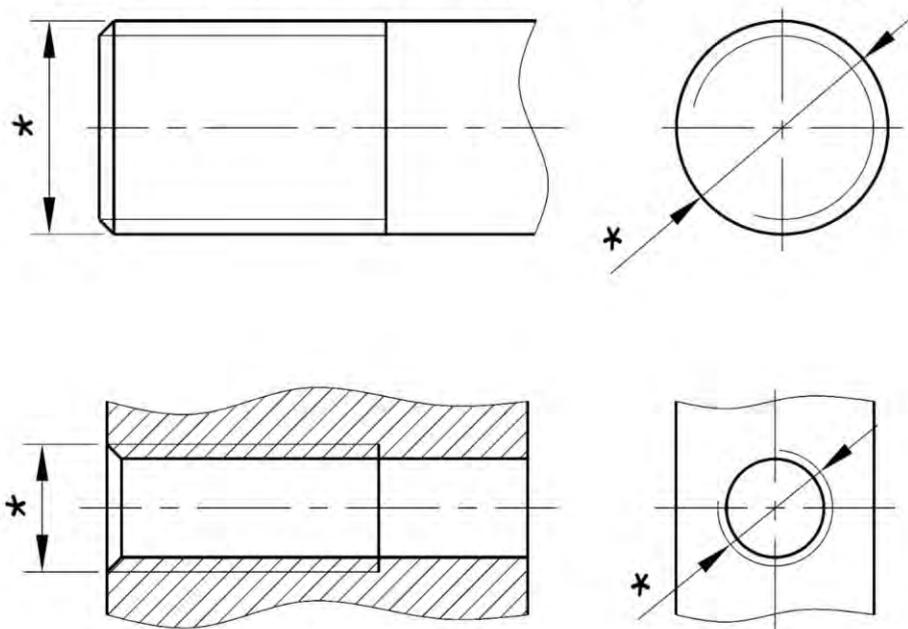


*ГОСТ 24705-2004 «Основные нормы  
взаимозаменяемости. Резьба метрическая.  
Основные размеры»;  
ГОСТ 6357-81 «Резьба трубная цилиндрическая»  
и другие.*

### *Изображение и обозначение резьбы на чертеже*

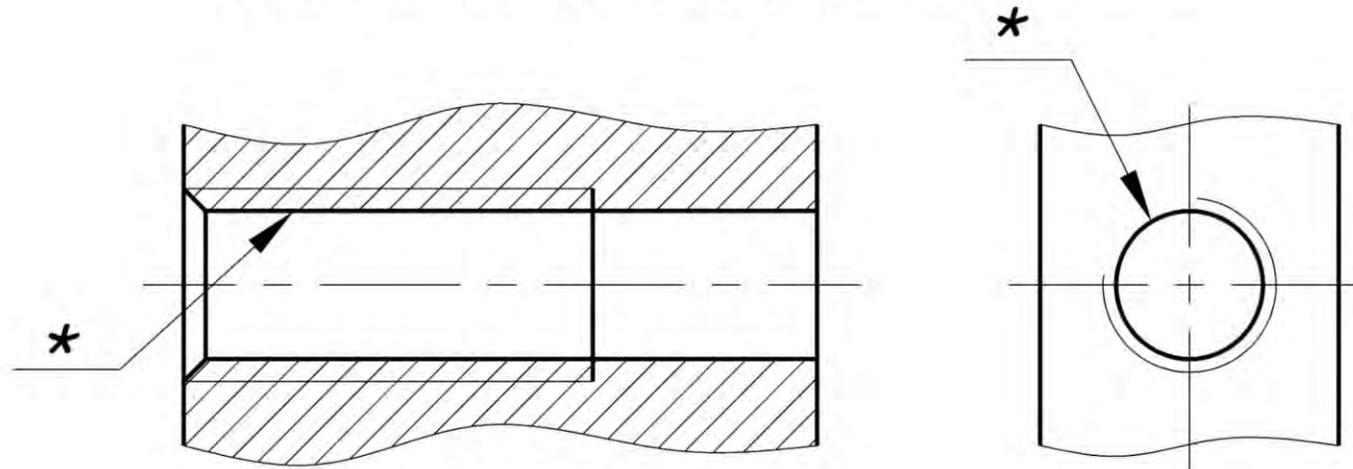
*ГОСТ 2.311-68 «Единая система конструкторской документации. Изображение резьбы»*

*Обозначение резьбы указывают по соответствующим стандартам на размеры и предельные отклонения резьб и относят их для всех резьб, кроме конической и трубной цилиндрической, к наружному диаметру.*



*\* - Обозначение резьбы*

### Обозначение трубной цилиндрической резьбы



*Обозначение метрической резьбы* включает букву «М», номинальный диаметр резьбы в миллиметрах, числовое значение шага резьбы (только для резьбы с мелким шагом), буквы «LH» для левой резьбы. Например: M24, M24×2, M24 LH.

*Обозначение трубной резьбы* включает: букву «G», обозначение размера резьбы в дюймах, класс точности среднего диаметра, буквы «LH» для левой резьбы. Например: G 1 ½ - A, G ½ LH - B.

## *Основные виды резьбовых соединений*

*Классифицируются в зависимости от применяемых крепежных деталей: болтовое, шпилечное, винтовое, шпоночное, штифтовое и др.*

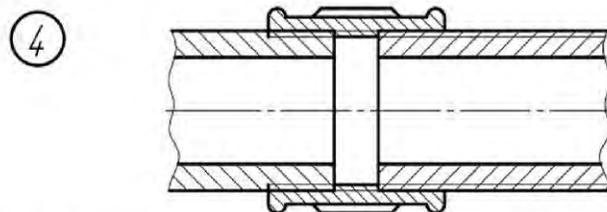
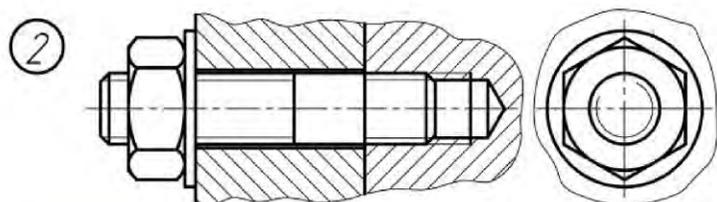
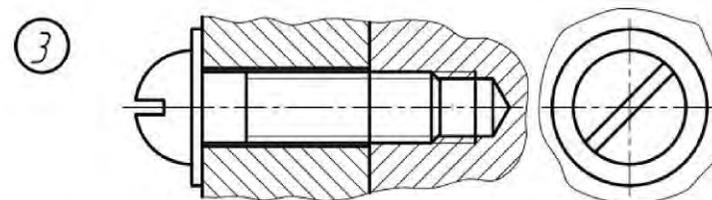
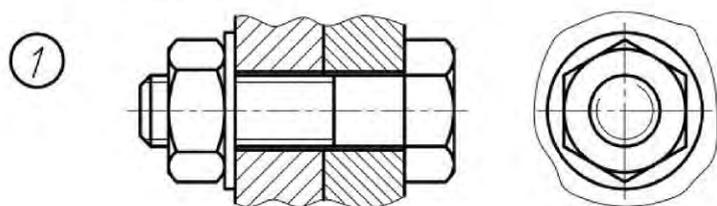
*Крепежные детали: болты, винты, шпильки, гайки, шурупы, шайбы, шплинты, штифты.*

*Их форма, размеры и обозначение регламентируются соответствующими нормативными документами.*



*Резьбовые соединения на чертежах изображают:*

1. **Конструктивно** – размеры деталей и их элементов точно соответствуют стандартам.



2. **Упрощенно** – на сборочных чертежах и чертежах общего вида по относительным размерам, рассчитываемым в зависимости от номинального диаметра резьбы, в соответствии с ГОСТ 2.315 – 68 «Изображения упрощенные и условные крепежных деталей».

3. **Условно** изображают крепежные детали, у которых на чертеже в принятом масштабе диаметр резьбы равен 2 мм и менее.

## Болтовое соединение:

Исходные данные:  $d=20\text{мм}$ ,  $a=45\text{мм}$ ,  $b=45\text{мм}$ .

### 1. Гайка М20 по ГОСТ 5915-70:

- наружный диаметр резьбы гайки  $d=20\text{мм}$ ;
- диаметр гайки  $D=2d=2*20=40\text{мм}$ ;
- высота гайки  $H_2=0.8d=0.8*20=16\text{мм}$ .

### 2. Шайба 20 по ГОСТ 11371-78:

- диаметр шайбы  $D_{ш}=2.2d=2.2*20=44\text{мм}$ ;
- высота шайбы  $S_{ш}=0.15d=0.15*20=3\text{мм}$ .

### 3. Болт М20 по ГОСТ 15589-70:

- наружный диаметр резьбы  $d=20\text{мм}$ ;
- диаметр головки болта  $D=2d=2*20=40\text{мм}$ ;
- высота головки болта  $H=0.7d=0.7*20=14\text{мм}$ ;
- длина болта (не включает высоту головки болта)

$$L_{\delta}=(a+b)+S_{ш}+H_2+k=(45+45)+3+16+6=115\text{мм},$$

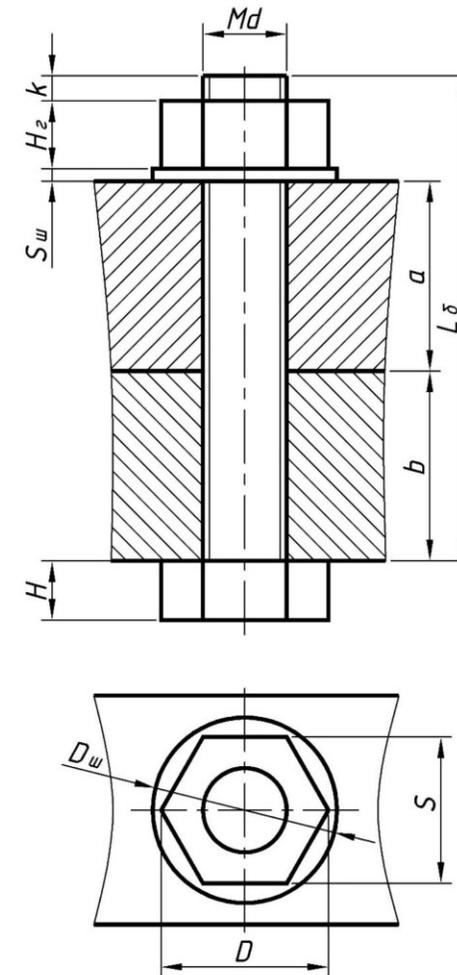
где  $k$  - запас резьбы (принимается предварительно  $k=0.3d=0.3*20=6\text{мм}$ );

$a=45\text{мм}$  и  $b=45\text{мм}$  - толщины соединяемых деталей.

Принимаем длину болта по стандартному ряду длин стандартных крепежных изделий (равное или ближайшее большее значение).

Принимаем  $L_{\delta}=115\text{мм}$ .

Стандартный ряд длин стандартных крепежных элементов: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.



## Шпильное соединение:

Исходные данные:  $d=22\text{мм}$ ,  $a=35\text{мм}$ .

### 1. Гайка M22 по ГОСТ 5915-70:

- наружный диаметр резьбы гайки  $d=22\text{мм}$ ;
- диаметр гайки  $D=2d=2*22=44\text{мм}$ ;
- высота гайки  $H_z=0.8d=0.8*22=17.6\text{мм}$ .

### 2. Шайба 22 по ГОСТ 11371-78:

- диаметр шайбы  $D_w=2.2d=2.2*22=48.4\text{мм}$ ;
- высота шайбы  $S_w=0.15d=0.15*22=3.3\text{мм}$ .

### 3. Шпилька M22 по ГОСТ 22034-76:

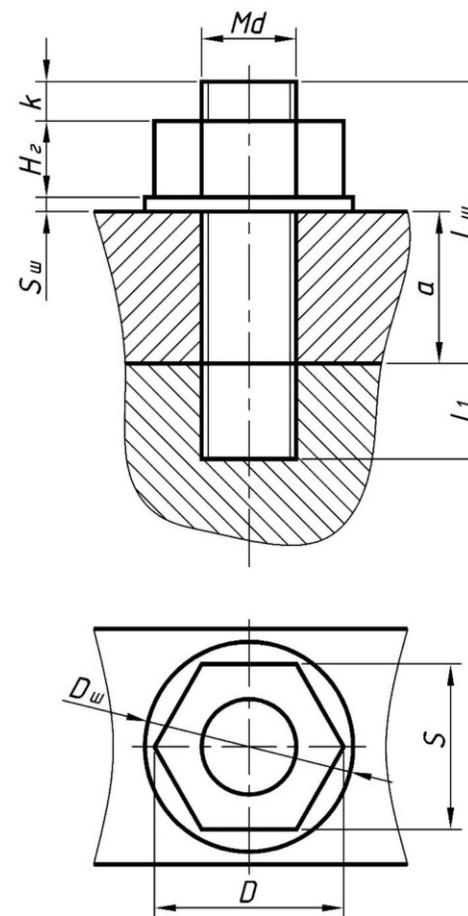
- наружный диаметр резьбы  $d=22\text{мм}$ ;
  - длина ввинчиваемого конца  $l_1=d=22\text{мм}$ ;
  - длина шпильки  $L_w=a+S_w+H_z+k=35+3.3+17.6+6.6=62.5\text{мм}$ ,
- где  $k$  - запас резьбы (принимаем предварительно  $k=0.3d=0.3*22=6.6\text{мм}$ );

$a=35\text{мм}$  - толщина присоединяемой детали.

Принимаем длину шпильки по стандартному ряду длин стандартных крепежных изделий (равное или ближайшее большее значение).

Принимаем  $L_s=65\text{мм}$ .

Стандартный ряд длин стандартных крепежных элементов: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.



## Шпилечное соединение:

Исходные данные:  $d=22\text{мм}$ ,  $a=35\text{мм}$ .

### 1. Гайка M22 по ГОСТ 5915-70:

- наружный диаметр резьбы гайки  $d=22\text{мм}$ ;
- диаметр гайки  $D=2d=2*22=44\text{мм}$ ;
- высота гайки  $H_z=0.8d=0.8*22=17.6\text{мм}$ .

### 2. Шайба 22 по ГОСТ 11371-78:

- диаметр шайбы  $D_w=2.2d=2.2*22=48.4\text{мм}$ ;
- высота шайбы  $S_w=0.15d=0.15*22=3.3\text{мм}$ .

### 3. Шпилька M22 по ГОСТ 22034-76:

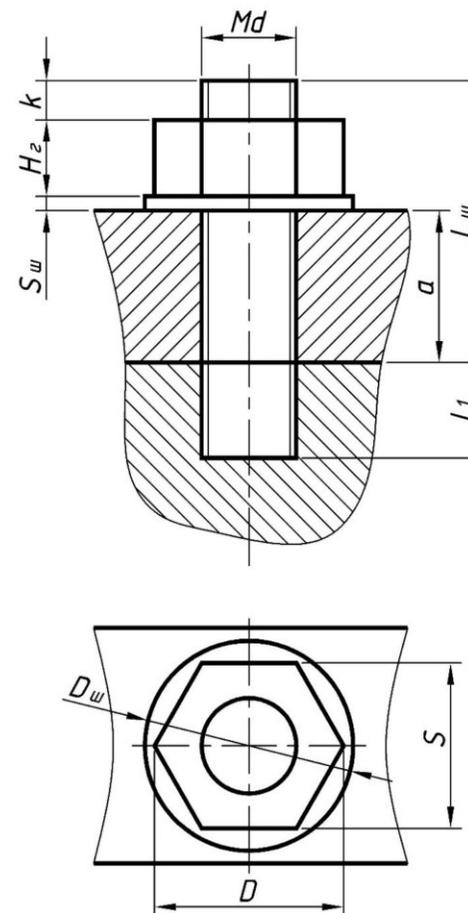
- наружный диаметр резьбы  $d=22\text{мм}$ ;
  - длина ввинчиваемого конца  $l_1=d=22\text{мм}$ ;
  - длина шпильки  $L_w=a+S_w+H_z+k=35+3.3+17.6+6.6=62.5\text{мм}$ ,
- где  $k$  - запас резьбы (принимаем предварительно  $k=0.3d=0.3*22=6.6\text{мм}$ );

$a=35\text{мм}$  - толщина присоединяемой детали.

Принимаем длину шпильки по стандартному ряду длин стандартных крепежных изделий (равное или ближайшее большее значение).

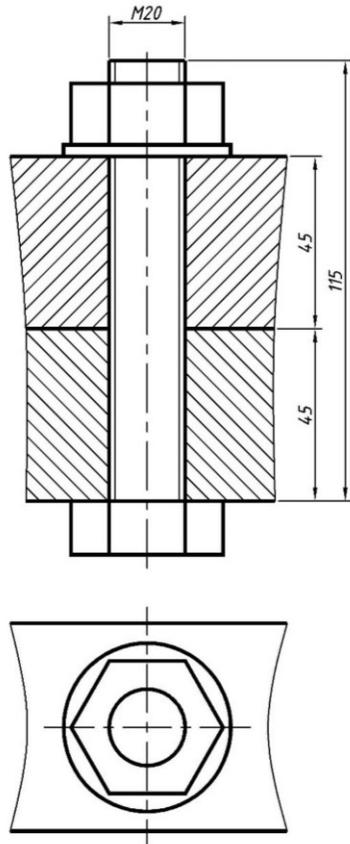
Принимаем  $L_s=65\text{мм}$ .

Стандартный ряд длин стандартных крепежных элементов: 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 32, 35, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200.

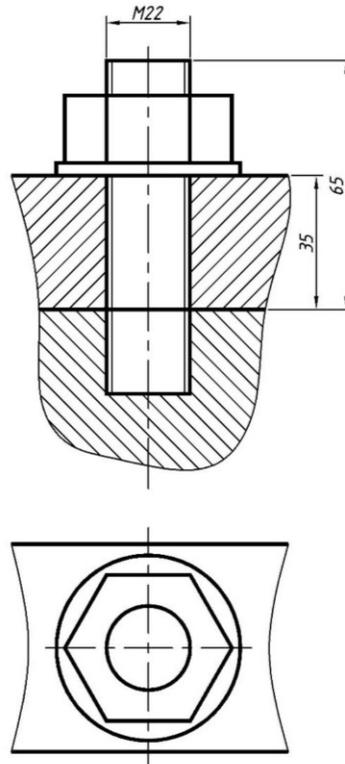


Упрощенное изображение соединений

Болтовое



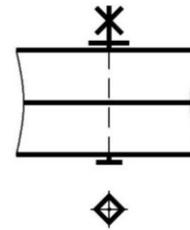
Шпильчное



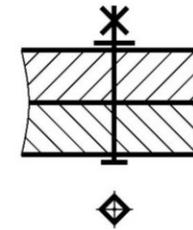
Условное изображение соединений

Болтовое

На виде

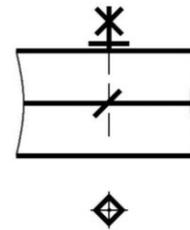


в разрезе

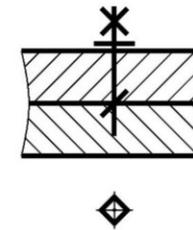


Шпильчное

На виде



в разрезе



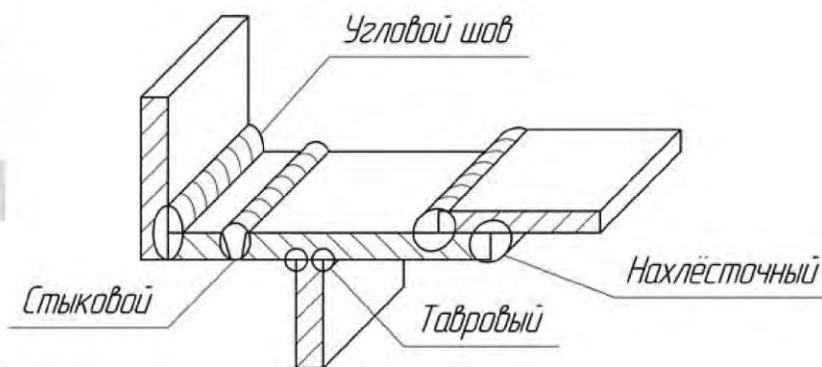
1 - 70 04 03. В-107. ИГ.01.22

Изм.	Лист	Кол.	№вок.	Подпись	Дата	Резьбовые соединения	Сталь	Масса	Масштаб
Чертил	Елец						у	-	1:1
Проверил	Акулова						Лист 1	Листов	
							БрГТУ, каф. НГиИГ		

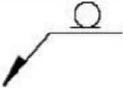
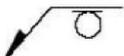
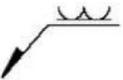
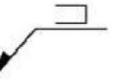
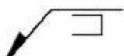
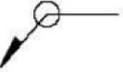
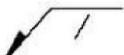
# НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

ГОСТ 2.313 – 82 «Условные обозначения и изображения неразъемных соединений»

1. Сварка – процесс соединения металлических и пластмассовых деталей путем установления межатомных связей между соединяемыми частями при местном нагреве, пластической деформации или и того и другого одновременно.



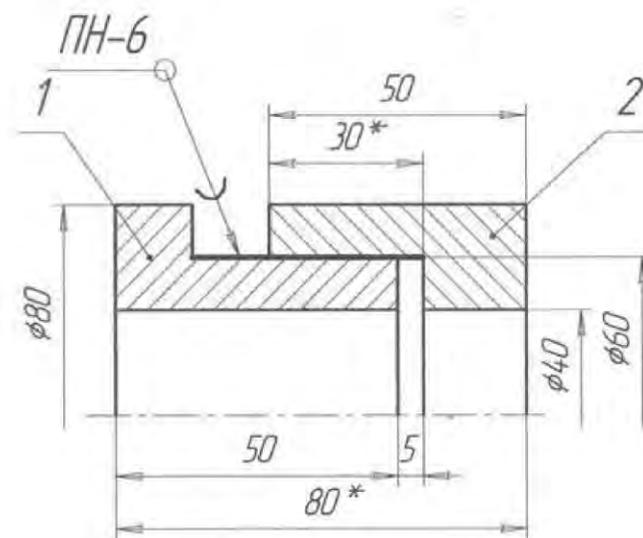
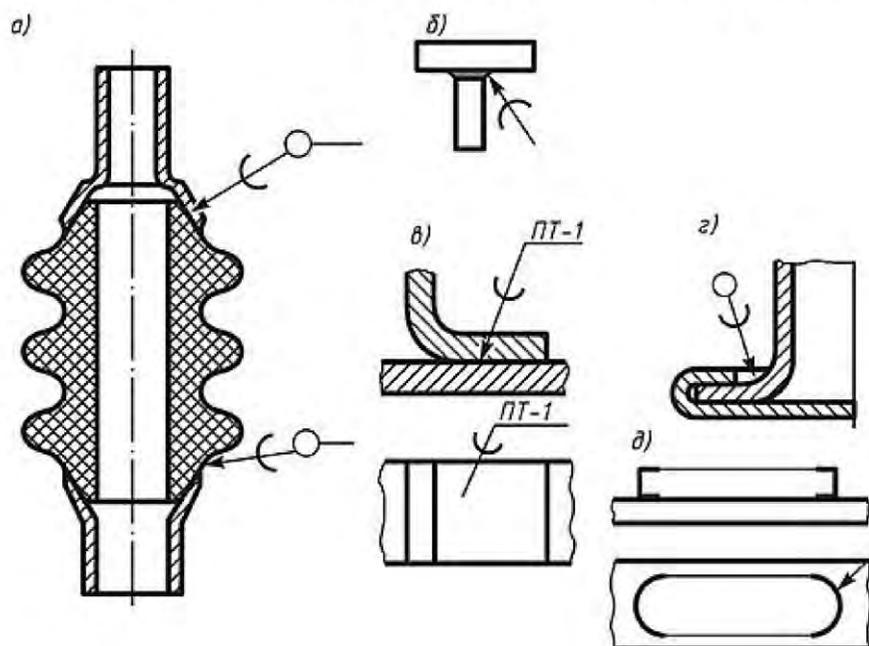
**ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЗНАКИ  
ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ СВАРНЫХ ШВОВ [ГОСТ 2.312-72]**

Знак	Значение знака	Расположение знака	
		с лицевой стороны	с оборотной стороны
	Усиление шва снять		
	Наплывы и неровности шва обработать с плавным переходом к основному металлу		
	Шов по незамкнутой линии (знак применяют, если расположение шва ясно из чертежа)		
	Шов по замкнутой линии (диаметр знака - 3...5 мм)		
	Шов выполнить при монтаже изделия, т.е. при установке его на месте применения		
	Шов прерывистый или точечный с цепным расположением (угол наклона линии $\approx 60^\circ$ )		
	Шов прерывистый или точечный с шахматным расположением		

## *Сварные соединения*

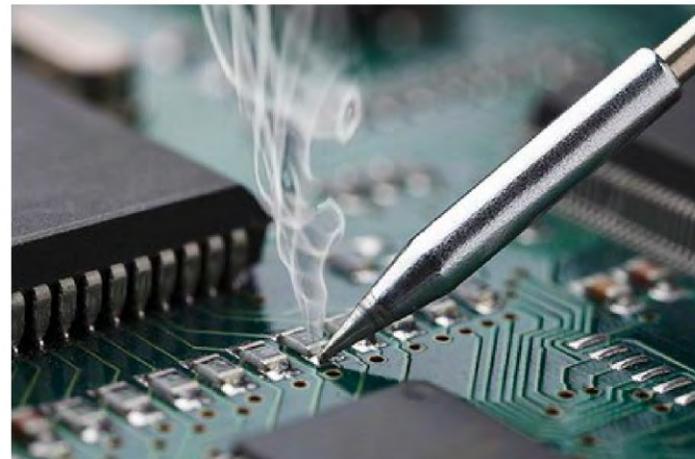
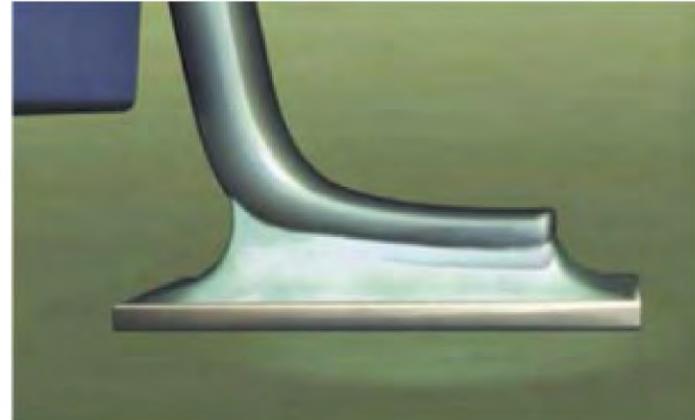


**2. Пайка** – процесс соединения металлических или металлизированных деталей с помощью дополнительного связующего материала – припоя, температура плавления которого ниже температуры плавления соединяемых деталей. При этом не изменяется структура материала исходных деталей.

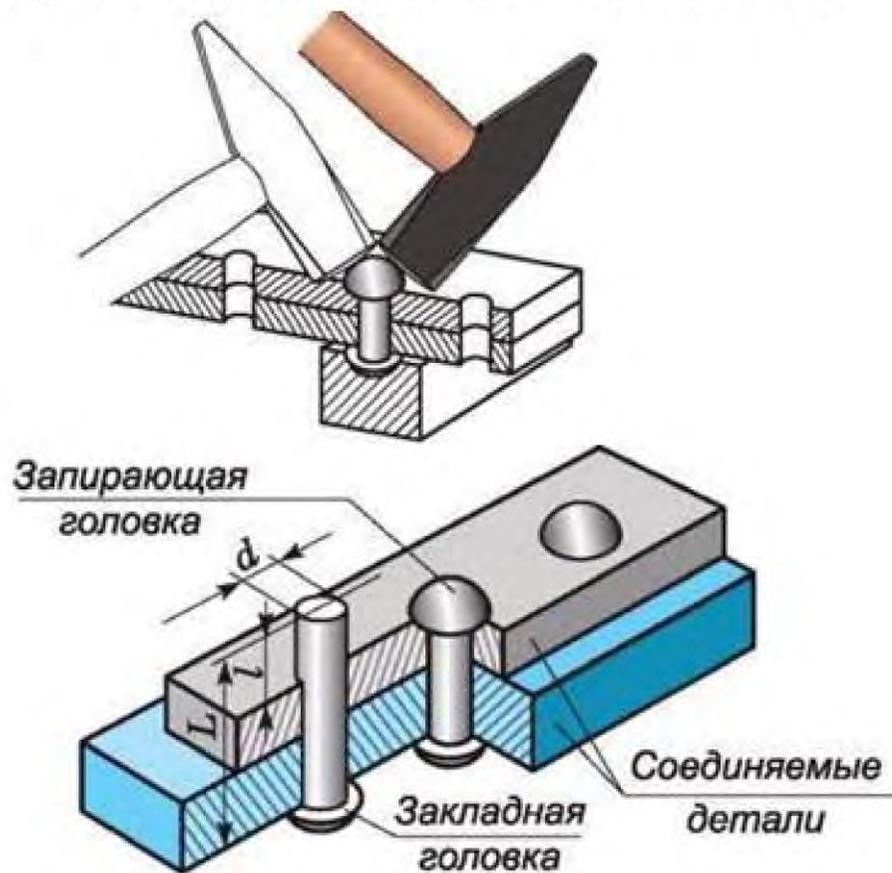


1\* Размеры для справок  
2. Припой ПОС-40 ГОСТ 21931-76

## *Паяные соединения*

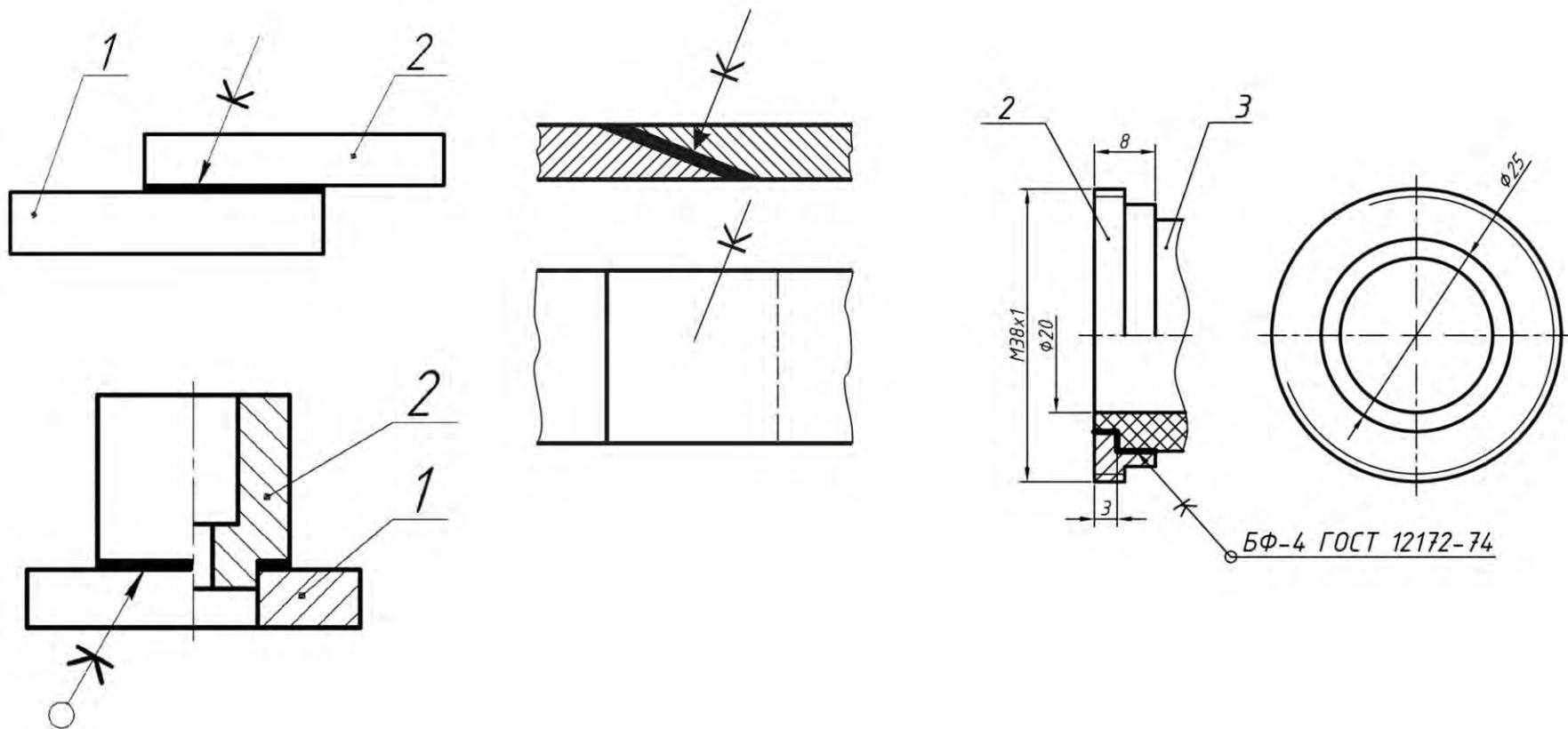


**3. Заклепочные соединения – выполняются с помощью специальных крепежных деталей – заклепок.**

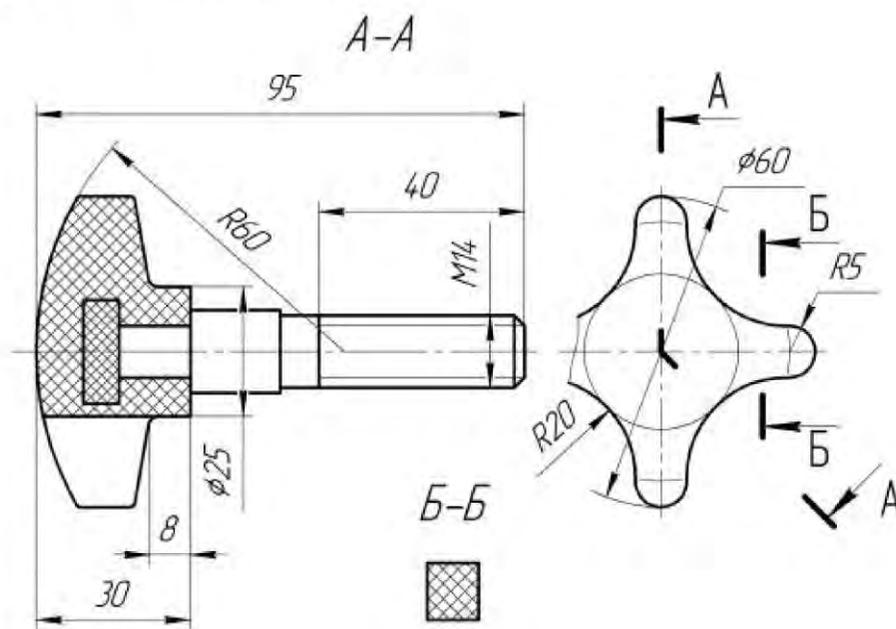


Соединение	Условные обозначения	
	в сечении	на виде
Заклепкой с полукруглой головкой		
Заклепкой с пустотелой круглой головкой		
Заклепкой с плоской головкой и полукруглой замыкающей головкой		
Заклепкой с плоской головкой		

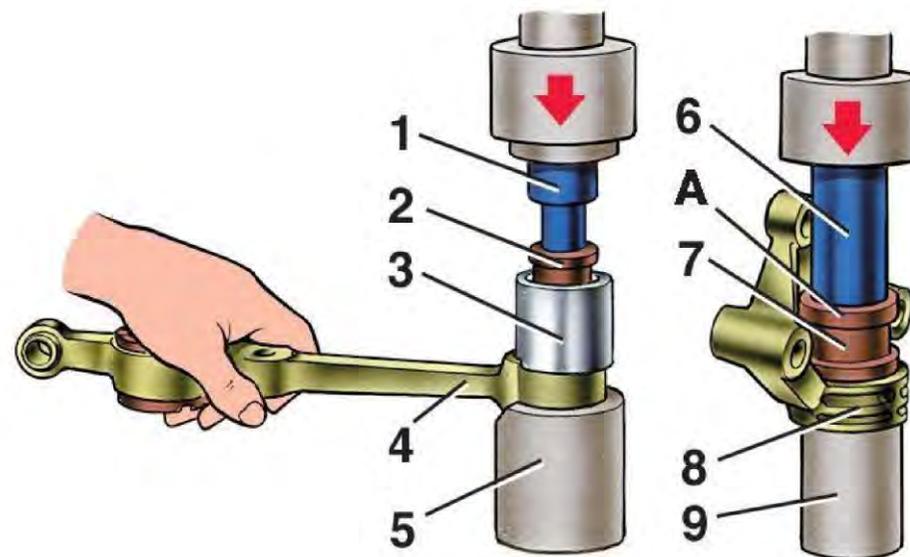
**4. Клеевое соединение – соединение деталей тонким слоем быстротвердеющего раствора – клея.**

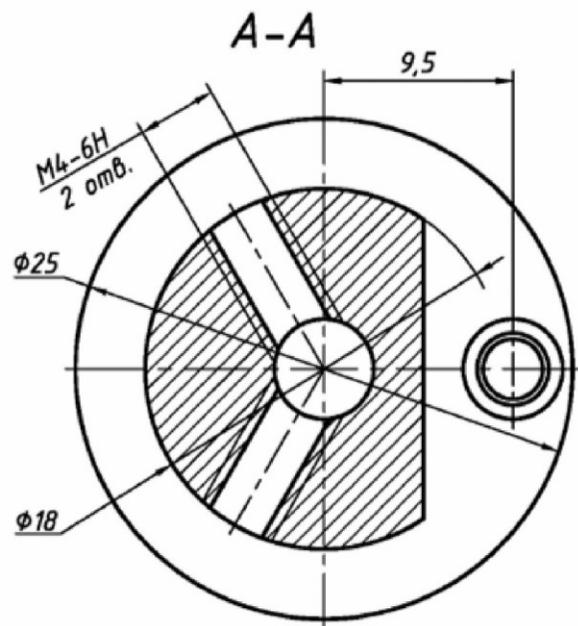
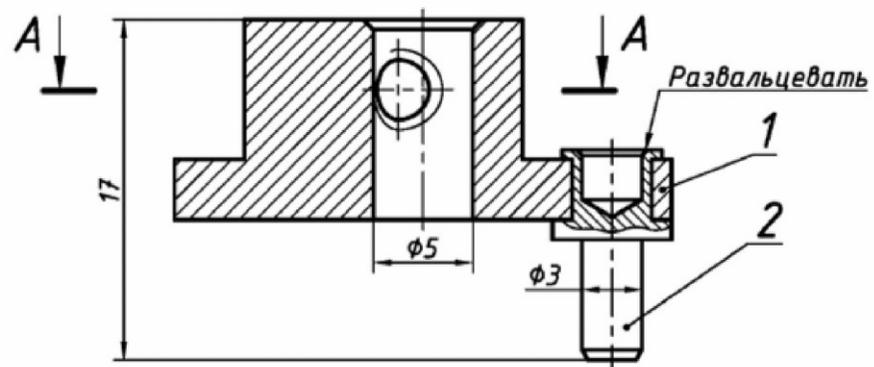


**5. Заформовка** – соединение металлических элементов (арматура) со стеклом, пластмассой, резиной, легкоплавкими сплавами путем погружения этих элементов в формуемый материал, находящийся в вязкотекучем пластичном или жидком состоянии. После его застывания образуется соединение.



**6. Запрессовка** – соединение образуется путем создания гарантированного натяга между охватываемой и охватывающей поверхностями при сборке. После сборки вследствие упругих и пластических деформаций на поверхности контакта возникает удельное давление и соответствующие силы трения, препятствующие взаимному смещению деталей.





## 1.7. Лекция «Общие требования к чертежам. Эскизы. Сборочный чертеж. Чертежи деталей»

[#ТеоретическийРаздел](#)

### Общие требования к чертежам

При разработке рабочих чертежей предусматривают:

- а) оптимальное применение стандартных и покупных изделий, а также изделий, освоенных производством и соответствующих современному уровню техники;
- б) рационально ограниченную номенклатуру резьб, шлицев и других конструктивных элементов, их размеров, покрытий и т. д.;
- в) рационально ограниченную номенклатуру марок и сортов материалов, а также применение наиболее дешевых и наименее дефицитных материалов;
- г) необходимую степень взаимозаменяемости, наивыгоднейшие способы изготовления и ремонта изделий, а также их максимальное удобство обслуживания в эксплуатации.

### Чертеж детали

В соответствии с ГОСТ 2.102-2013 чертеж детали – это конструкторский документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля.

Изображения (виды, разрезы, сечения, выносные элементы) должны полностью определять геометрическую форму детали. При выполнении чертежа необходимо руководствоваться правилом, что изображений должно быть минимальное количество.

К другим данным, необходимым для изготовления и контроля детали относятся:

- размеры и предельные отклонения ГОСТ 2.307-2011;
- требования к качеству поверхности ГОСТ 2.309-73;
- допуски формы и расположения поверхностей ГОСТ 2.308-2011;
- нанесение на чертежах обозначений покрытий, термической и других видов обработки ГОСТ 2.310-68;
- сведения о материале, из которого изготовлена деталь (указывают в графе 3 штампа основной надписи);
- и другие технические требования.

Выполнение чертежа начинают с выбора главного изображения.

Основное требование к главному изображению оно должно передавать наиболее полное представление о форме и размерах детали.

В качестве главного изображения (вида спереди) может быть использован как фронтальный разрез, так и сочетание вида и разреза (рисунок 1.1).

Плоские детали из листового материала изображают в одной проекции, показывающей их контурные изображения, толщина детали указывается условной записью «S...». Пример такой детали представлен на рисунке 1.2.

Для изготовления фасонных деталей из листового материала требуются точные развертки или приближенные заготовки для штампованных деталей с вытяжкой – это плоские детали из листового материала.

Количество изображений (видов, разрезов, сечений) предмета на чертеже должно быть наименьшим, но достаточным для выявления его внешней и внутренней формы и должно давать возможность рационально нанести размеры.

В некоторых случаях одна проекция с соответствующим условным знаком, поставленным у размерного числа, дает полное представление о форме изображенного предмета. Так, например, знак диаметра говорит о том, что изображенный предмет является телом вращения; знак квадрата обозначает, что изображенный предмет имеет форму призмы с нормальным сечением в виде квадрата; слово «сфера», написанное перед значком диаметра, говорит о том, что поверхность сферическая; символ «S» (толщина) перед размерным числом заменяет вторую проекцию детали и т.д.

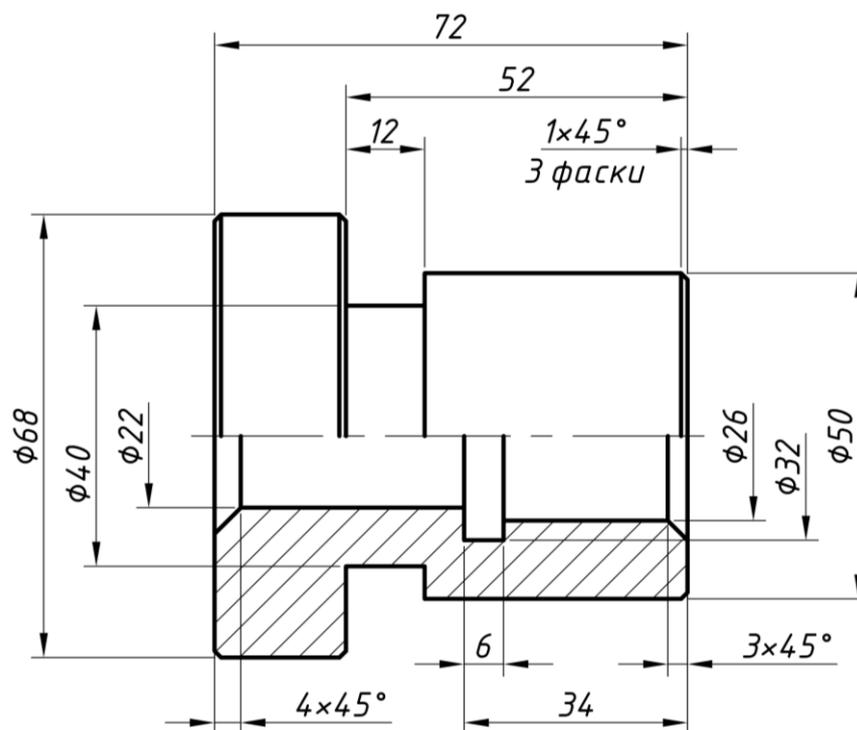


Рисунок 1.1. Главный вид – совмещение вида и разреза

После анализа формы детали, можно определить, какие изображения необходимы для исчерпывающей передачи внешних и внутренних форм этой детали. Для большинства деталей машин и механизмов достаточно выполнить 3 изображения, учитывая, что для изображения невидимых контуров изделия можно пользоваться штриховыми линиями, можно совмещать части видов с частями соответствующих разрезов, применять сложные разрезы и т.п.

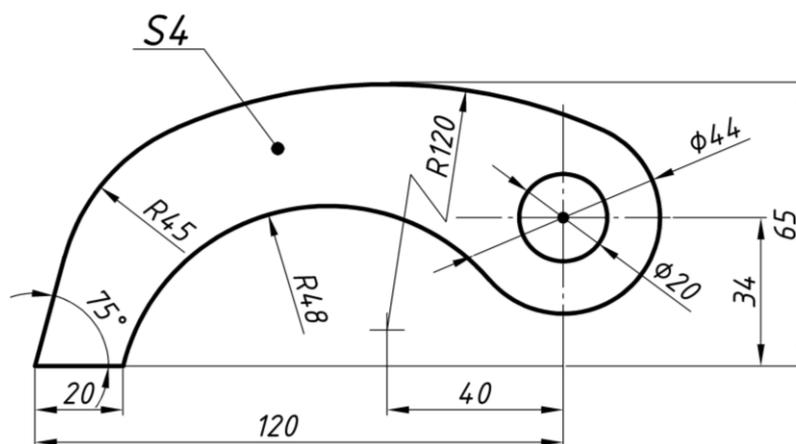


Рисунок 1.2. Пример изображения изделия из листового материала

### Сборочный чертеж

В соответствии с ГОСТ 2.102-2013 сборочный чертеж – это документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для её сборки (изготовления) и контроля.

Правила выполнения и оформления сборочных чертежей установлены ГОСТ 2.109-73.

Сборочный чертеж должен содержать:

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимосвязи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и осуществление сборки и контроля сборочной единицы;
- размеры, предельные отклонения, другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;
- указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается при сборке (подборка деталей, их пригонка и т.п.), а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и т.д.);
- номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- габаритные размеры изделия; установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

Последовательность выполнения сборочного чертежа:

1) Ознакомиться с устройством, работой и порядком сборки сборочной единицы. Прочитать рабочие чертежи всех деталей, входящих в сборочную единицу, т.е. мысленно представить форму и размеры каждой из них, ее место в сборочной единице, взаимодействие с другими деталями.

2) Выбрать необходимое количество изображений так, чтобы на сборочном чертеже была полностью понятна конструкция изделия и взаимодействие ее составных частей.

Общее количество всех изображений сборочной единицы на сборочном чертеже должно быть всегда наименьшим, а в совокупности со спецификацией –

достаточным для выполнения всех необходимых сборочных операций, совместной обработки (пригонки, регулирования составных частей) и контроля.

Главное изображение сборочной единицы должно давать наибольшее представление о расположении и взаимосвязи ее составных частей, соединяемых по данному сборочному чертежу.

3) Установить масштаб чертежа, формат листа, нанести рамку на поле чертежа и основную надпись.

4) Произвести компоновку изображений, для этого вычислить габаритные размеры изделия и вычертить прямоугольники со сторонами, равными соответствующим габаритным размерам изделия.

5) Вычертить контур основной детали (как правило – корпуса, основания или станины). Наметить необходимые разрезы, сечения, дополнительные изображения.

6) Вычертить остальные детали по размерам, взятым с рабочих чертежей деталей, в той последовательности, в которой собирают изделие.

7) Тщательно проверить выполненный чертеж, обвести его и заштриховать сечения.

8) Нанести габаритные, установочные и присоединительные размеры.

9) Нанести линии-выноски для номеров позиций.

10) Заполнить основную надпись.

11) На отдельных форматах (А4) составить спецификацию.

12) Проставить номера позиций деталей на сборочном чертеже согласно спецификации.

Пример оформления сборочного чертежа приведен на рисунке 1.3.

### **Спецификация**

В соответствии с ГОСТ 2.102-2013 сборочный чертеж – это документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта. Спецификация относится к текстовым конструкторским документам и заполняется в соответствии с ГОСТ 2.106-96 «Текстовые документы».

Первый лист спецификации имеет основную надпись (ГОСТ 2.104-2006) по форме 2, а последующие листы – по форме 2 а.

Спецификация состоит из разделов, которые располагаются в следующей последовательности: документация, комплексы, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, прочие изделия, материалы, комплекты. Наличие их определяется составом изделия.

В спецификацию для учебных сборочных чертежей, как правило, входят следующие разделы (рисунок 1.4.): документация, сборочные единицы, детали, стандартные изделия, материалы.

Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивается тонкой линией. Ниже каждого заголовка оставляется одна свободная строка, выше – не менее одной свободной строки.

В раздел «Документация» вносят конструкторские документы на сборочную единицу. В этот раздел в учебных чертежах вписывают «Сборочный чертёж».

В разделы «Сборочные единицы» и «Детали» вносят те составные части сборочной единицы, которые непосредственно входят в нее. В каждом из этих разделов составные части записывают по их наименованию.

В раздел «Стандартные изделия» записывают стандартные изделия. Запись производят в алфавитном порядке наименований изделий, в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в сборочную единицу. Материалы записывают по видам и в последовательности, указанным в ГОСТ 2.106-96. Материалы записывают в алфавитном порядке наименований материалов.

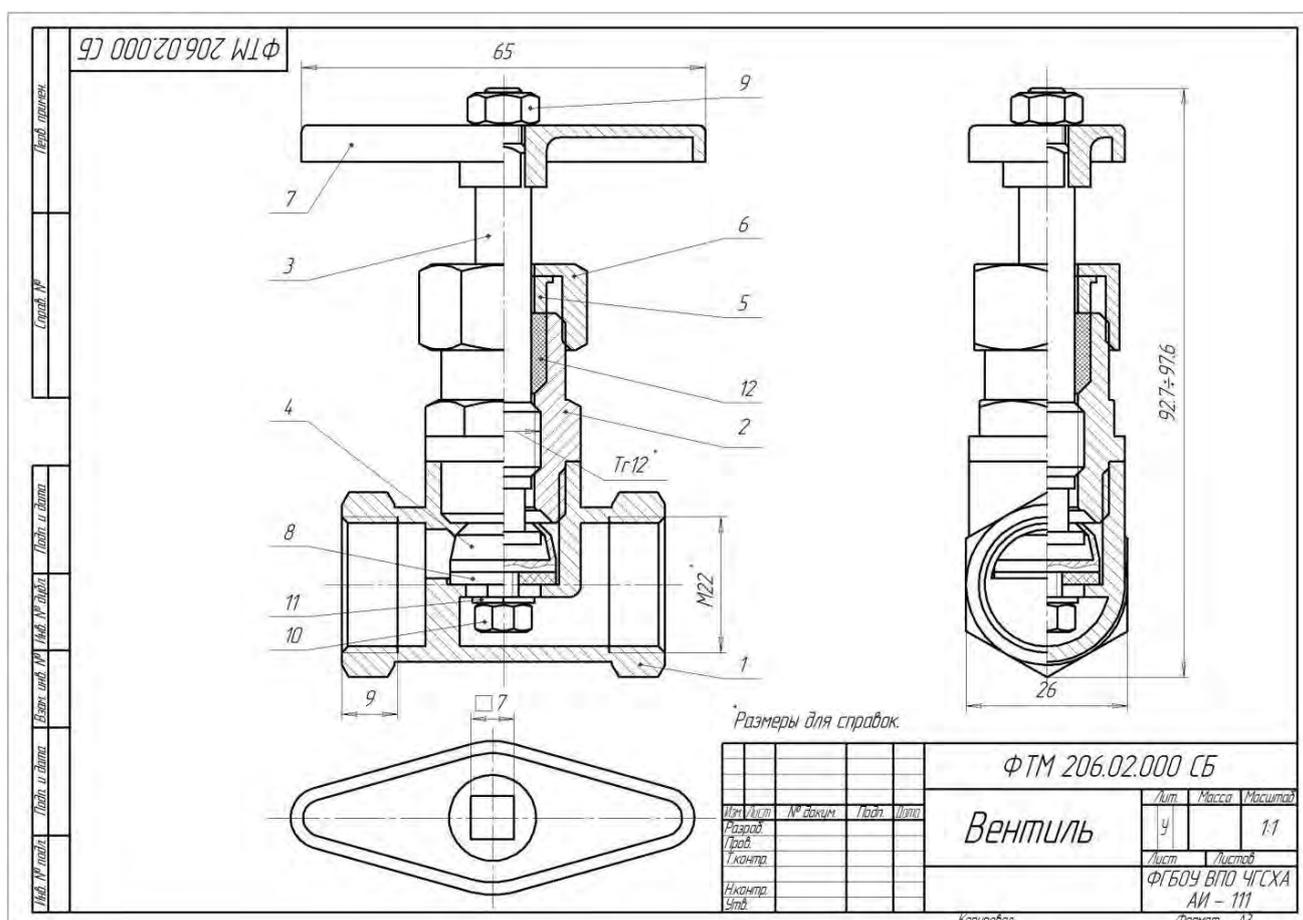


Рисунок 1.3. Сборочный чертёж вентиля

Графы спецификации заполняют следующим образом. В графе «Формат» указывают обозначение формата. В графе «Поз.» указывают порядковый номер составной части сборочной единицы в последовательности их записи в спецификации. В разделе «Документация» графу «Поз.» не заполняют.

В разделах «Стандартные изделия» и «Материалы» графу «Обозначение» не заполняют. В графе «Наименование» указывают наименование составной части сборочной единицы. Все наименования пишут в именительном падеже

единственного числа. Наименование деталей, как правило, однословное. Если же оно состоит из двух слов, то вначале пишут имя существительное, например: «Колесо зубчатое», «Гайка накидная». Наименование стандартных изделий должно полностью соответствовать их условным обозначениям, установленным стандартом, например: Болт М12\*1,25-8g\*30.48 ГОСТ 7798-70.

В графе «Кол.» указывают количество составных частей, записываемых в спецификацию (сборочных единиц, деталей) на одно изделие, в разделе «Материалы» – общее количество материалов на одно изделие с указанием единиц измерения.

Формат Зона Лист	Обозначение		Наименование		Кол.	Примечание
	Изм.	Лист	Изм.	Лист		
Лист №	<i>Сборочные единицы</i>					
	А3		ФТМ 206.02.000 СБ	Сборочный чертёж	1	
	<i>Детали</i>					
	А3	1	ФТМ 206.02.001	Корпус вентиля	1	
	А4	2	ФТМ 206.02.002	Корпус кранбуксы	1	
	А4	3	ФТМ 206.02.003	Шток	1	
	А4	4	ФТМ 206.02.004	Клапан	1	
	А4	5	ФТМ 206.02.005	Сальница	1	
	А4	6	ФТМ 206.02.006	Гайка сальника	1	
Лист и дата	А4	7	ФТМ 206.02.007	Штурвал	1	
	А4	8	ФТМ 206.02.008	Прокладка	1	
	<i>Стандартные изделия</i>					
		9		Гайка М6 ГОСТ 5915-70	1	
		10		Гайка М5 ГОСТ 5927-70	1	
Лист и дата		11		Шайба 5 ГОСТ 11371-78	1	
	<i>Прочие изделия</i>					
Лист и дата		12		Сальник	1	
	ФТМ 206.02.000					
Лист №	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.					
	Проб.					
	Нконтр.					
Утв.						
<b>Вентиль</b>				Лит.	Лист	Листов
				4		1
				ФГОУ ВПО ЧГСХА		
<i>Копировал</i>				<i>Формат А4</i>		

Рисунок 1.4. Пример оформления спецификации

## Эскизы деталей

В условиях производства и при проектировании иногда возникает необходимость в чертежах временного или разового пользования, получивших название эскизов.

Эскиз – чертеж временного характера, выполненный, как правило, от руки (без применения чертежных инструментов), на любой бумаге, без соблюдения масштаба, но с сохранением пропорциональности элементов детали, а также в соответствии со всеми правилами и условиями, установленными стандартами.

Эскиз, как и чертеж, должен содержать:

- минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений), выявляющих форму детали;
- размеры, предельные отклонения, обозначения шероховатости поверхности и другие дополнительные сведения, которые не могут быть изображены, но необходимы для изготовления детали;
- основную надпись по форме 1 (ГОСТ 2.104-2006).

Эскиз каждой детали выполняется на отдельном форматном листе (ГОСТ 2.301-68).

Имеющиеся на детали дефекты (например, дефекты ковки или литья, неравномерная толщина стенок, смещение центров, раковины, неровности краев и др.) на эскизе не отражают.

Для литых деталей в технических требованиях, помещаемых над основной надписью, записывают неуказанные на чертеже радиусы скруглений и уклоны. В основной надписи чертежа указывается наименование детали в именительном падеже и единственном числе. Если наименование состоит из нескольких слов, вначале ставится существительное, а затем пояснительные слова, например: «Колесо зубчатое».

При выполнении эскизов и рабочих чертежей следует руководствоваться ГОСТ 2.109-73 «Основные требования к чертежам».

Внимательно осмотреть деталь, уяснить ее конструкцию, назначение, технологию изготовления и определить название. Проанализировать форму детали путем мысленного расчленения ее на простейшие геометрические тела, т.к. любая деталь представляет собой различные сочетания простейших геометрических форм: призм, пирамид, цилиндров, конусов, сфер, торов и т.п.

Определить минимальное, но достаточное количество изображений (видов, разрезов, сечений), необходимых для полного выявления конструкции детали.

Для деталей типа тел вращения, а также для деталей типа валов и втулок с резьбой достаточно одного изображения. Если на таких деталях имеются отверстия, срезы, пазы, то главное изображение дополняют одним или несколькими видами, разрезами, сечениями, которые выявляют форму этих элементов, а также выносными элементами. Для тонких плоских деталей любой формы достаточно одного изображения. Толщину материала указывают на полке линии-выноски с указанием символа «S» (толщины) перед ее цифровым обозначением.

Особое внимание уделяется выбору главного вида. Он должен давать наиболее полное представление о форме и размерах детали. Главный вид детали выбивают с учетом технологии ее изготовления. Для деталей типа шкивов, колес главным изображением является фронтальный разрез, его выполняют полностью, это облегчает нанесение размеров. Детали типа винтов, болтов, валиков изготавливают на токарных станках или автоматах, поэтому располагают их так, что ось была параллельна основной надписи.

Выбрать в соответствии с ГОСТ 2.301-68 формат листа, выполнить на нем рамки и основную надпись. Размер формата выбирают в зависимости от сложности и размеров детали, так чтобы было использовано не менее 75% пространства листа. Изображение должно быть таким, чтобы не затруднялись чтение эскиза и простановка размеров.

Наметить тонкими сплошными линиями габаритные прямоугольники для будущих изображений с расчетом равномерного использования поля формата. Провести осевые линии.

Обозначить тонкими сплошными линиями видимый контур детали, начиная с основных геометрических форм и сохраняя на всех изображениях проекционную связь и пропорцию элементов детали. Вычертить тонкими линиями выбранные разрезы и сечения.

Изобразить канавки, фаски, скругления и т.п. Заштриховать разрезы и сечения. Обозначить шероховатость поверхностей, руководствуясь ГОСТ 2.309-73. Удалить лишние линии, обвести эскиз, соблюдая соотношение толщины различных типов линий в соответствии с ГОСТ 2.303-68.

Нанести выносные и размерные линии, стрелки, проставить знаки диаметров, радиусов, уклонов и конусности, обозначить разрезы и сечения. Провести обмер детали и вписать размерные числа. Заполнить основную надпись и записать технические требования.

Внимательно проверить эскиз и устранить ошибки и погрешности.

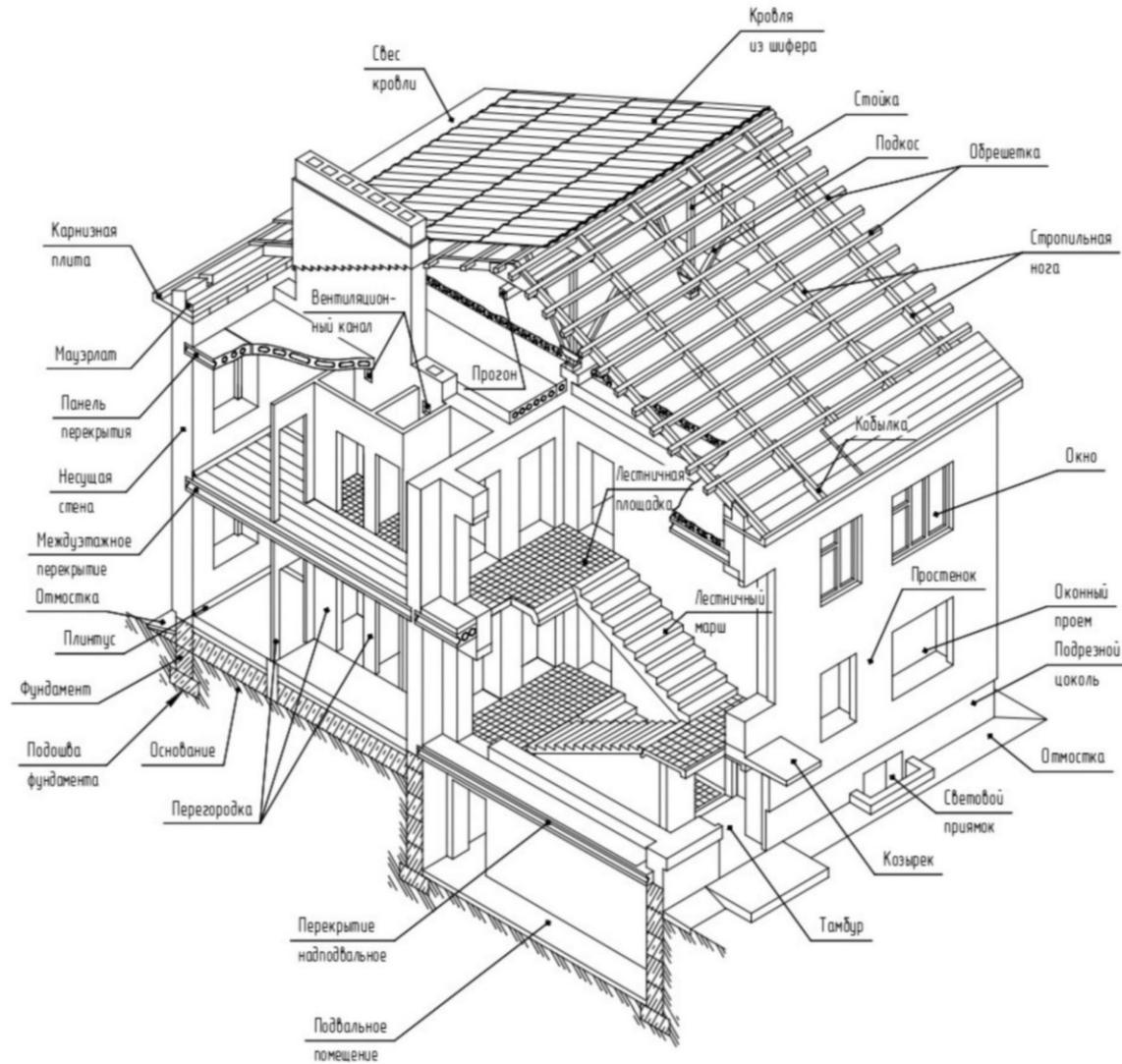
1.8. Лекция «Общие сведения о строительных чертежах. Архитектурно-строительные чертежи зданий и сооружений»

[#ТеоретическийРаздел](#)

## **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

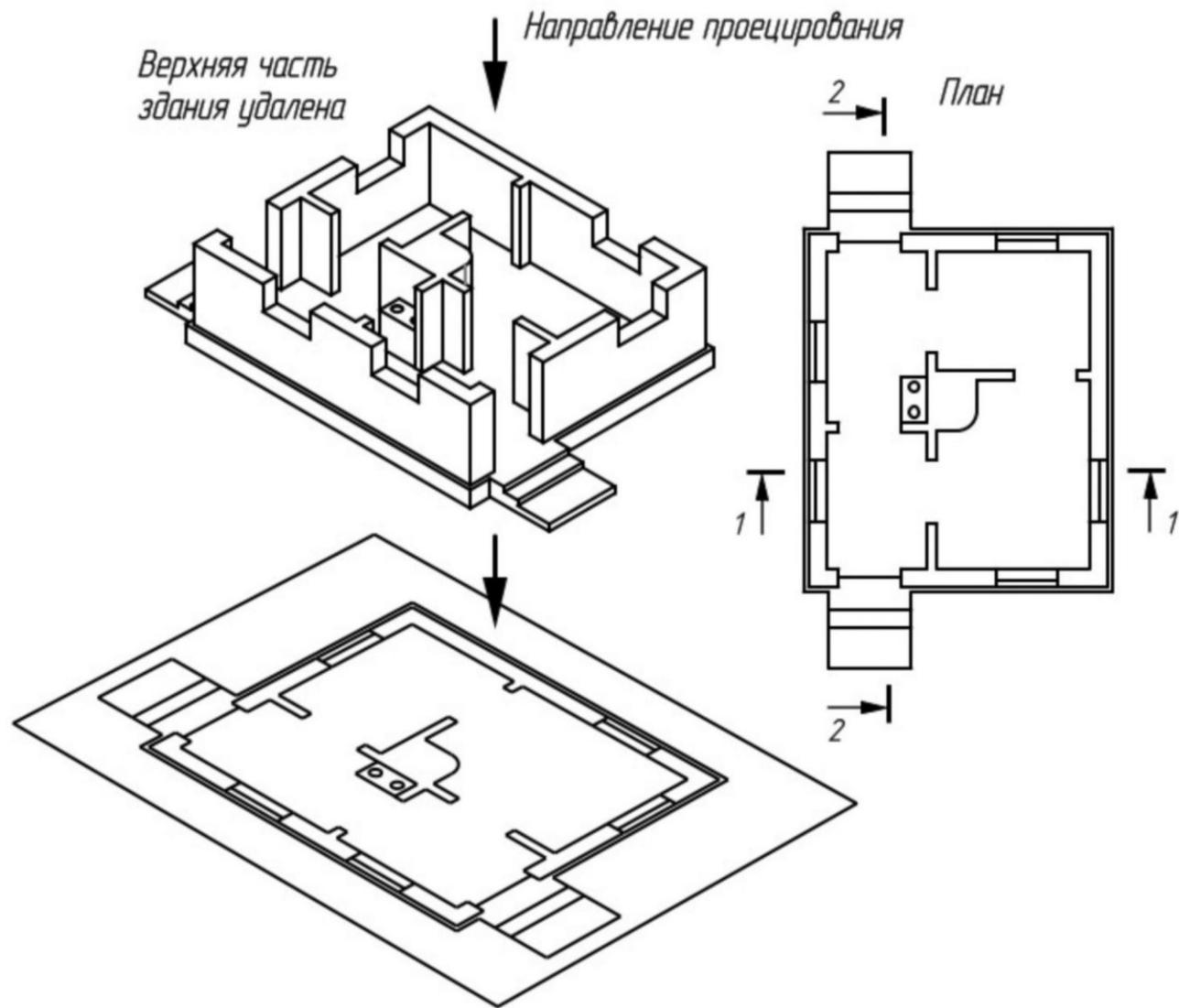
*К архитектурно-строительным чертежам относятся чертежи планов, разрезов, фасадов здания, а также чертежи архитектурных деталей, чертежи отделки фасадов и интерьеров, перспективы. Основное назначение этих чертежей – дать наиболее полное представление о здании и его объемно-планировочном и конструктивном решении. Архитектурно-строительные чертежи служат для разработки специальных чертежей.*

## ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ И АРХИТЕКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗДАНИЯ



## ЧЕРТЕЖ ПЛАНА ЗДАНИЯ

*Под **планом здания** обычно подразумевают поэтажные планы, которые представляют собой разрезы здания, выполненные по тому или иному этажу горизонтальной плоскостью, причем положение мнимой горизонтальной плоскости разреза принимают, как правило, на уровне  $1/3$  высоты изображаемого этажа или 1 метр над изображаемым уровнем. Поэтажный план дает возможность судить о форме и плановых размерах всего здания; о форме, размерах и взаимном расположении отдельных помещений; плановых размерах оконных и дверных проемов; о расположении и толщине капитальных стен и перегородок; о плановых размерах лестниц и других элементов; а также о размещении санитарно-технического и прочего оборудования.*



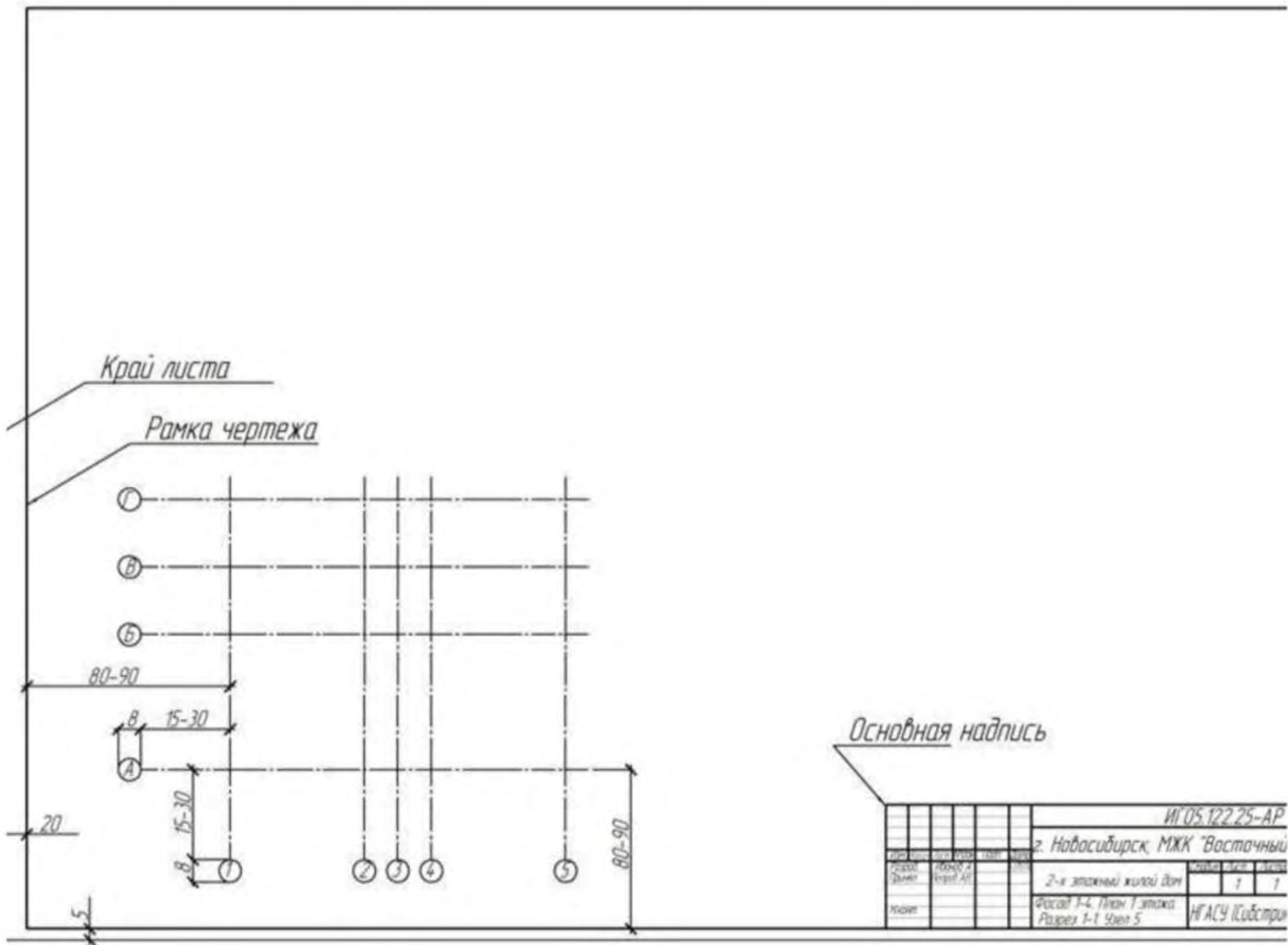
*План здания выполняют в следующей последовательности:*

*1. Вычерчивается сетка координационных осей. Продольные и поперечные оси обозначают арабскими цифрами и прописными буквами русского алфавита (за исключением букв Е, Э, Й, О, Х, Ц, Ч, Щ, Ъ, Ы, Ь) в кружках диаметром 6–12 мм.*

*На стороне здания с большим числом осей используют арабские цифры. Для маркировки осей на стороне здания с меньшим их числом используют буквы русского алфавита.*

*Последовательность цифровых и буквенных обозначений координационных осей принимают по плану слева направо и снизу вверх.*

*Обозначение координационных осей, как правило, наносят по левой и нижней сторонам плана здания.*



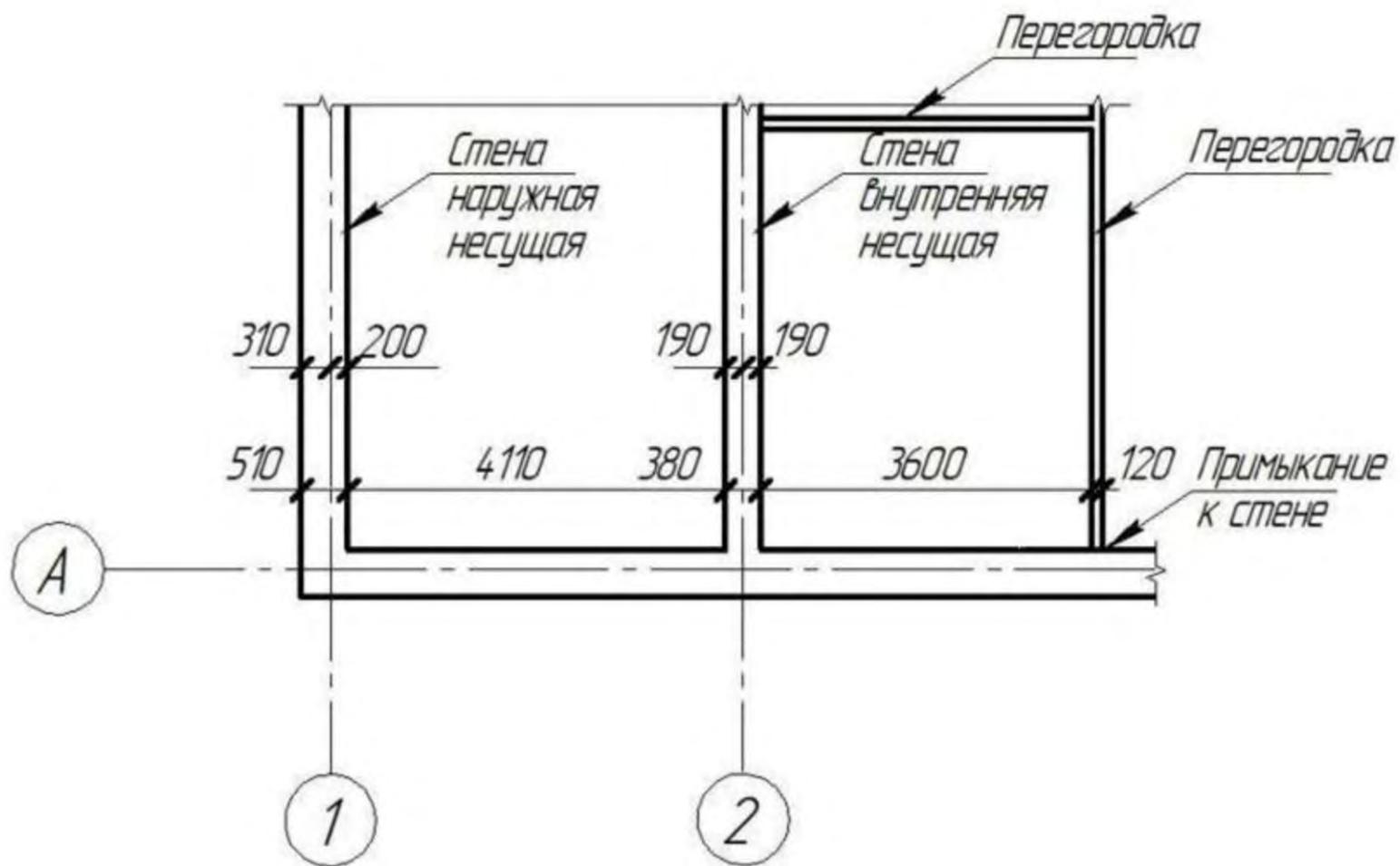
*2. Наносятся контуры всех стен здания, соблюдая в масштабе их толщину и привязки к координационным осям.*

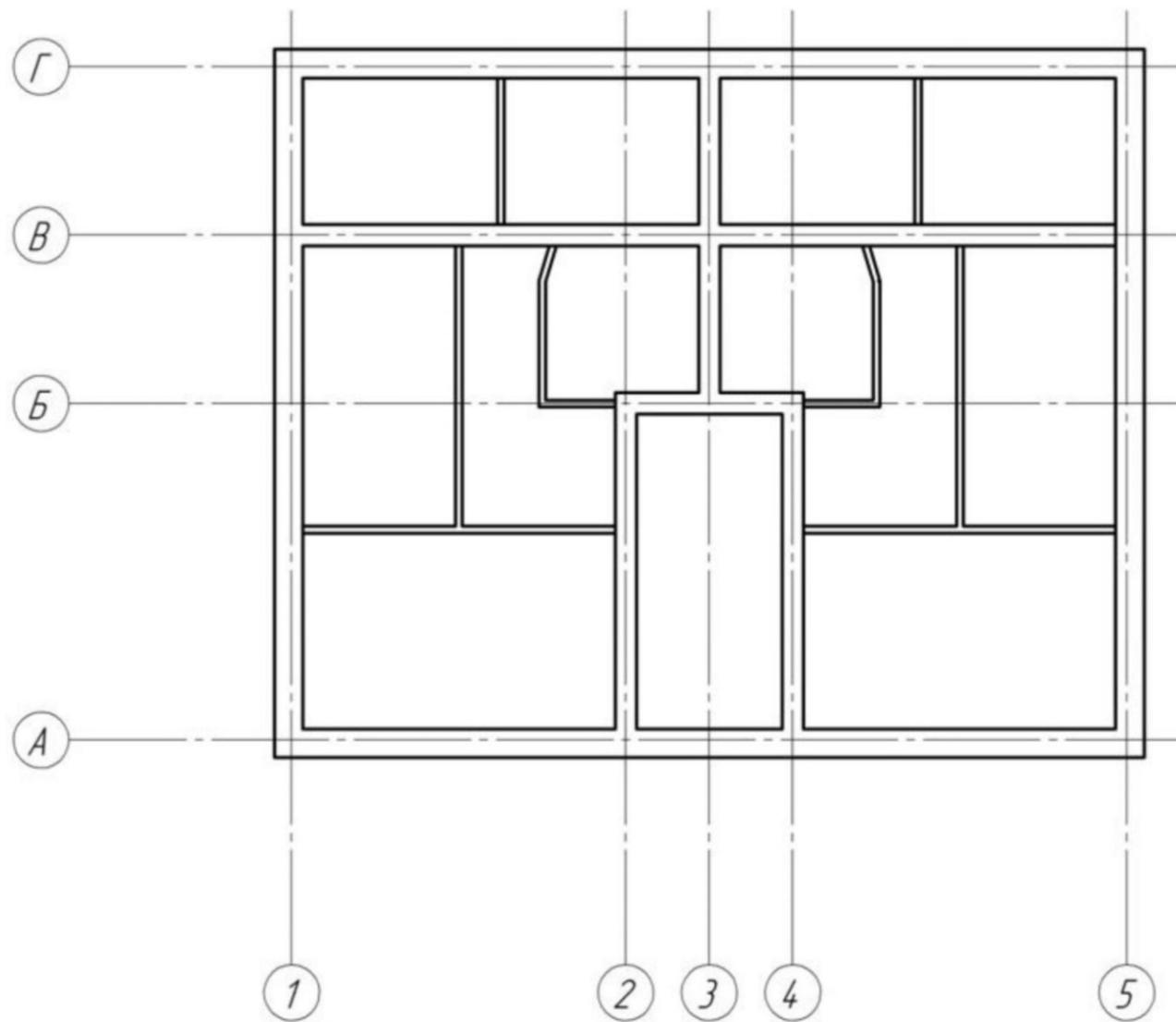
*Толщина наружных стен в кирпичных зданиях 510 мм, внутренних – 380 мм.*

*Наружные стены имеют нулевую привязку, когда внутренняя грань несущей стены совмещается с координационной осью, либо двустороннюю, когда внутренняя грань несущей стены смещена внутрь здания (в сторону расположения перекрытий) на величину глубины опирания перекрытия на стену 120 мм и конструктивного зазора 10 мм.*

*Привязку внутренних несущих стен назначают, как правило, центральной (190+190) т.е. геометрическую ось стены совмещают с координационной осью.*

*3. Выполняют планировку отдельных помещений, исходя из их назначения, разгораживая пространство между капитальными стенами перегородками толщиной 60–120 мм.*



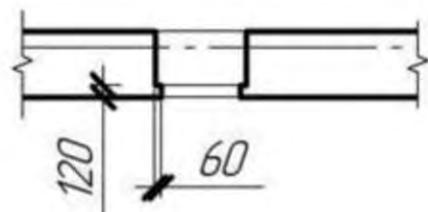


*4. Выбирают по СТБ 939-2013 размеры оконных проемов и проемов для балконных дверей; по СТБ 2433-2015 – размеры проемов для наружных и внутренних дверей.*

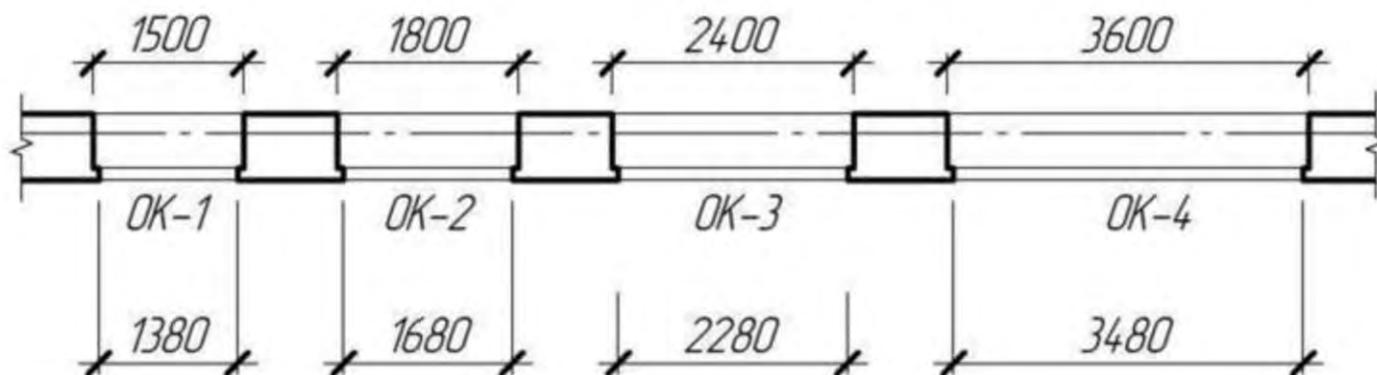
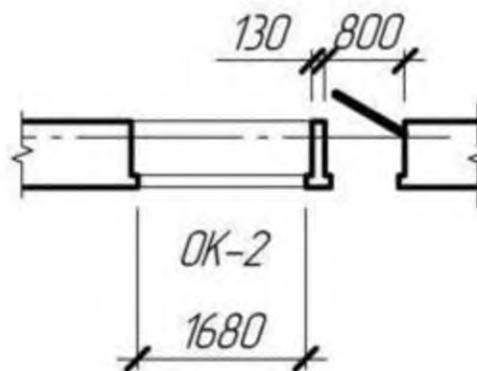
*Оконные и дверные проемы в наружных стенах изображают с четвертями, дверные проемы во внутренних стенах и перегородках без четвертей.*

*Показывают открывание дверных полотен на угол 30°.*

Размеры четверти  
в плане

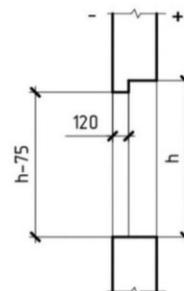


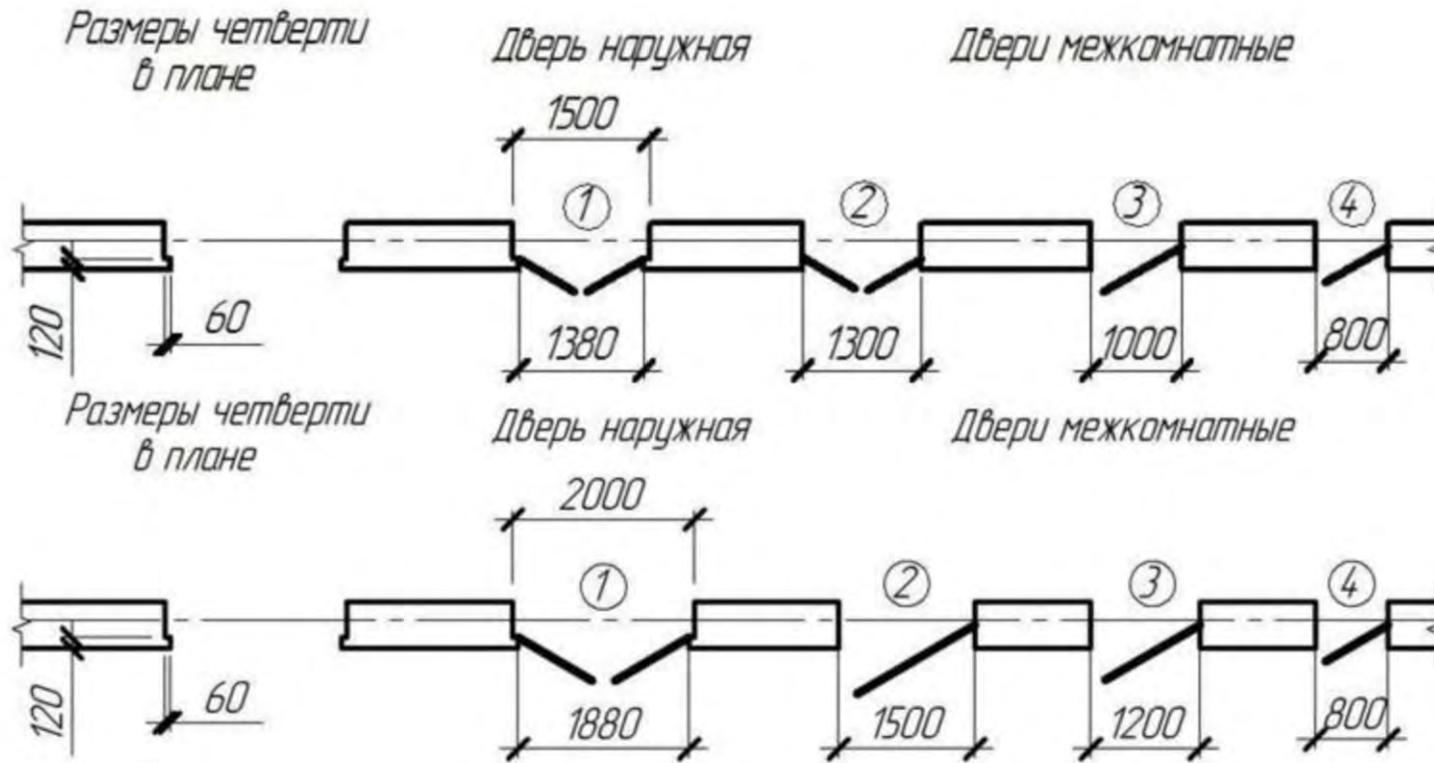
Окно с балконной дверью



**Номенклатура и габариты проемов окон и балконных дверей  
в наружных стенах зданий и сооружений**

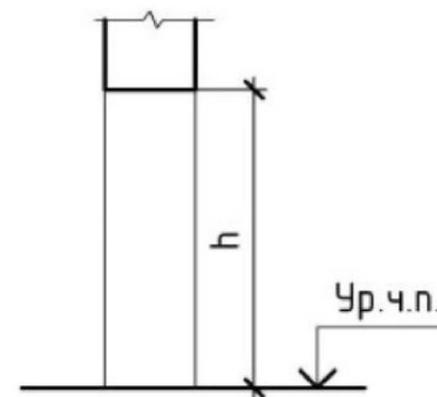
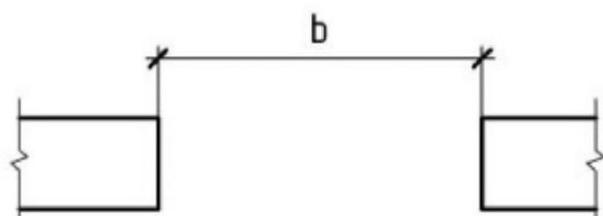
Ширина проема по внутренней грани стены $b$ , мм	Марка							
	6-4,5	9-4,5	12-4,5	15-4,5	18-4,5	21-4,5	24-4,5	27-4,5
460	6-4,5	9-4,5	12-4,5	15-4,5	18-4,5	21-4,5	24-4,5	27-4,5
610	6-6	9-6	12-6	15-6	18-6	21-6	24-6	27-6
760	6-7,5	9-7,5	12-7,5	15-7,5	18-7,5	21-7,5	24-7,5	27-7,5
910	6-9	9-9	12-9	15-9	18-9	21-9	24-9	27-9
1210	6-12	9-12	12-12	15-12	18-12	21-12	24-12	27-12
1360	6-13,5	9-13,5	12-13,5	15-13,5	18-13,5	21-13,5	24-13,5	27-13,5
1510	6-15	9-15	12-15	15-15	18-15	21-15	24-15	27-15
1810	6-18	9-18	12-18	15-18	18-18	21-18	24-18	27-18
2110	6-21	9-21	12-21	15-21	18-21	21-21	24-21	27-21
2410	6-24	9-24	12-24	15-24	18-24	21-24	24-24	27-24
2710	6-27	9-27	12-27	15-27	18-27	21-27	24-27	27-27
Высота проема по внутренней грани стены $h$ , мм	610	910	1210	1510	1810	2110	2410	2710





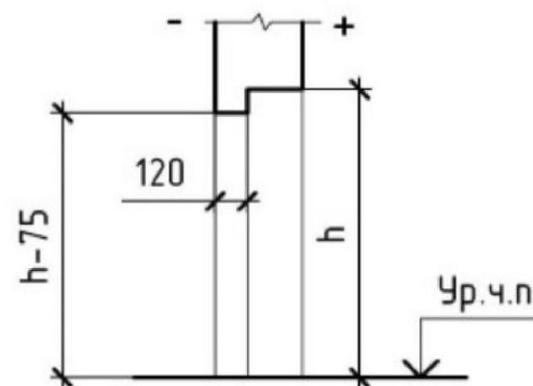
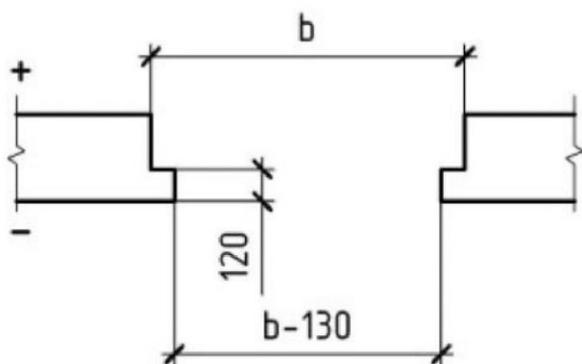
*Номенклатура и габариты проемов в стенах и перегородках для внутренних деревянных дверей жилых, общественных и производственных зданий*

Высота проема $h$ , мм	Марка							
	2070	21-7	21-8	21-9	21-10	21-12	21-13	21-15
2370	—	—	24-9	24-10	24-12	—	21-15	24-19
Ширина проема $b$ , мм	710	810	910	1010	1210	1310	1510	1910



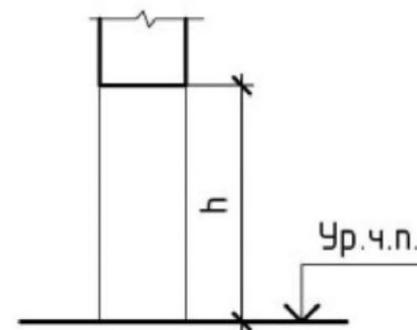
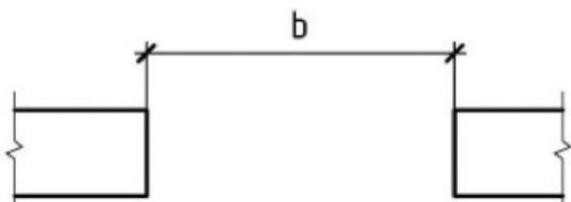
*Номенклатура и габариты проемов для наружных деревянных дверей жилых, общественных и производственных зданий*

Высота проема по внутренней грани стены $h$ , мм	Марка				
	2070	21-9	21-10	21-13	21-15
2370	—	24-10	24-13	24-15	24-19
Ширина проема по внутренней грани стены $b$ , мм	910	1010	1310	1510	1910



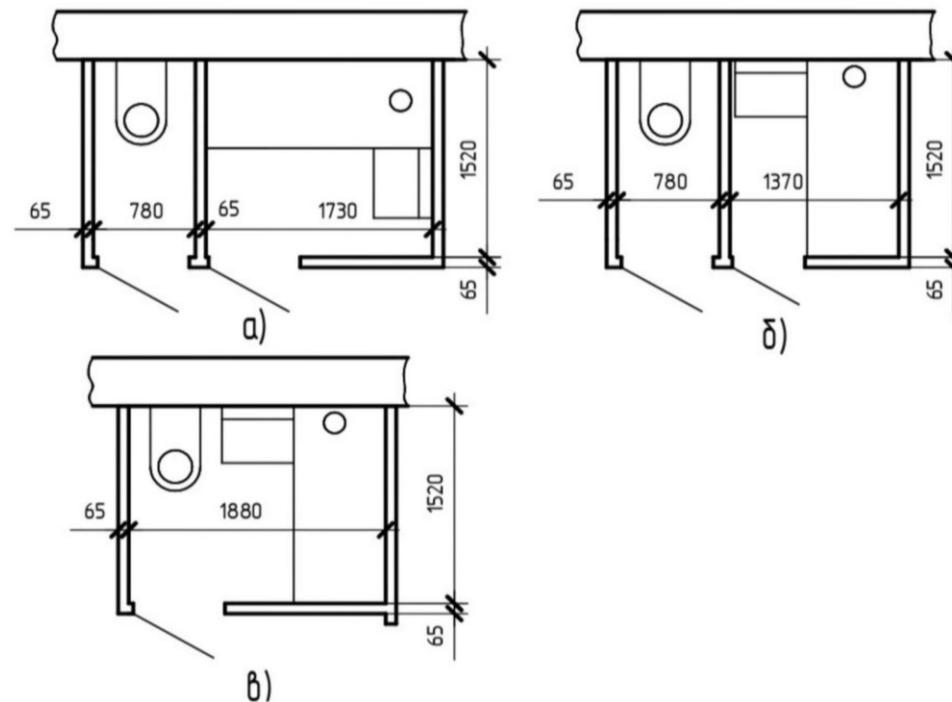
*Номенклатура и габариты проемов в стенах и перегородках для внутренних и наружных металлических дверей общественных и производственных зданий*

Высота проема $h$ , мм	Марка			
	2070	21-10	21-13	21-15
2370	24-10	21-13	21-15	21-19
Ширина проема $b$ , мм	1020	1320	1520	1920

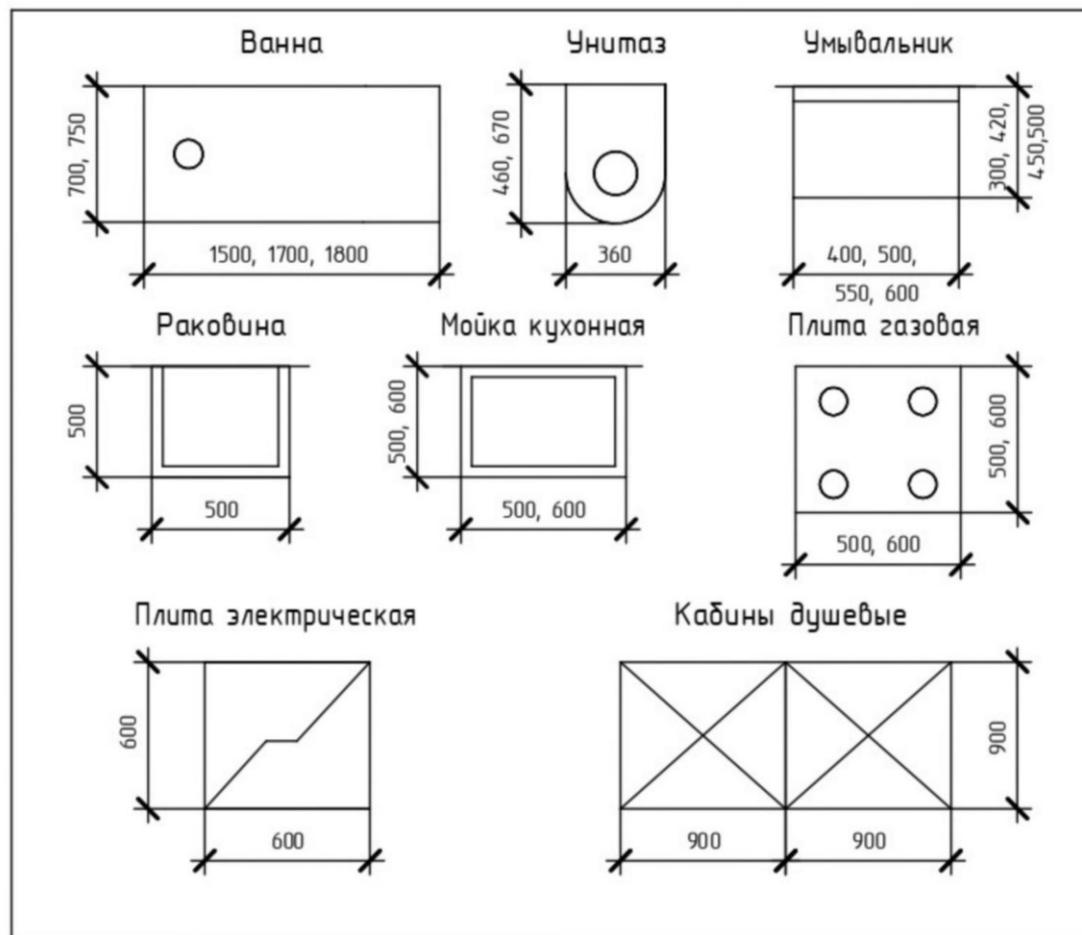


*5. Наносят на план санитарно-техническое оборудование: в туалете – унитаз, в ванной – ванну и умывальник, в кухне – газовую плиту и раковину.*

*Условные графические изображения санитарно-технического оборудования выполняют по ГОСТ 21.205-2016.*

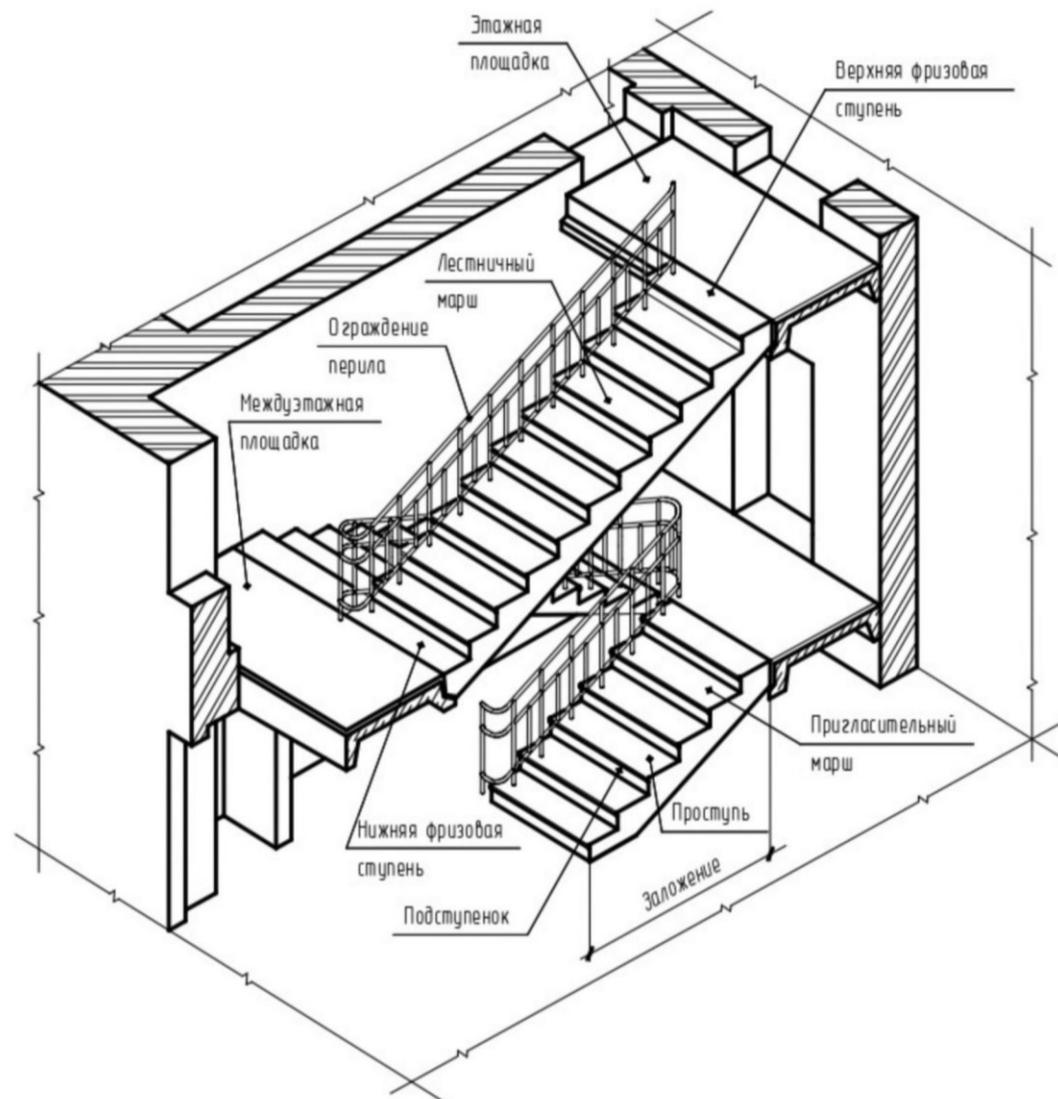


*Условные графические изображения санитарно-технического оборудования по ГОСТ 21.205-2016.*

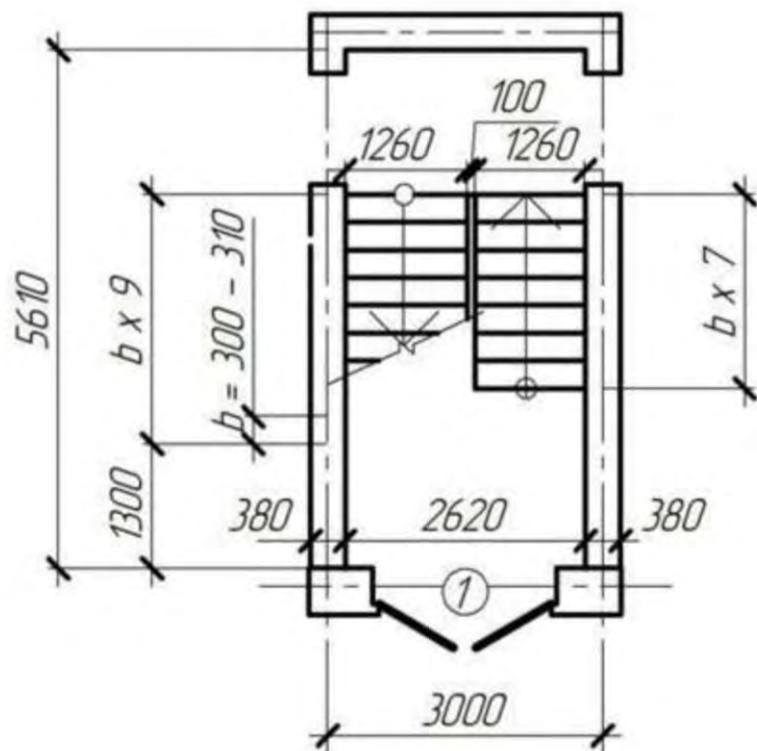


*6. В соответствии с разрезом здания (после его выполнения и расчета лестничной клетки) изображают цокольный марш и нижний основной марш, перегородку тамбура и дверной проем в ней (на плане 1-го этажа); на планах других этажей – промежуточные марши; на планах последних этажей – верхние марши. Стрелкой указывают направление подъема марша.*

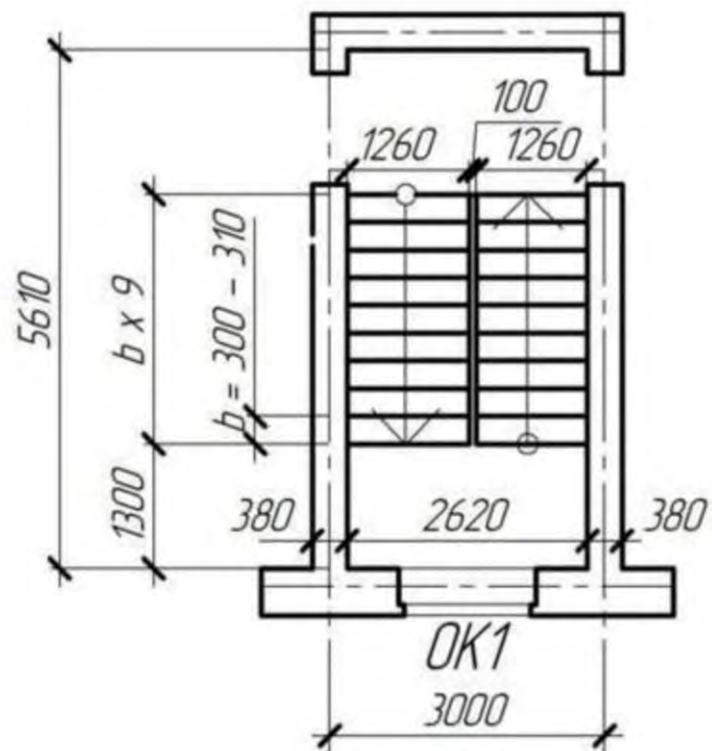
*7. Выполняют обводку контуров капитальных стен линией 0,6–0,8 мм.*



Лестница  
на плане 1 этажа



Лестница  
на плане 2 этажа



*8. Наносят размеры:*

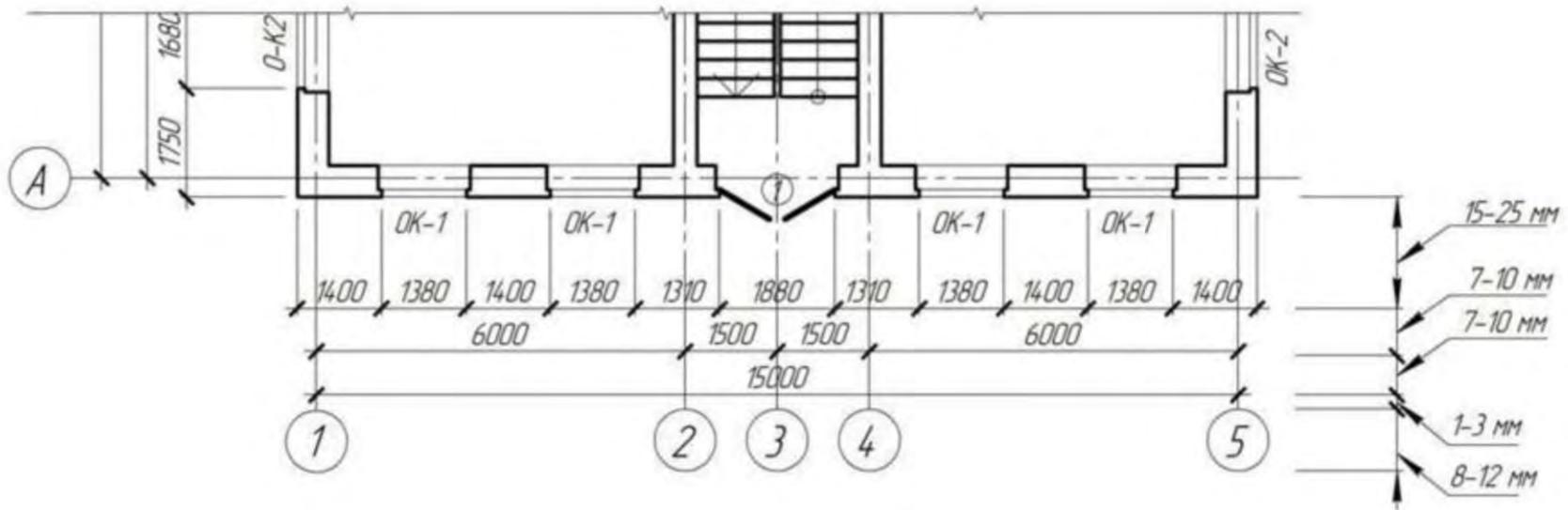
*а) наружные размеры наносят слева и снизу плана в три цепочки:*

*– первая цепочка проводится на расстоянии не менее 10 (14 или 21) мм от наружного контура стены. На ней проставляют размеры простенков, оконных и дверных проемов. Для проема с четвертями размеры показывают по наименьшей величине проема (то есть по наружной стороне стены);*

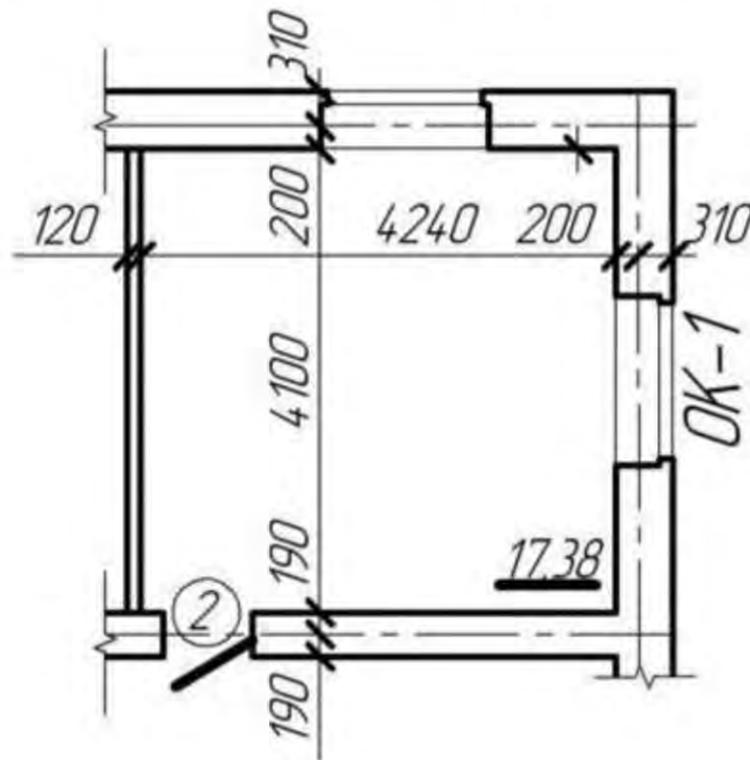
*– вторая цепочка проводится на расстоянии не менее 7 мм от первой. На ней проставляют расстояния между соседними координационными осями;*

*– третья цепочка проводится на расстоянии не менее 7 мм от второй. На ней проставляют расстояние между крайними координационными осями (длина и ширина здания);*

*– в случае несовпадения размеров противоположных сторон вверху и справа проводят дополнительные размерные линии.*



б) размеры, касающиеся внутренней планировки, наносят внутри изображения плана в виде замкнутой цепи. Цепочки проводят на расстоянии 7 (14 или 21) мм от внутреннего контура стен; на них указывают размеры помещений в свету, толщину стен и перегородок, привязки капитальных стен к осям и т.п.



*9. Площади помещений приводят в свободной зоне, по возможности, в нижнем правом углу изображенного помещения в квадратных метрах с точностью до двух знаков после запятой и подчеркивают.*

*10. Выполняют обводку чертежа плана:*

*– контуры стен, столбов, расположенные в секущей плоскости обводят сплошными основными линиями;*

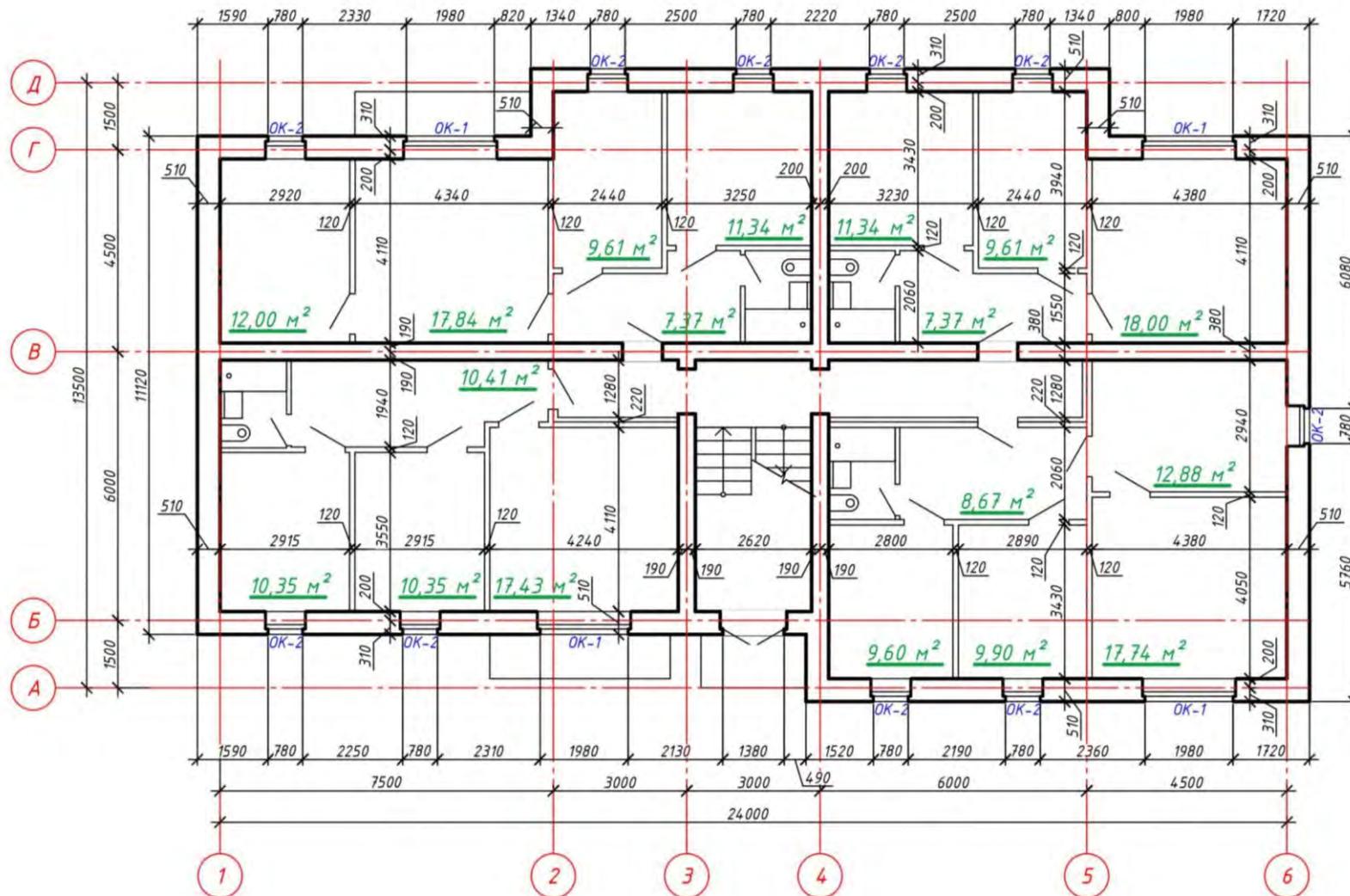
*– контуры перегородок, дверные полотна, расположенные в секущей плоскости, – сплошными тонкими линиями;*

*– контуры санитарно-технического оборудования, другие элементы плана, размерные и выносные линии, координационные оси – еще более тонкими линиями.*

*11. Над выполненным изображением пишут его название:*

*План 1 этажа; План типового этажа.*

План 1-го этажа



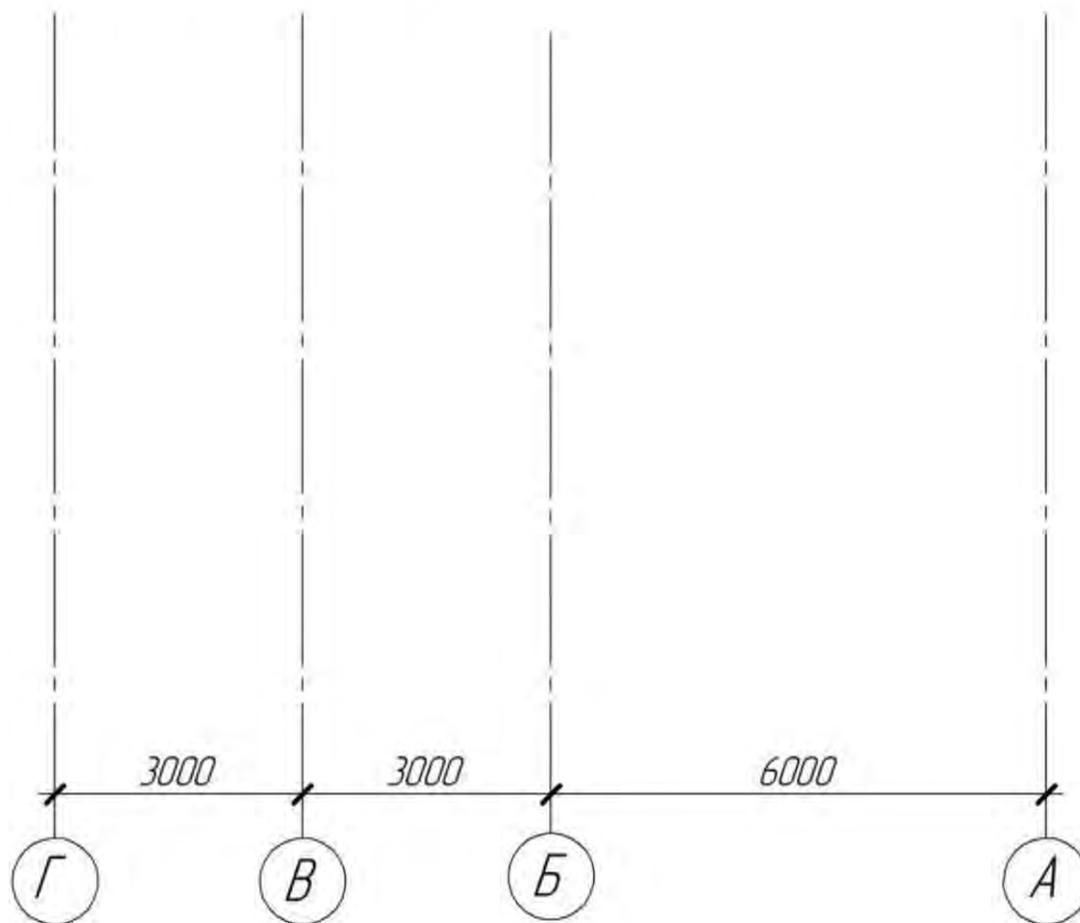
## ЧЕРТЕЖ РАЗРЕЗА ЗДАНИЯ

*Под **разрезом здания** подразумевается разрез, выполненный вертикальной секущей плоскостью, проходящей поперек (поперечный разрез), или вдоль здания (продольный разрез).*

*Положение мнимой вертикальной плоскости разреза принимают, как правило, с таким расчетом, чтобы в изображении попадали проемы окон и наружных дверей. В случае наличия лестницы секущая плоскость должна проходить по ней. Направление взгляда выбирается так, чтобы получить максимальную информацию о форме, конструктивных особенностях и высотных размерах элементов здания.*

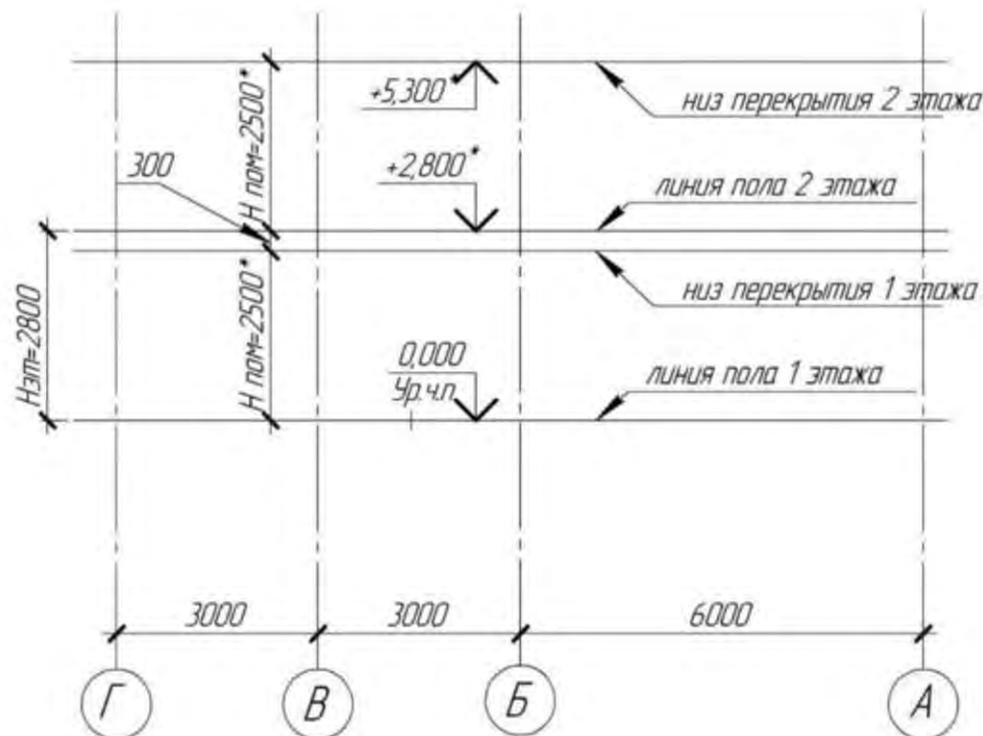
*Над изображением разреза дается надпись по типу: **1-1**.*

Вычерчивание разреза рекомендуется вести в такой последовательности:  
1. Провести координационные оси стен, пересеченных секущей плоскостью (вертикальные штрихпунктирные линии).



2. Перпендикулярно координационным осям провести горизонтальные линии уровней: поверхности грунта, полов подвала, первого, второго и других этажей (см. заданные отметки уровня пола подвала и высоту этажа), низа чердачного перекрытия, конька крыши и других элементов, пользуясь имеющимися в задании размерами (и масштабным коэффициентом).

Размеры со \* смотреть согласно своему варианту

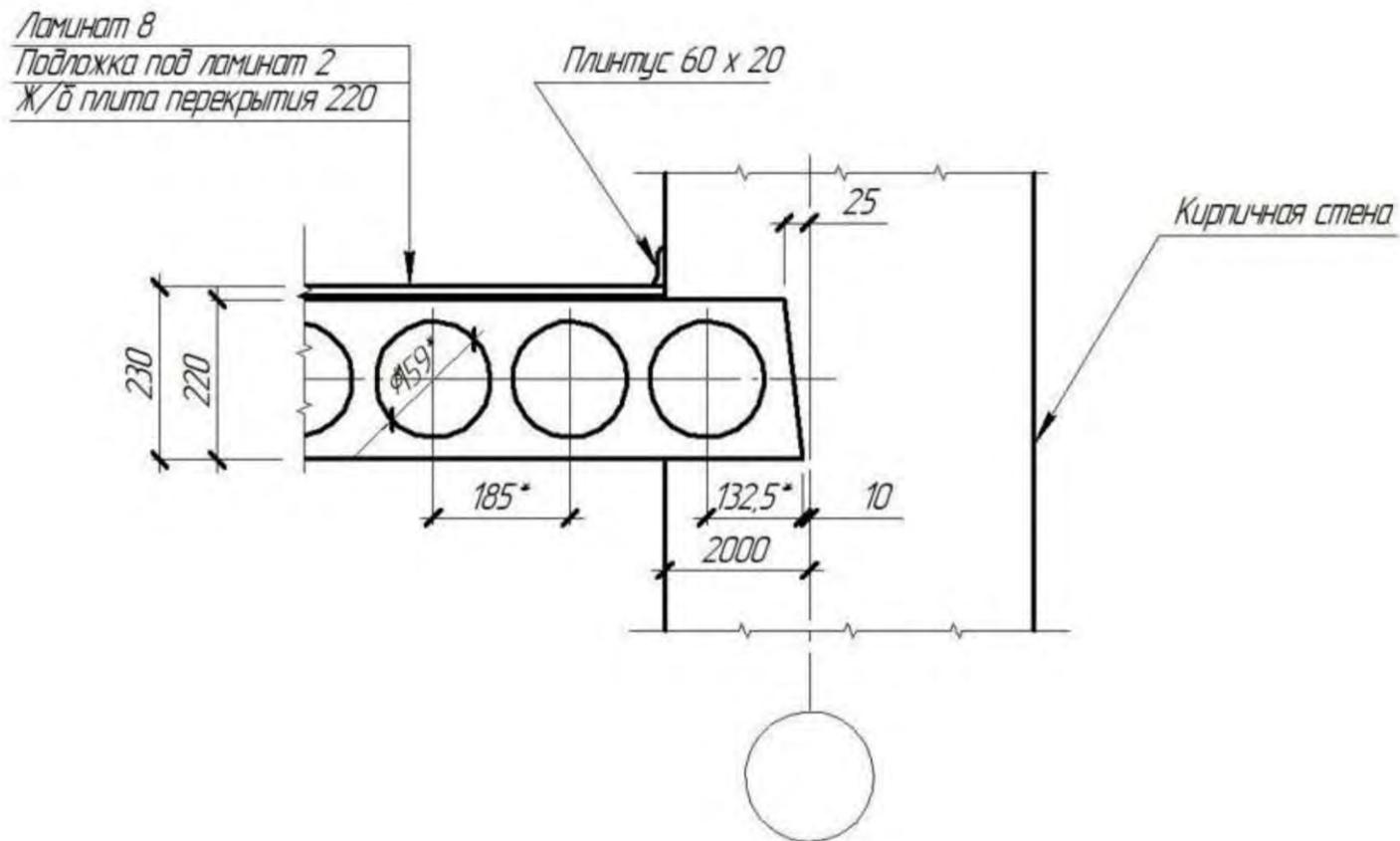


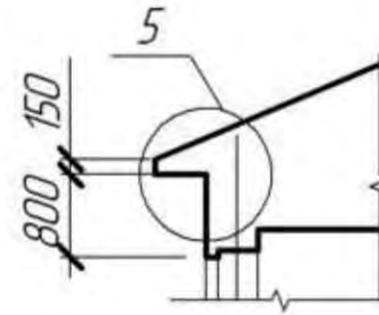
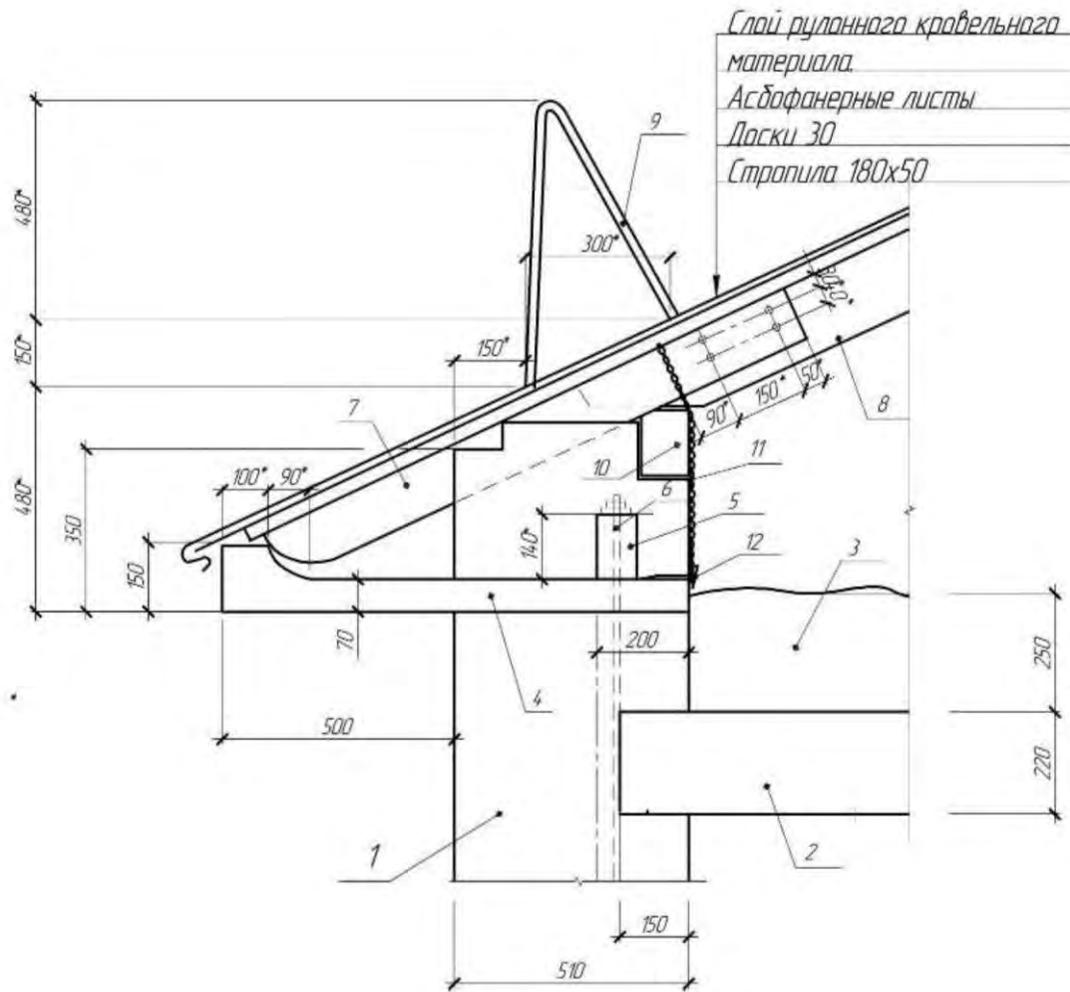
3. Провести контуры наружных и внутренних стен, перегородок, попавших в разрез, соблюдая их толщину и привязки к координационным осям. Линии контуров элементов конструкций в разрезе изображают сплошной основной линией, видимые линии контуров, не попадающие в плоскость сечения (цоколь, балконы) – сплошной тонкой линией.

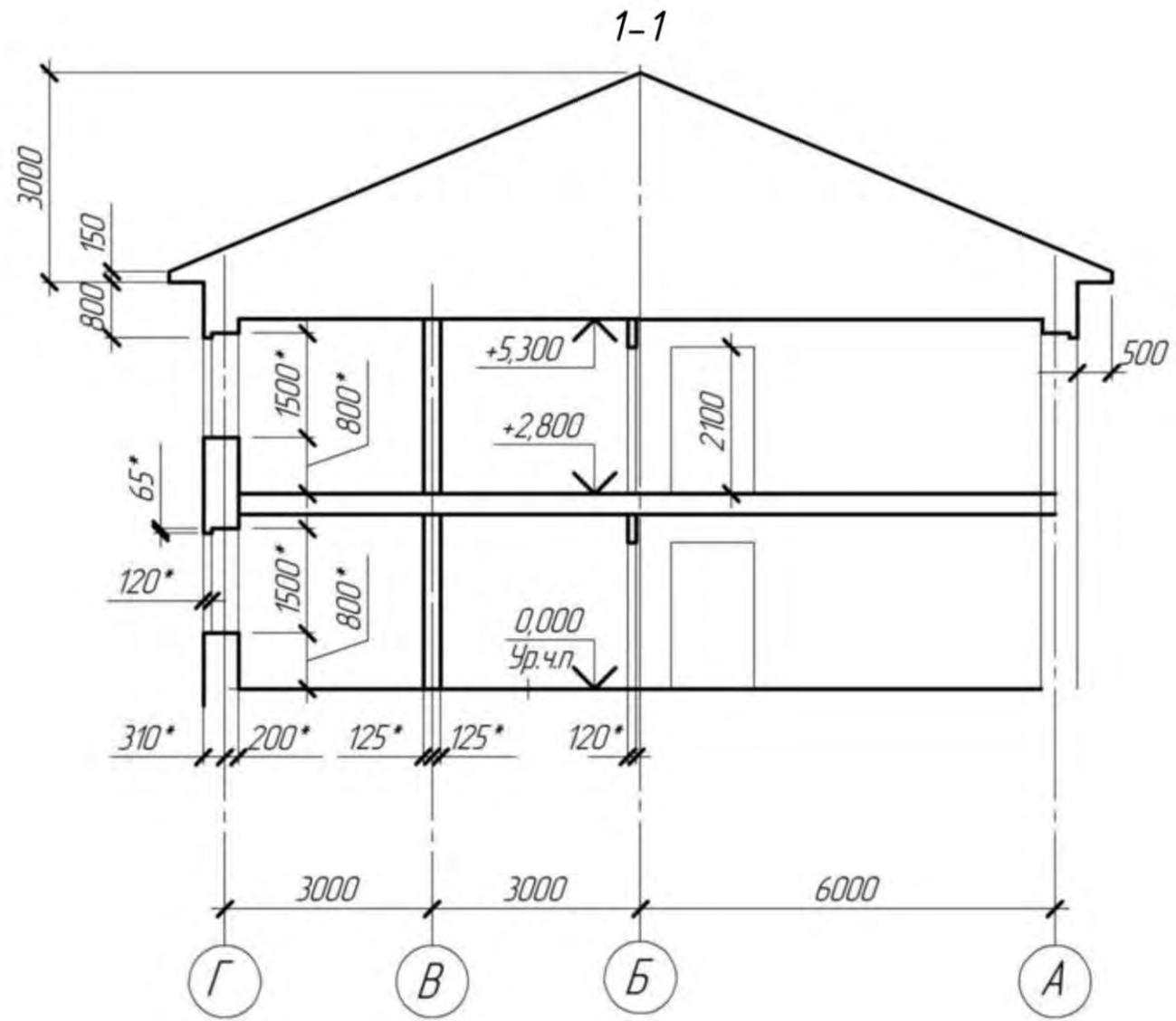
4. Показать толщину плит междуэтажного и чердачного перекрытий (220 мм). Отмечают и показывают вынос карниза (от стены): не менее 500 мм. Толщину карнизной плиты принимают 100 – 150 мм. Вычерчивают скаты крыши.

5. Наметить в наружных и внутренних стенах и перегородках оконные и дверные проемы, проемы в наружных стенах изобразить с четвертями.

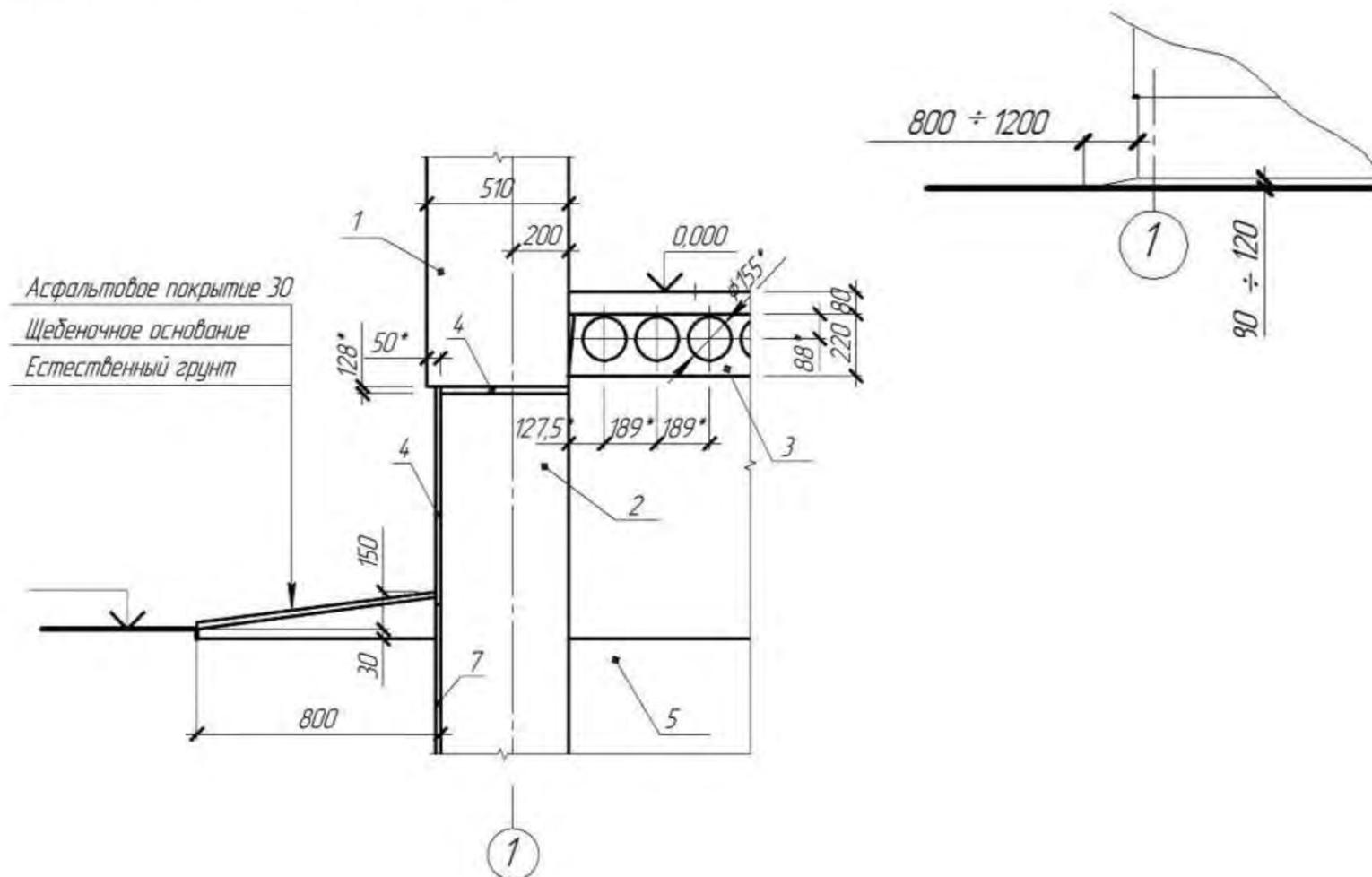
6. Изобразить видимые дверные проемы, расположенные за секущей плоскостью.



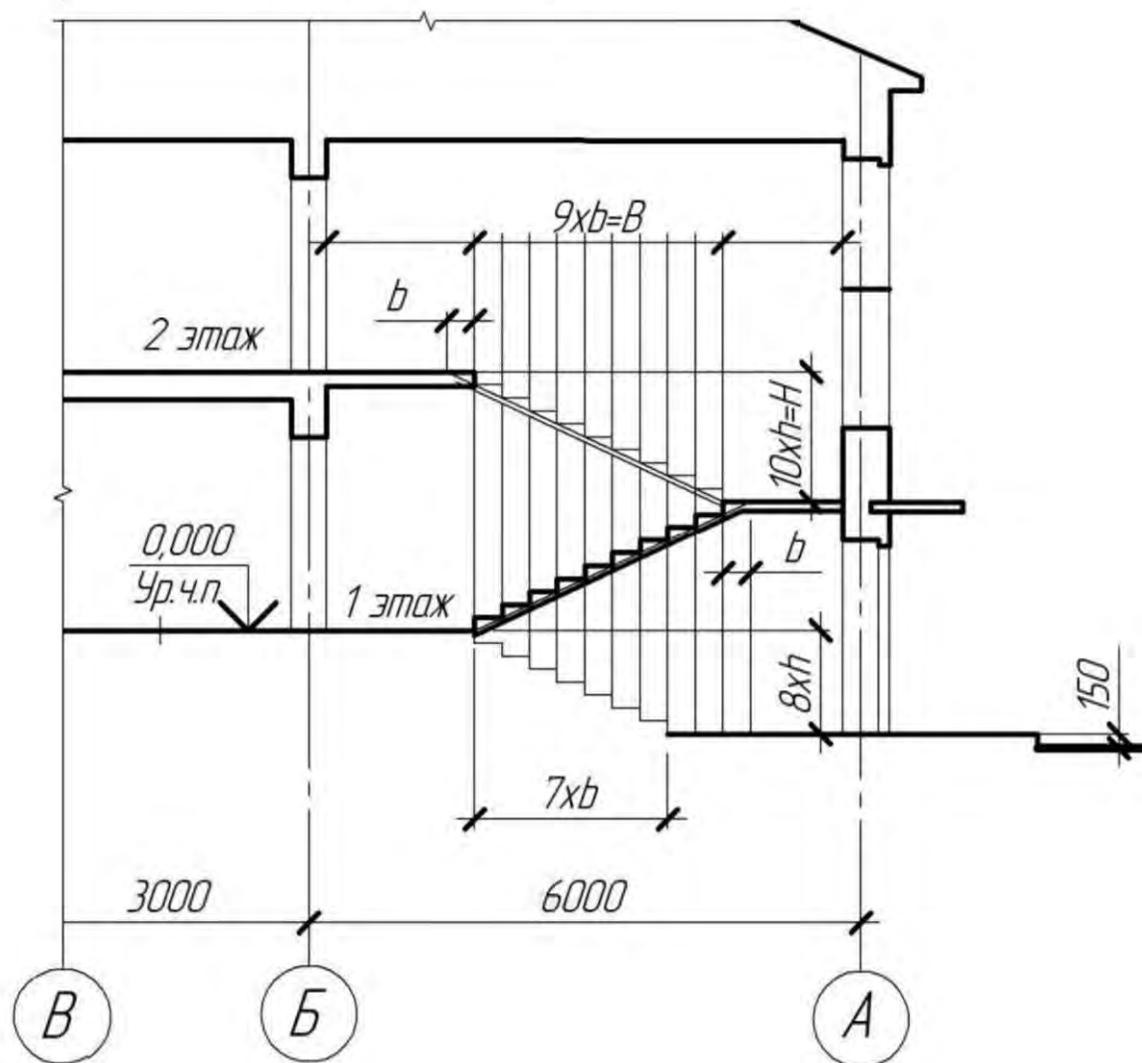




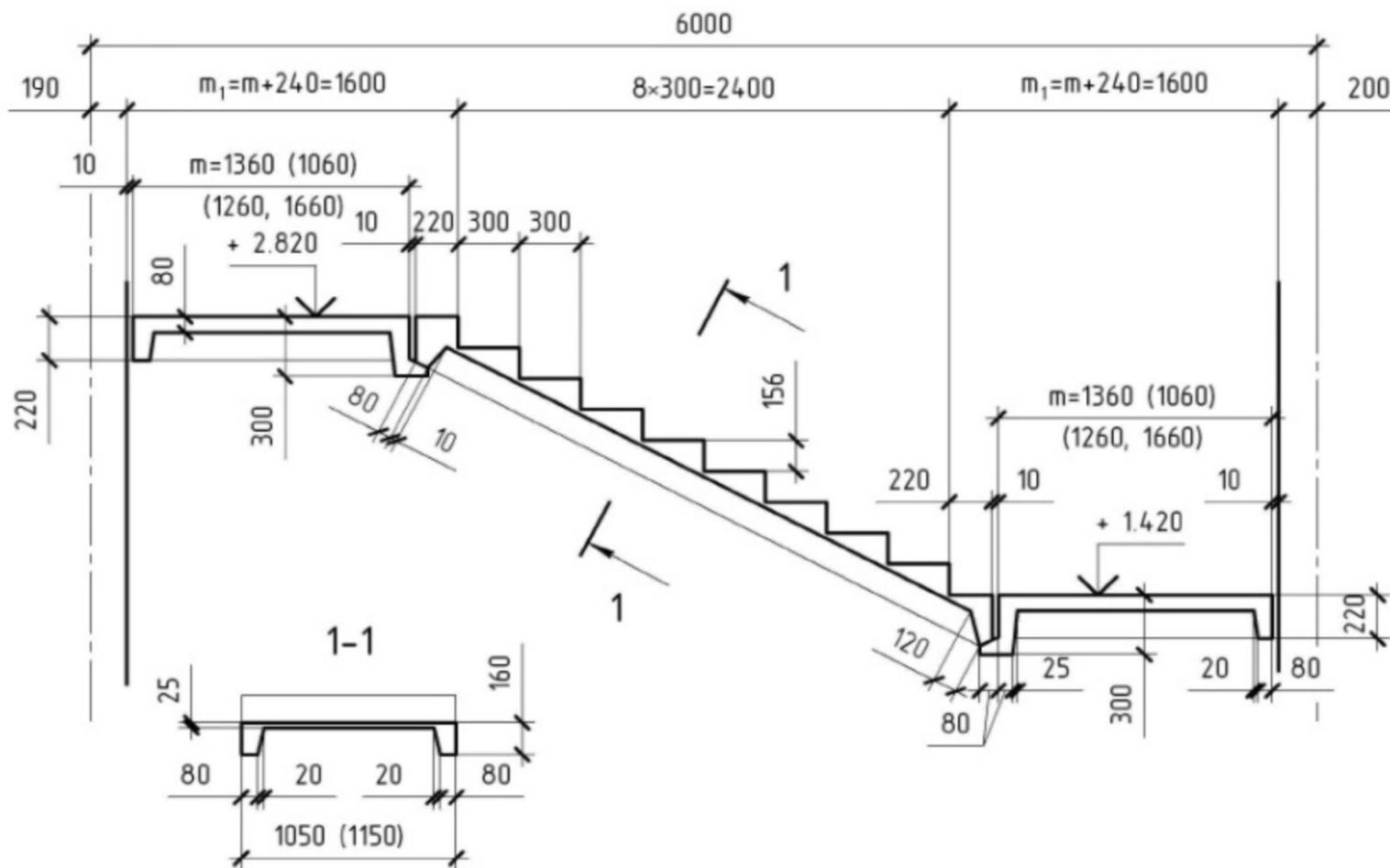
7. Провести контуры элементов конструкций: крыльца (площадки перед входной дверью), козырька над входной дверью. Толщину козырька принимают 80 мм. Уклон отмостки принимается равным 1:12.



8. Вычертить лестничные марши и площадки.

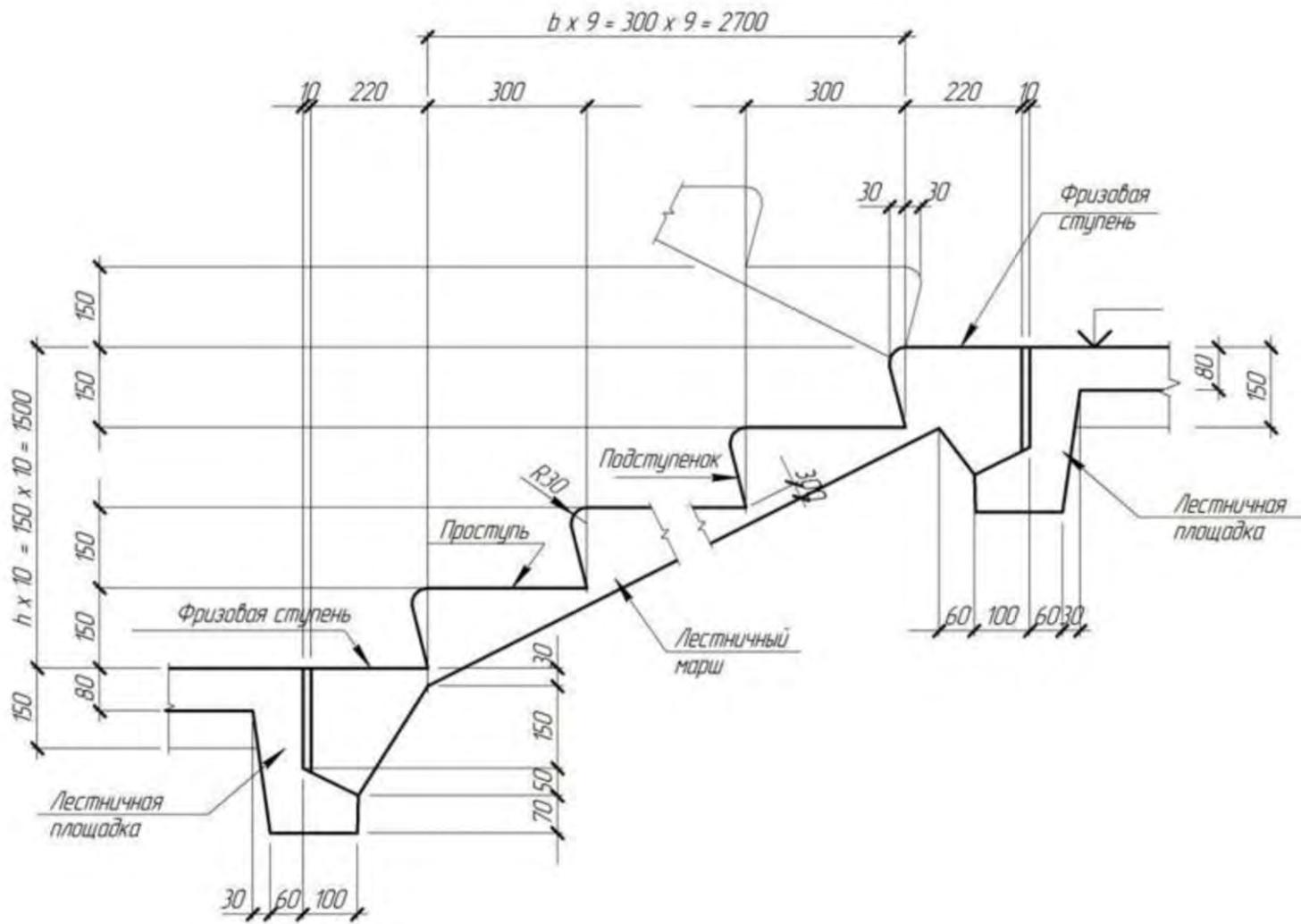


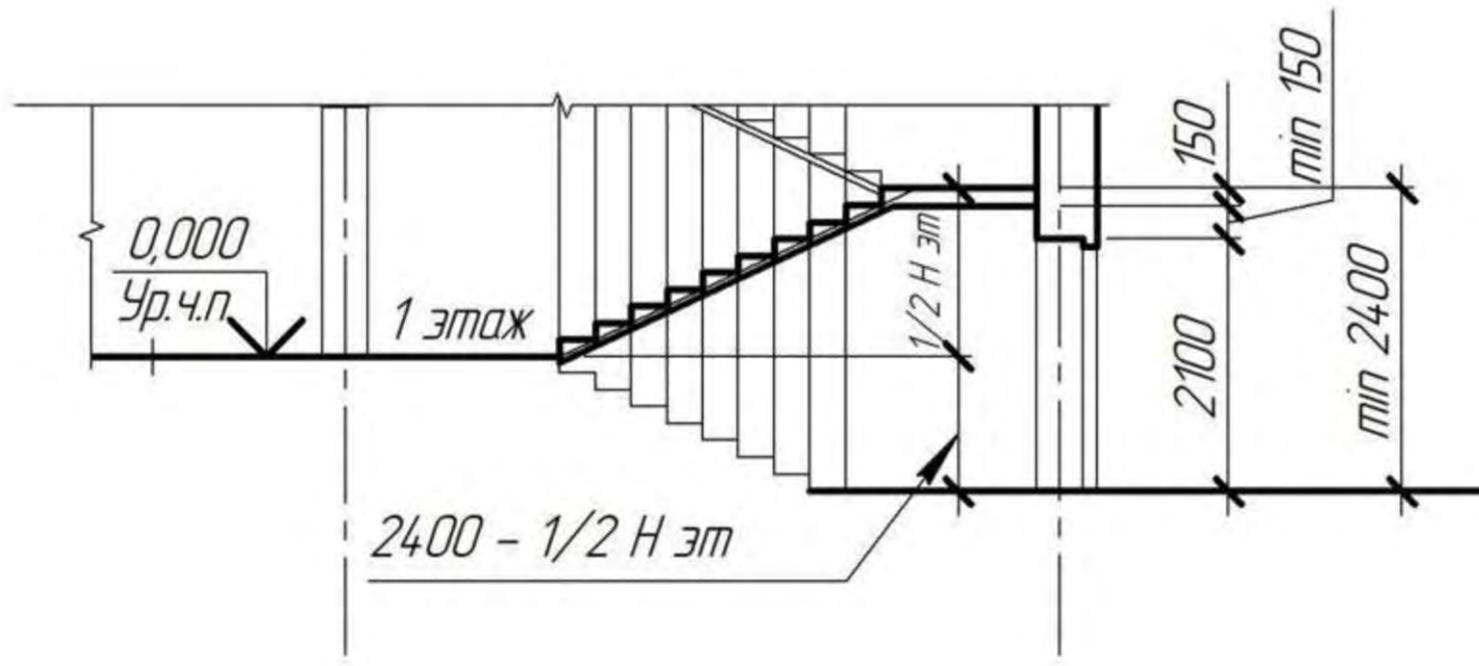
При вычерчивании на разрезе лестницы размеры маршей и площадок следует принять шириной лестничных площадок 1060, 1260, 1360, 1660 мм (подбирают в зависимости от размеров здания).

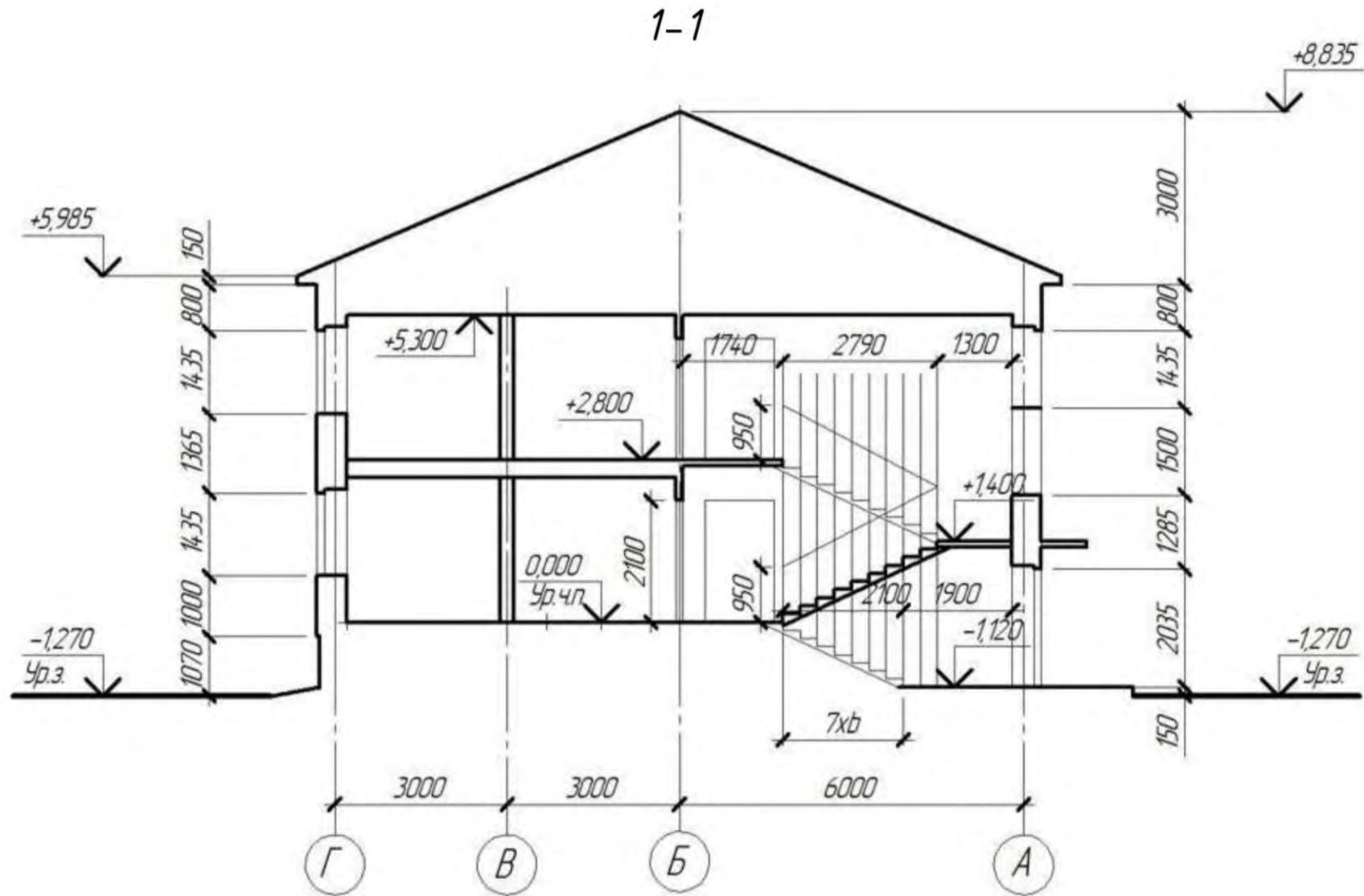


*Ширина марша равна расстоянию от стены до ограждения. Между маршами лестниц должен быть свободный зазор шириной не менее 0,1 м. Перила лестницы можно показать условно, их внешним контуром. Высоту перил принять 900 – 950 мм. Вертикальную плоскость ступени называют подступенком, а горизонтальную плоскость – проступью. Так как проступь последней ступени каждого марша совпадает с уровнем площадки и включается в нее (фризовая ступень), то в плане каждого марша число проступей будет меньше числа ступеней на одну.*

*Количество ступеней в марше зависит от высоты этажа здания.*







## ЧЕРТЕЖ ФАСАДА ЗДАНИЯ

Чертеж *фасада* дает представление о структуре здания, его общей форме, расположении и форме некоторых конструктивных и архитектурных элементов, о горизонтальном и вертикальном членении здания. По фасаду судят об архитектурно-художественной выразительности здания.

Вычерчивание фасада рекомендуется вести в такой последовательности:

1. Провести горизонтальную линию уровня земли.
2. Провести вторую горизонтальную линию, определяющую положение отмостки.
3. Тонкими горизонтальными линиями в проекционной связи с разрезом нанести контуры цоколя, низа и верха оконных и дверных проемов, карнизов, парапетов, конька крыши и других горизонтальных элементов фасада.

4. В проекционной связи с планом провести вертикальные линии координационных осей, углов, уступов стен, пилястр, оконных и дверных проемов и других элементов.

5. Изобразить оконные переплеты, дверные блоки, балконные двери; вычертить ограждения балконов и лоджий, дымовые и вентиляционные трубы, козырьки над входными дверями и другие архитектурные детали фасада, отмостку.

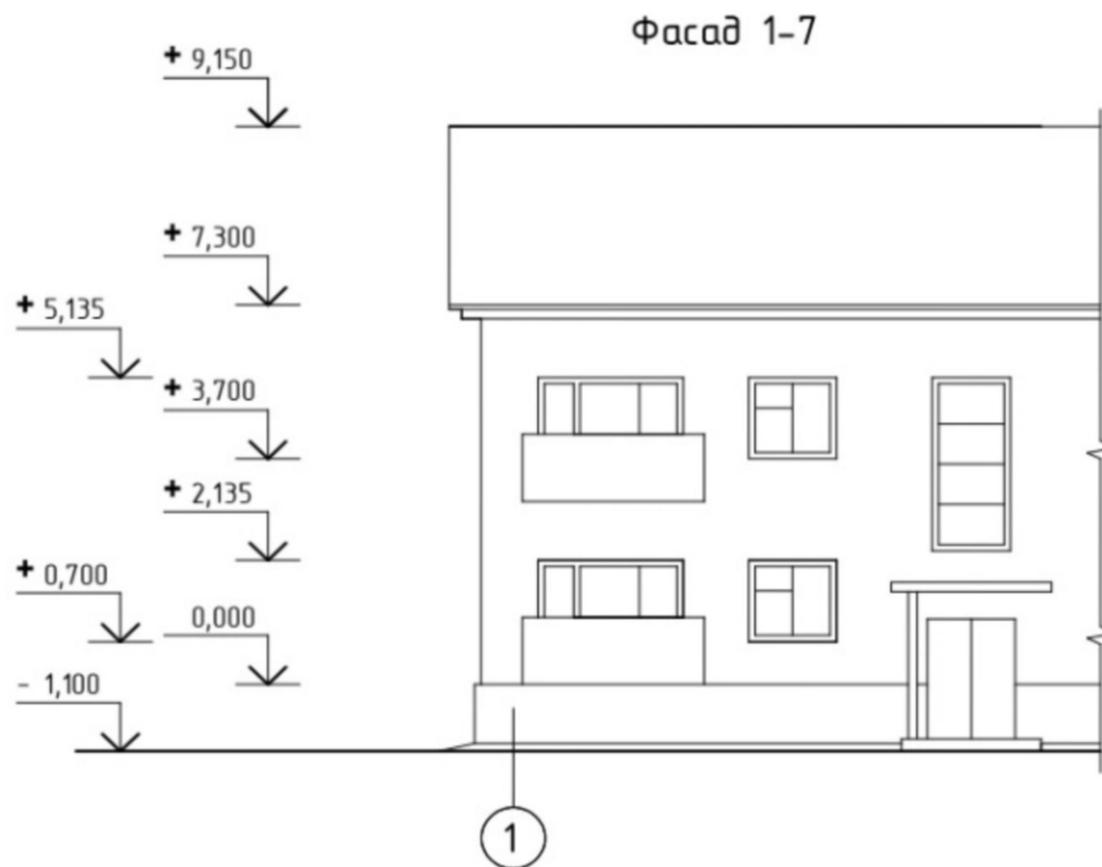
6. Изобразить входные крыльцо и площадку, эвакуационные и пожарные лестницы.

7. В кружках диаметром 6 – 12 мм обозначить координационные оси: крайние, у деформационных швов и в местах перепада высот здания.

8. Нанести высотные отметки уровня земли, цоколя, карниза, парапета, конька крыши, низа и верха проемов. Отметки обозначают условным знаком. При этом стрелку выполняют основными линиями длиной 2 – 4 мм, проведенными под углом 45° к выносной линии.

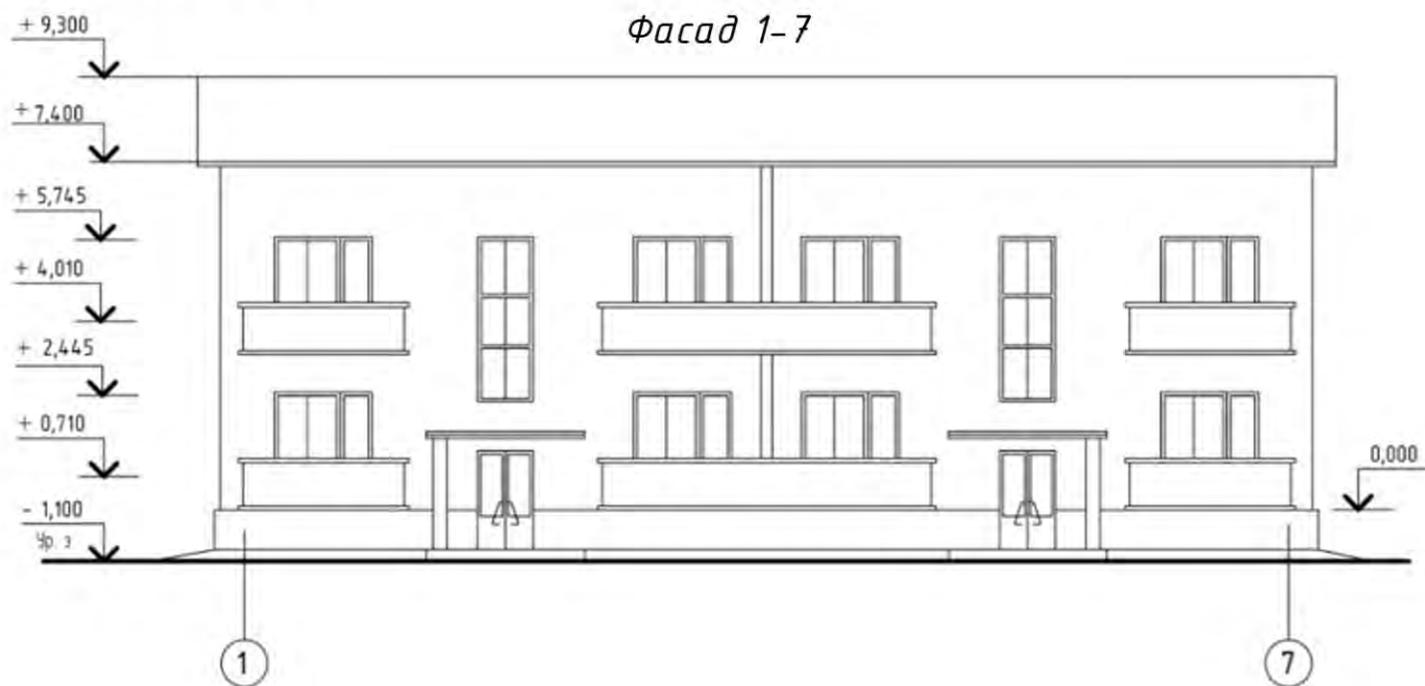


*Отметки располагают слева от фасада по одной вертикали.  
Полка, над которой ставится численное значение отметки,  
должна быть повернута от изображения.*



9. Фасад обвести сплошными *тонкими* линиями; линию уровня земли провести линией толщиной 2S и вывести её за контуры фасада на 25 – 30 мм.

10. Над выполненным фасадом написать название изображения, в котором указать крайние оси, например: Фасад 1-7; Фасад А-Г.



## 2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

[#СтруктураЭУМК](#)

<b>2.1. Примерный перечень тем лабораторных занятий</b> .....	295
<b>2.2. Примерный перечень индивидуальных графических работ</b> .....	296
2.2.1. <i>Графическая работа № 1 «Пересечение поверхности плоскостью. Развертка»</i> .....	296
2.2.2. <i>Графическая работа № 2 «Геометрические построения в AutoCAD»</i>	301
2.2.3. <i>Графическая работа № 3 «Моделирование задачи на пересечение поверхностей»</i> .....	303
2.2.4. <i>Графическая работа № 4 «Виды. Простые разрезы. Аксонометрия»</i>	306
2.2.5. <i>Графическая работа № 5 «Виды, разрезы, аксонометрия в AutoCAD»</i> .....	342
2.2.6. <i>Графическая работа № 6 «Проекции с числовыми отметками»</i> .....	344
2.2.7. <i>Графическая работа № 7 «Моделирование задачи в проекциях с числовыми отметками в AutoCAD»</i> .....	405
2.2.8. <i>Графическая работа № 8 «Оцифровка топографической основы в САПР AutoCAD»</i> .....	407
2.2.9. <i>Графическая работа № 9 «Сборочный чертеж трубного соединения»</i>	409
2.2.10. <i>Графическая работа № 10 «План здания в САПР AutoCAD»</i> .....	411
<b>2.3. Подготовка альбома индивидуальных графических работ</b> .....	413

## 2.1. Примерный перечень тем лабораторных занятий

### [#ПрактическийРаздел](#)

На лабораторных занятиях рассматриваются алгоритмы решения задач, в том числе с применением современного программного обеспечения.

Примерный перечень тем лабораторных занятий:

- 1) Пересечение гранной поверхности плоскостью частного положения (ГР № 1) – 2 часа;
- 2) Развертывание гранных поверхностей (ГР № 1) – 2 часа.
- 3) Единая система конструкторской документации. Основы оформления чертежей (ГР № 2) – 2 часа;
- 4) Основы оформления чертежей в AutoCAD (ГР № 2) – 2 часа.
- 5) Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD (ГР № 3 (задание 1)) – 2 часа.
- 6) Редактирование тел и поверхностей; автоматическое построение плоских снимков ортогональных и аксонометрических проекций трехмерной модели в САПР AutoCAD (ГР № 3 (задание 1)) – 2 часа.
- 7) Визуализация трехмерной модели в САПР AutoCAD (ГР № 3 (задание 2)) – 2 часа.
- 8) Виды, разрезы, сечения (ГР № 4) – 2 часа.
- 9) Аксонометрические проекции (ГР № 4) – 2 часа.
- 10) Создание чертежей видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций из 3D-модели в AutoCAD (ГР № 5) – 4 часа.
- 11) Проектирование земляных сооружений на топографической поверхности в проекциях с числовыми отметками (ГР № 6) – 4 часа.
- 12) Основы моделирования инженерных задач на топографической поверхности в САПР AutoCAD (ГР № 7) – 2 часа.
- 13) Оцифровка топографической основы в САПР AutoCAD (ГР № 8) – 4 часа.
- 14) Сборочный чертеж трубного соединения (ГР № 9) – 6 часов.
- 15) Архитектурно-строительный чертеж здания (ГР № 9) – 10 часов.

## 2.2. Примерный перечень индивидуальных графических работ

В процессе изучения дисциплины студент должен выполнить ряд индивидуальных графических работ. Ниже приведены содержание каждой работы, учебно-методические материалы к ее выполнению, а также образцы оформления.

### 2.2.1. Графическая работа № 1 «Пересечение поверхности плоскостью. Развертка»

[#ПрактическийРаздел](#)

Задача 1. Построить проекции линии пересечения поверхности плоскостью. Решить видимость заданных геометрических образов относительно плоскостей проекций.

Задача 2. Определить натуральную величину сечения поверхности плоскостью.

Задача 3. Построить полную развертку заданной поверхности и нанести на нее линию пересечения поверхности плоскостью.

Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Видеоуроки к выполнению графической работы № 1:

– Акулова, О. А. Линия сечения гранной поверхности фронтально-проецирующей плоскостью [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/hrqqUgLMtZc>;

– Акулова, О. А. Натуральная величина сечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (<https://youtu.be/j4IGWEsNyak>);

– Акулова, О. А. Развертка пирамиды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/uG12KfZBzJ4>;

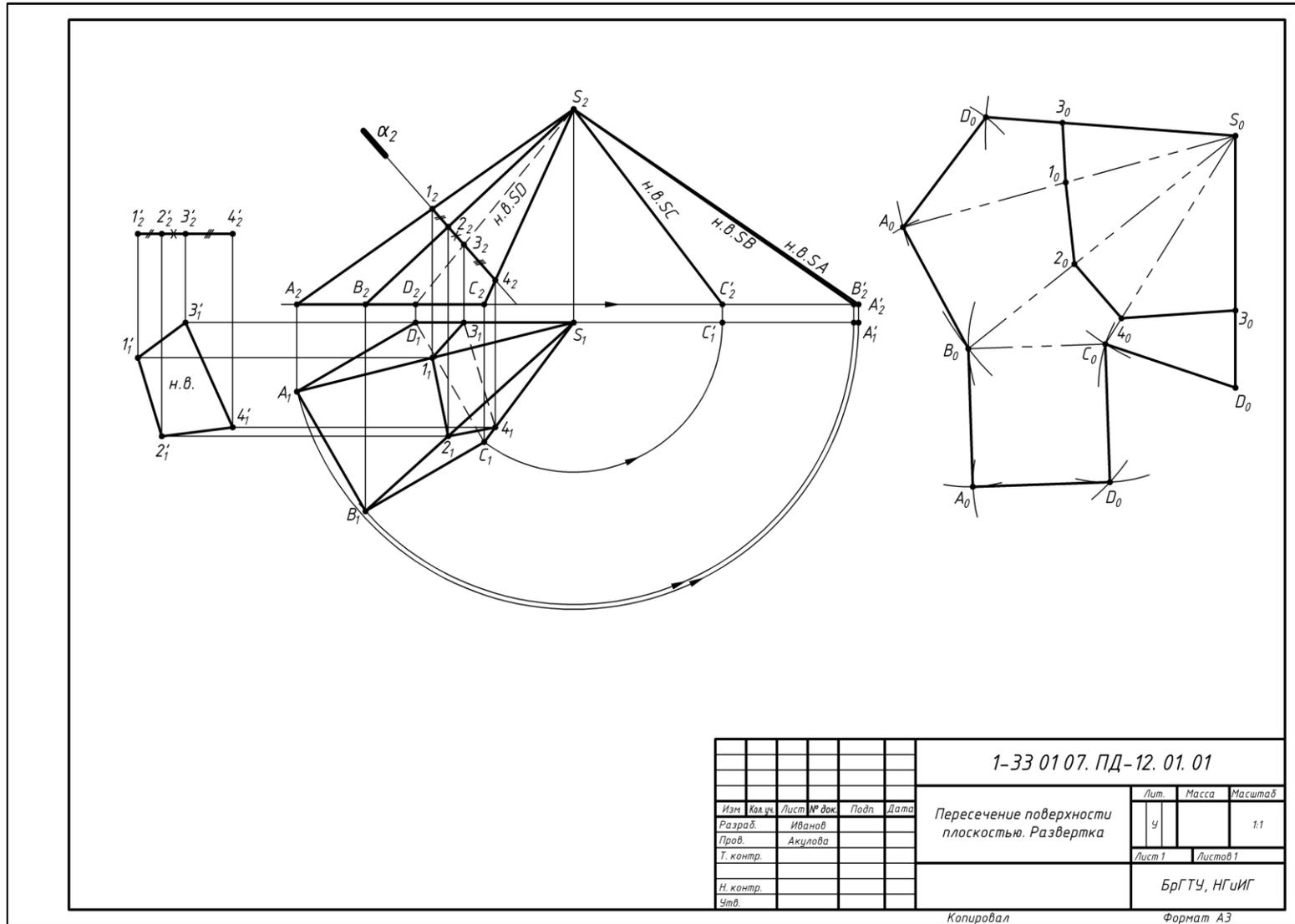
– Акулова, О. А. Линия сечения на развертке пирамиды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/TugnpQTcpMg>;

– Акулова, О. А. Развертка призмы (раскатка) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/pXfx3zD7DIM>;

– Акулова, О. А. Развертка призмы (нормальное сечение) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/GhccA3fLyE8>;

– Акулова, О. А. Линия сечения на развертке призмы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (<https://youtu.be/y8WieBBllN8>).

Образцы оформления графической работы № 1 представлены на рисунках 2.1–2.4.



						1-33 01 07. ПД-12. 01. 01		
Изм	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Пересечение поверхности плоскостью. Развертка		
Разраб.			Иванов					
Проб.			Акулова			Лит.	Масса	Масштаб
Т. контр.						У		1:1
И. контр.						Лист 1    Листов 1		
Этв.						БрГТУ, НГИИГ		

Копировал

Формат А3

Рисунок 2.1. Образец 1 оформления графической работы № 1

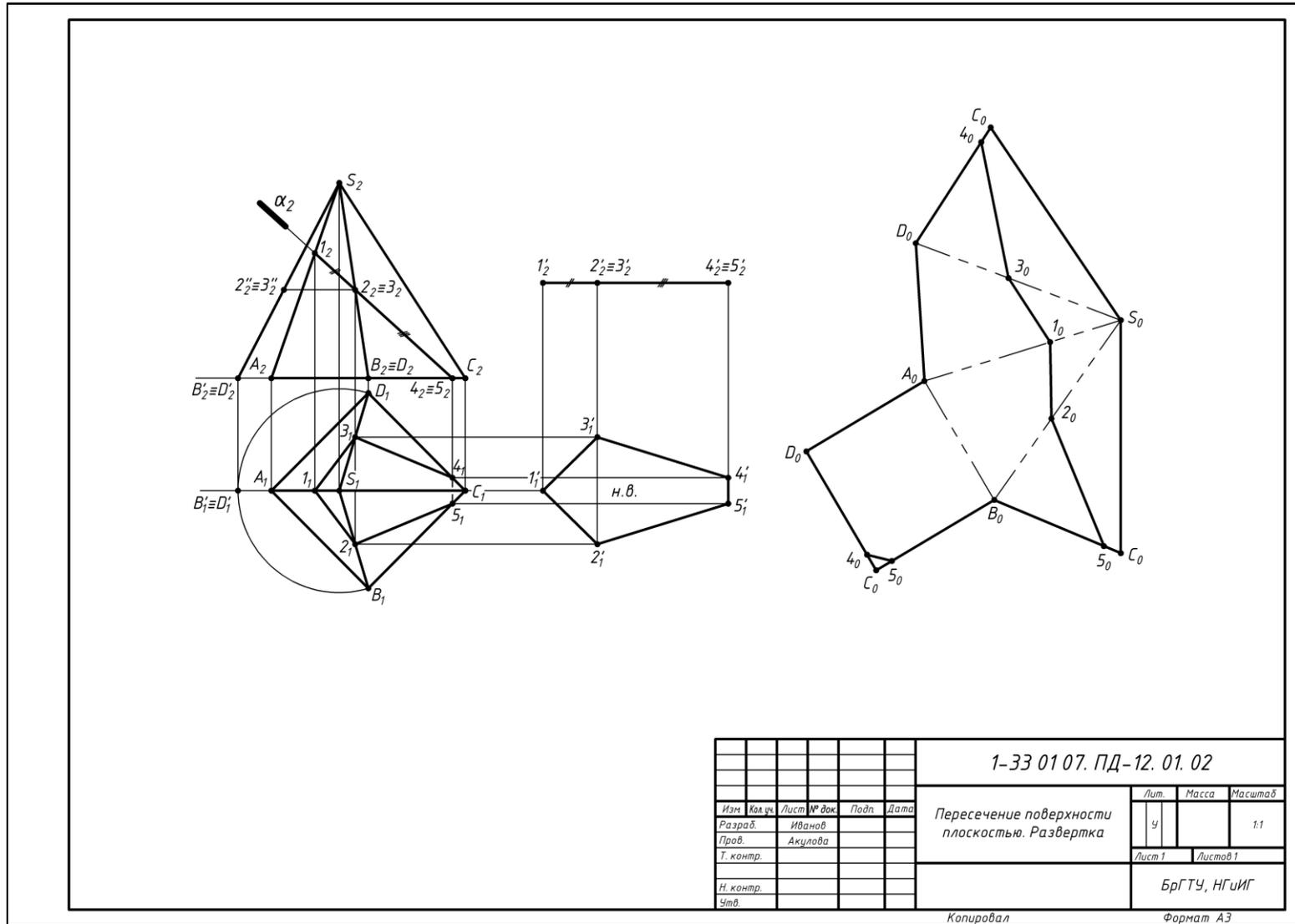


Рисунок 2.2. Образец 2 оформления графической работы № 1

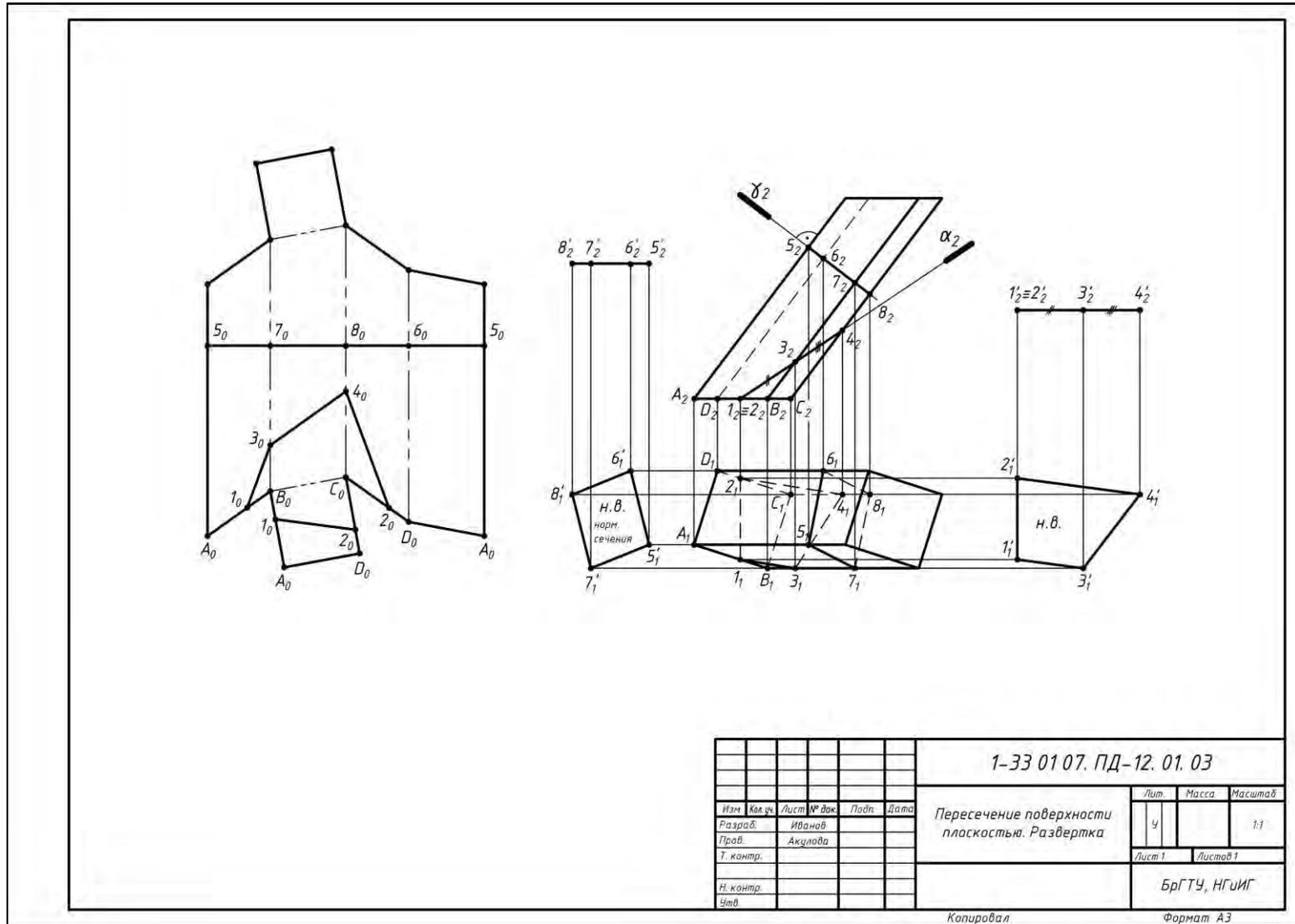


Рисунок 2.3. Образец 3 оформления графической работы № 1

						1-33 01 07. ПД-12. 01. 03			
Изм	Кол. экз.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Пересечение поверхности плоскостью. Развертка	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.			Иванов				У		1:1
Пров.			Акулова						
Т. контр.							Лист 1	Листов 1	
Н. контр.							БрГУЧ, НГИИГ		
Чтв.							Формат А3		

Копировал

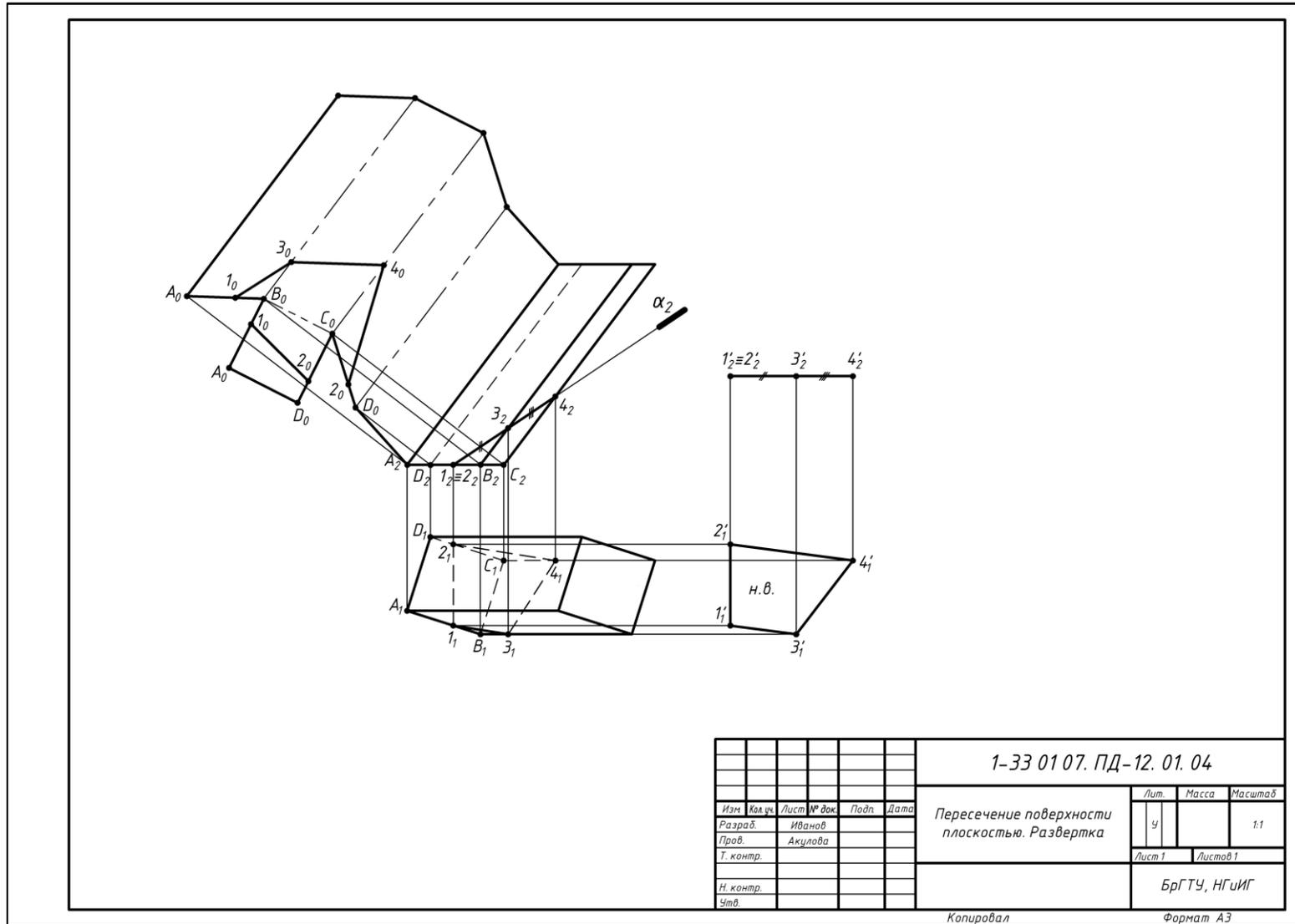


Рисунок 2.4. Образец 4 оформления графической работы № 1

2.2.2. *Графическая работа № 2 «Геометрические построения в AutoCAD»*  
#ПрактическийРаздел

В соответствии с заданным вариантом:

1. Выполнить чертежи деталей, контур которых включает различные виды сопряжений, в САПР AutoCAD.

2. Проставить необходимые размеры.

Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Методические указания к выполнению графической работы № 2:

Матюх, С. А. Методические указания по инженерной графике к выполнению заданий по темам: геометрические построения, виды, разрезы, сечения, аксонометрия / С. А. Матюх, В. А. Морозова. – Брест, из-во БрГТУ, 2019. – 65 с.

Видеоуроки к выполнению графической работы № 2:

Акулова, О. А. Геометрические построения в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtube.com/playlist?list=PLxYMiwfKnKJaYvM8UWESD1-62bNuiQeX9>.

Образец оформления графической работы № 2 представлен на рисунке 2.5.

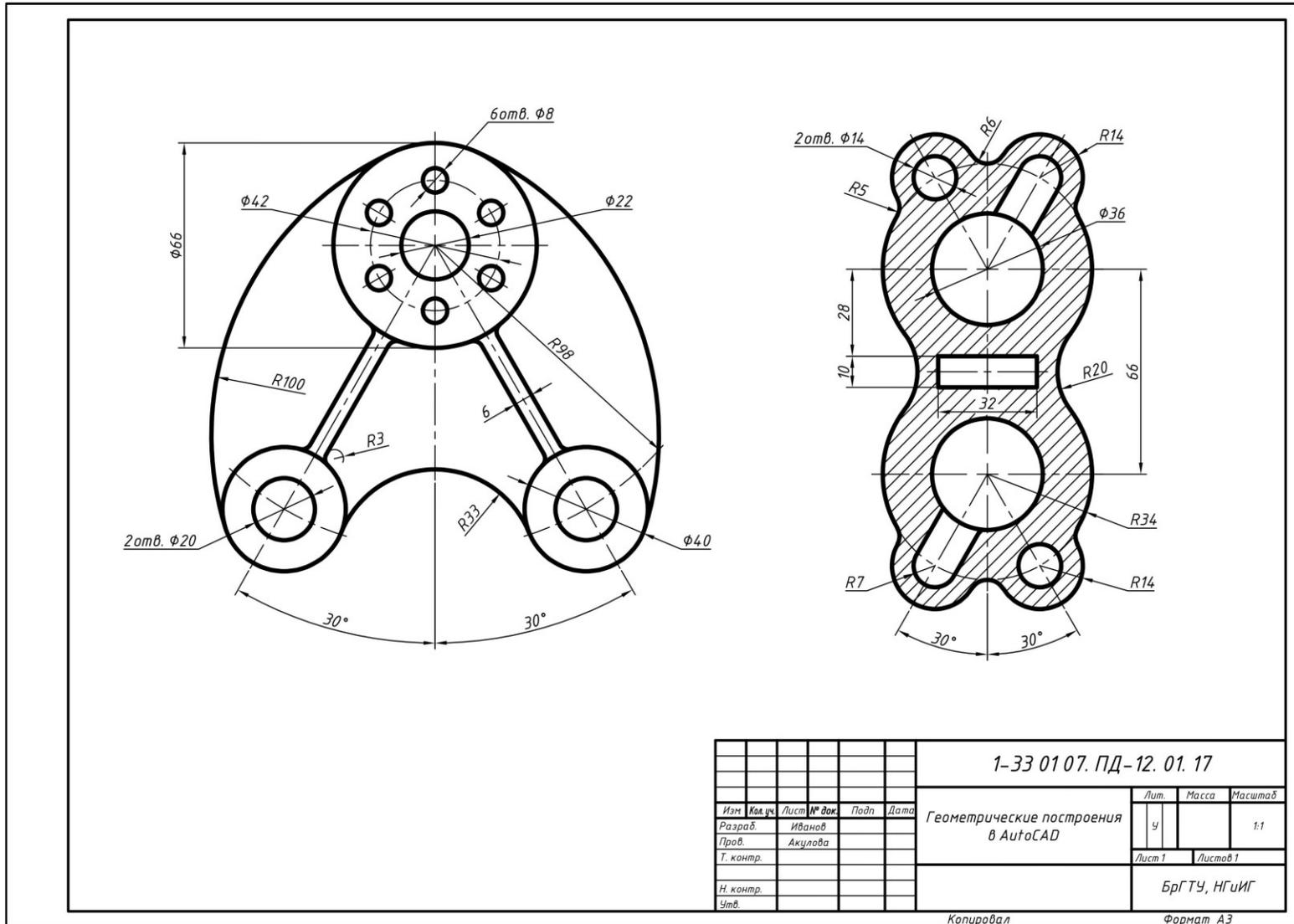


Рисунок 2.5. Образец оформления графической работы № 2

2.2.3. Графическая работа № 3 «Моделирование задачи на пересечение поверхностей»

[#ПрактическийРаздел](#)

Задание 1. В соответствии с заданным вариантом:

1. В САПР AutoCAD создать трехмерную модель двух пересекающихся поверхностей.

2. Из трехмерной модели автоматически получить ортогональные проекции и стандартную аксонометрическую проекцию.

Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД

Задание 2. Выполнить в САПР AutoCAD визуализацию трехмерной модели двух пересекающихся поверхностей с наложением материалов, текстур, построением теней.

Оформить задачу на формате А4.

Методические указания к выполнению графической работы № 3:

Якубовская, О.А. Методические указания к выполнению лабораторной работы по начертательной геометрии на тему «Моделирование задачи на пересечение поверхностей» для студентов технических специальностей / О.А. Якубовская, З.Н. Уласевич, В.П. Уласевич, Н.Н. Шалобыта. – Брест, из-во БрГТУ, 2013. – 22 с.

Видеоуроки к выполнению графической работы № 3:

Акулова, О. А. Пересечение поверхностей в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://youtube.com/playlist?list=PLxYMiwfKnKJb5PbYRvKknugcdyHJrOZsC>.

Образцы оформления графической работы № 3 представлены на рисунках 2.6 (задание 1) и 2.7 (задание 2).

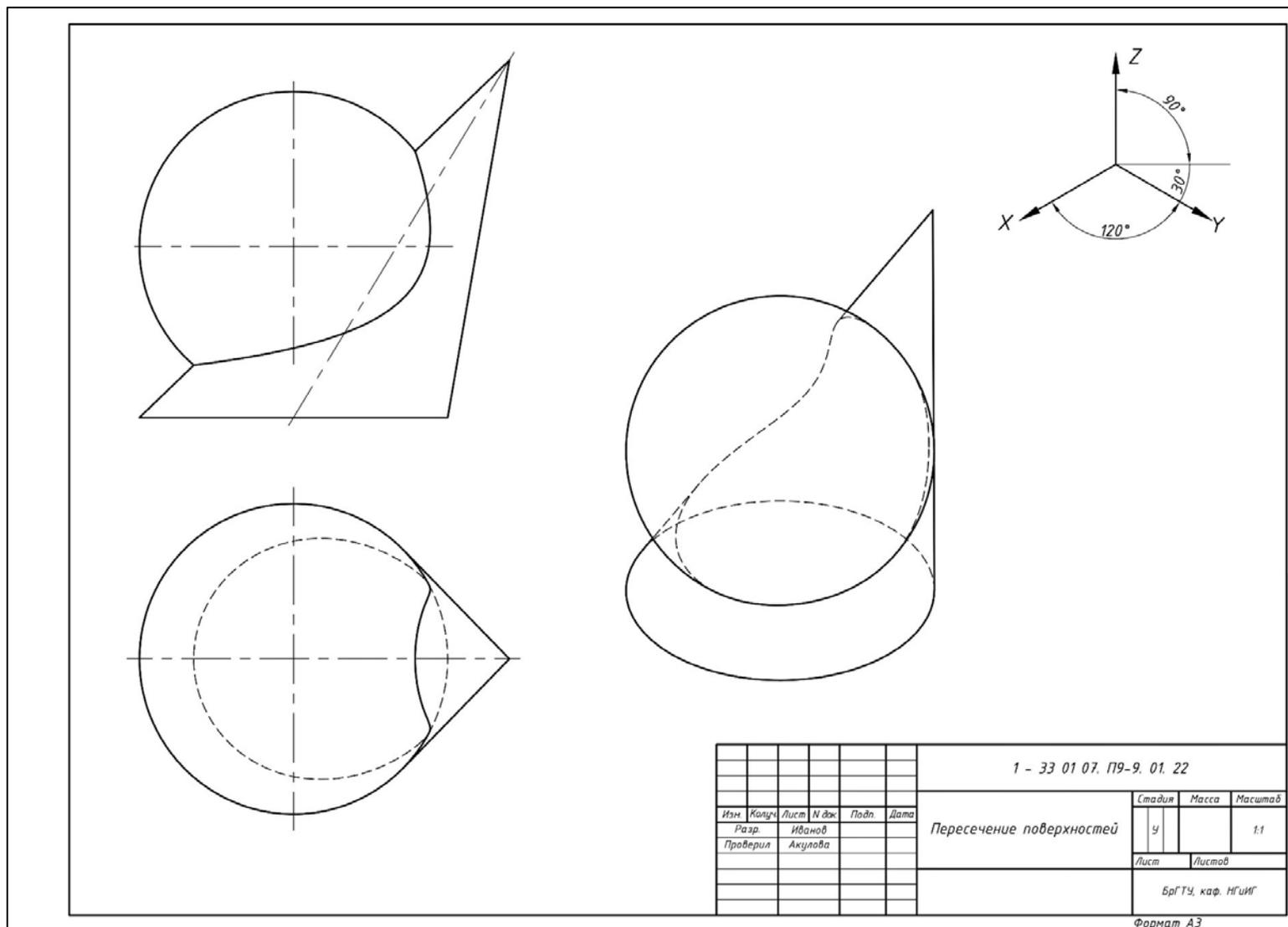
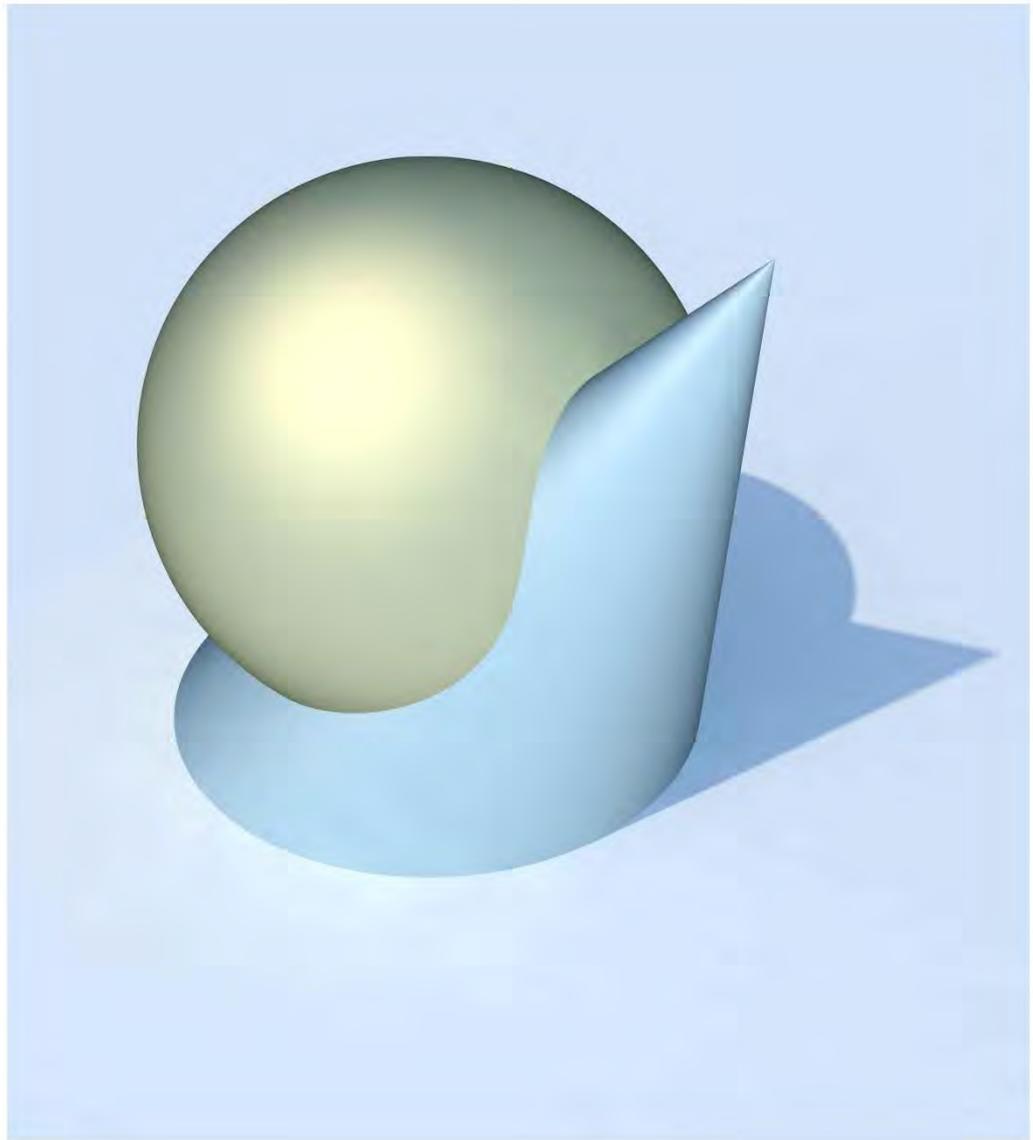


Рисунок 2.6. Образец оформления графической работы № 3 (Задание 1)



						<i>1 - 36 04 02. ПЭ-19</i>			
						<i>Визуализация 3D-модели</i>	<i>Стадия</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Колуч.</i>	<i>Лист</i>	<i>Идок.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		4		1:1
							<i>Лист</i>		<i>Листов</i>
						<i>БрГТУ, кафедра НГ и ИГ</i>			

*Формат А4*

Рисунок 2.7. Образец оформления графической работы № 3 (Задание 2)

2.2.4. *Графическая работа № 4 «Виды. Простые разрезы. Аксонометрия»*  
[#ПрактическийРаздел](#)

В соответствии с заданным вариантом:

1. Построить третий вид детали по двум заданным. Выполнить необходимые разрезы. Проставить размеры.

2. Выполнить стандартное аксонометрическое изображение детали.

Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Методические указания к выполнению графической работы № 4:

Матюх, С. А. Методические указания по инженерной графике к выполнению заданий по темам: геометрические построения, виды, разрезы, сечения, аксонометрия / С. А. Матюх, В. А. Морозова. – Брест, из-во БрГТУ, 2019. – 65 с.

Видеоурок к выполнению графической работы № 4:

Акулова, О. А. Соединение вида и простого разреза на чертеже [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://youtu.be/0NU\\_q9vMOYc](https://youtu.be/0NU_q9vMOYc).

Образец оформления графической работы № 4 представлен на рисунке 2.8.

Поэтапное решение задачи, представленной на рисунке 2.8, приведено ниже.

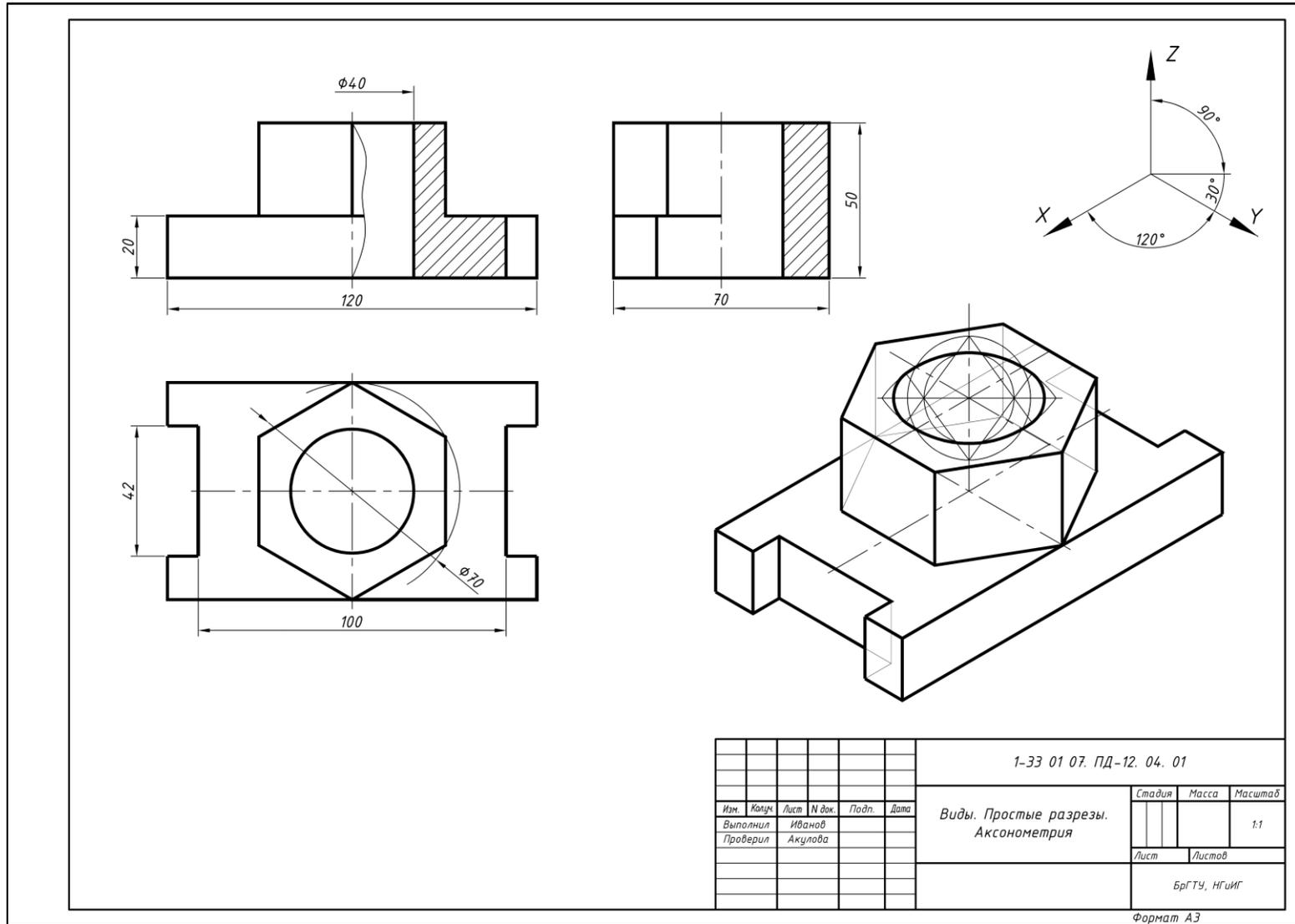


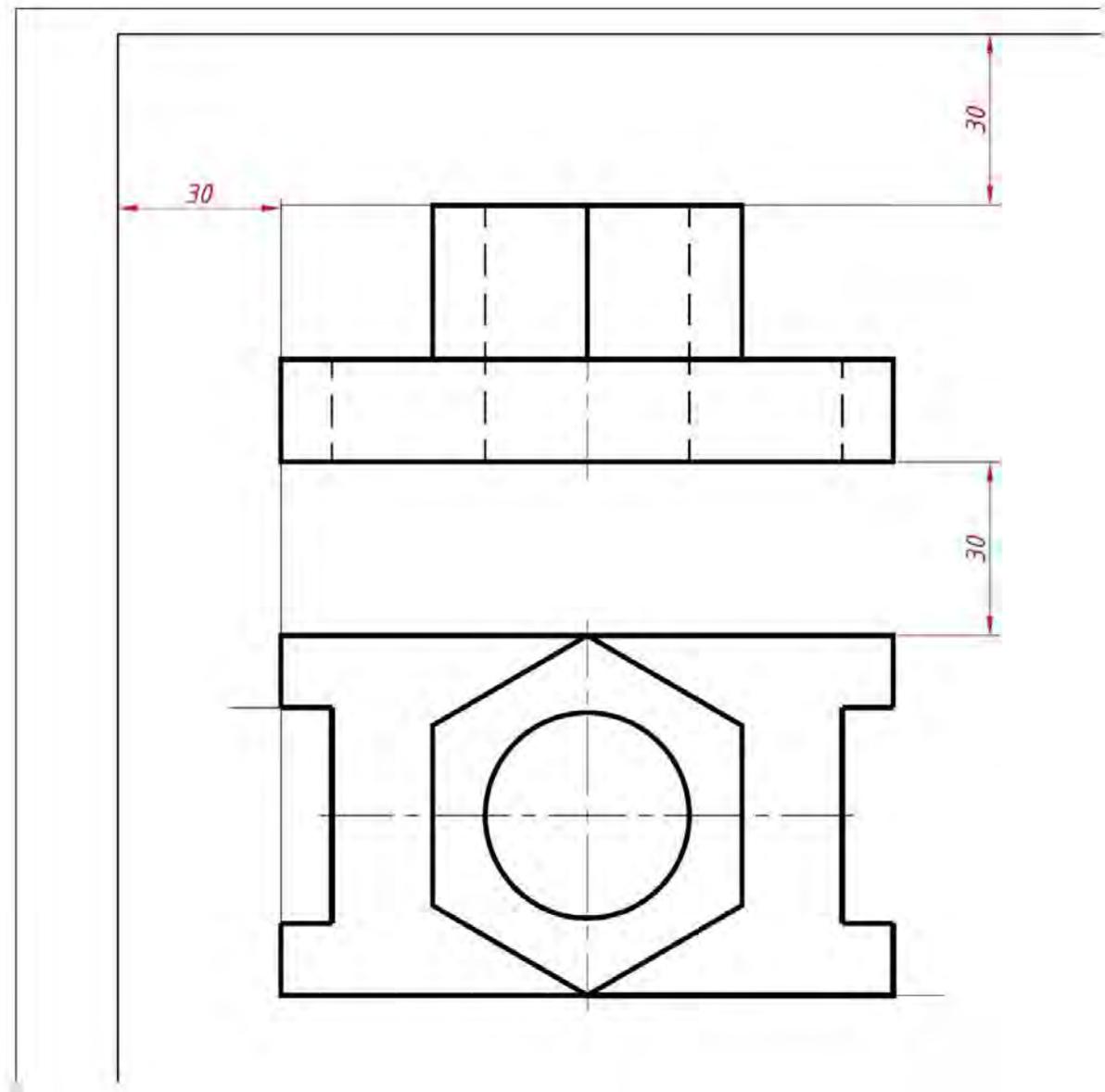
Рисунок 2.8. Образец оформления графической работы № 4

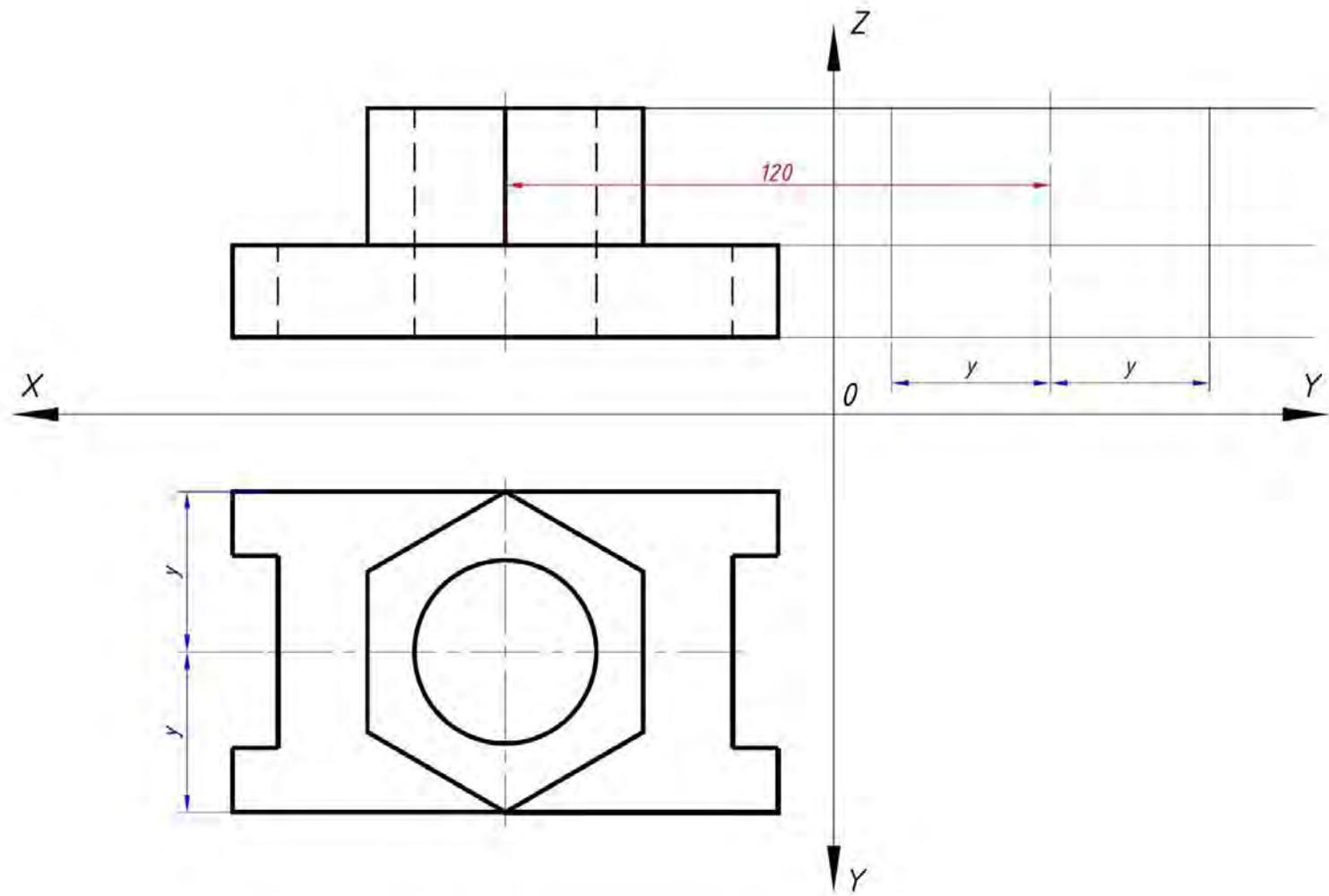
## Поэтапное решение задачи, представленной на рисунке 2.8

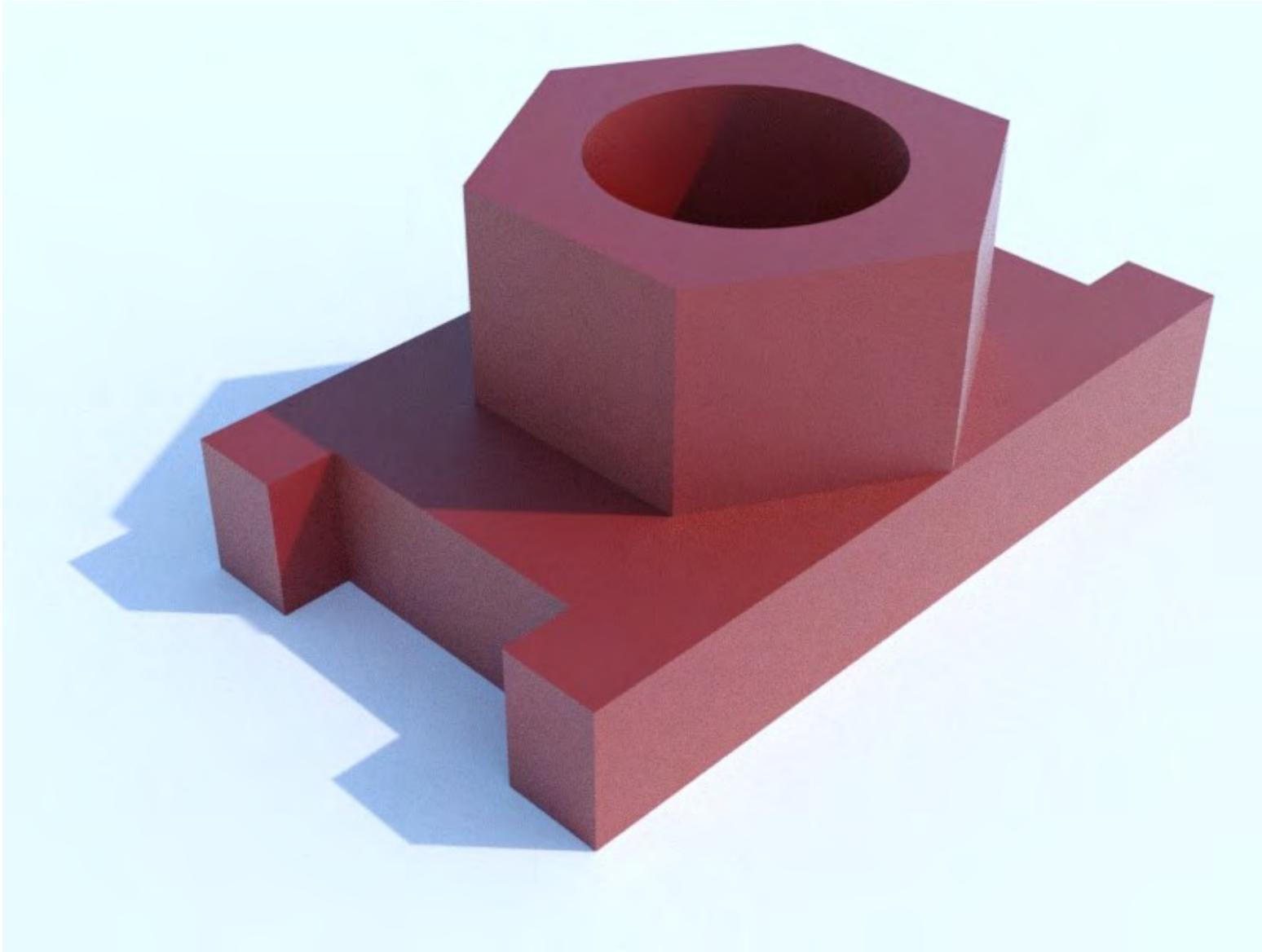
The drawing consists of two views of a mechanical part:

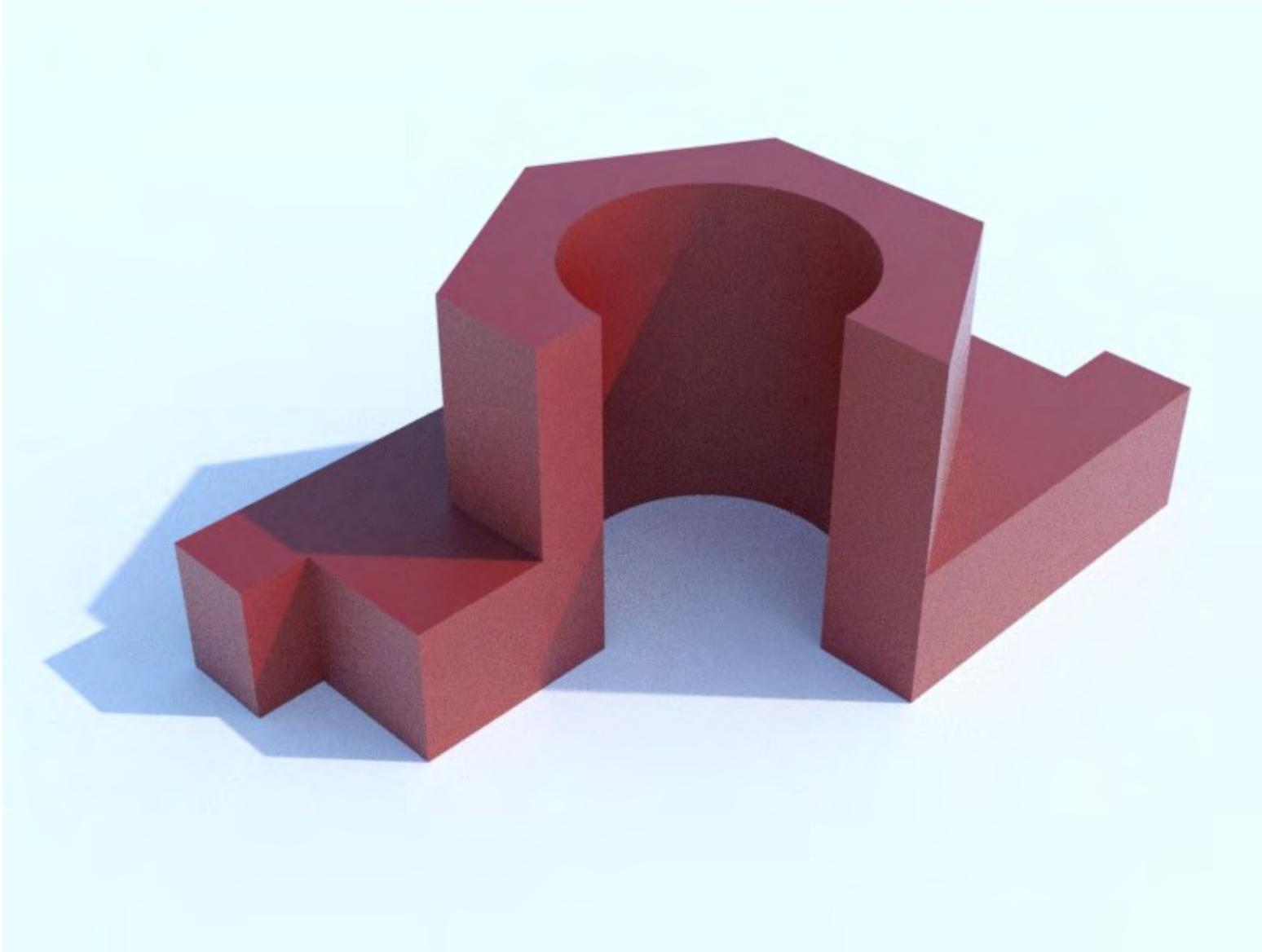
- Front View (top):** Shows a cylindrical part with a diameter of  $\phi 40$  and a height of 50. It is mounted on a base with a diameter of 120 and a height of 20. Dashed lines indicate hidden features.
- Top View (bottom):** Shows a rectangular base with a width of 100 and a height of 70. The base has a central hexagonal hole with a diameter of  $\phi 70$ . The base has a thickness of 42. A circular feature is also visible within the hexagonal hole.

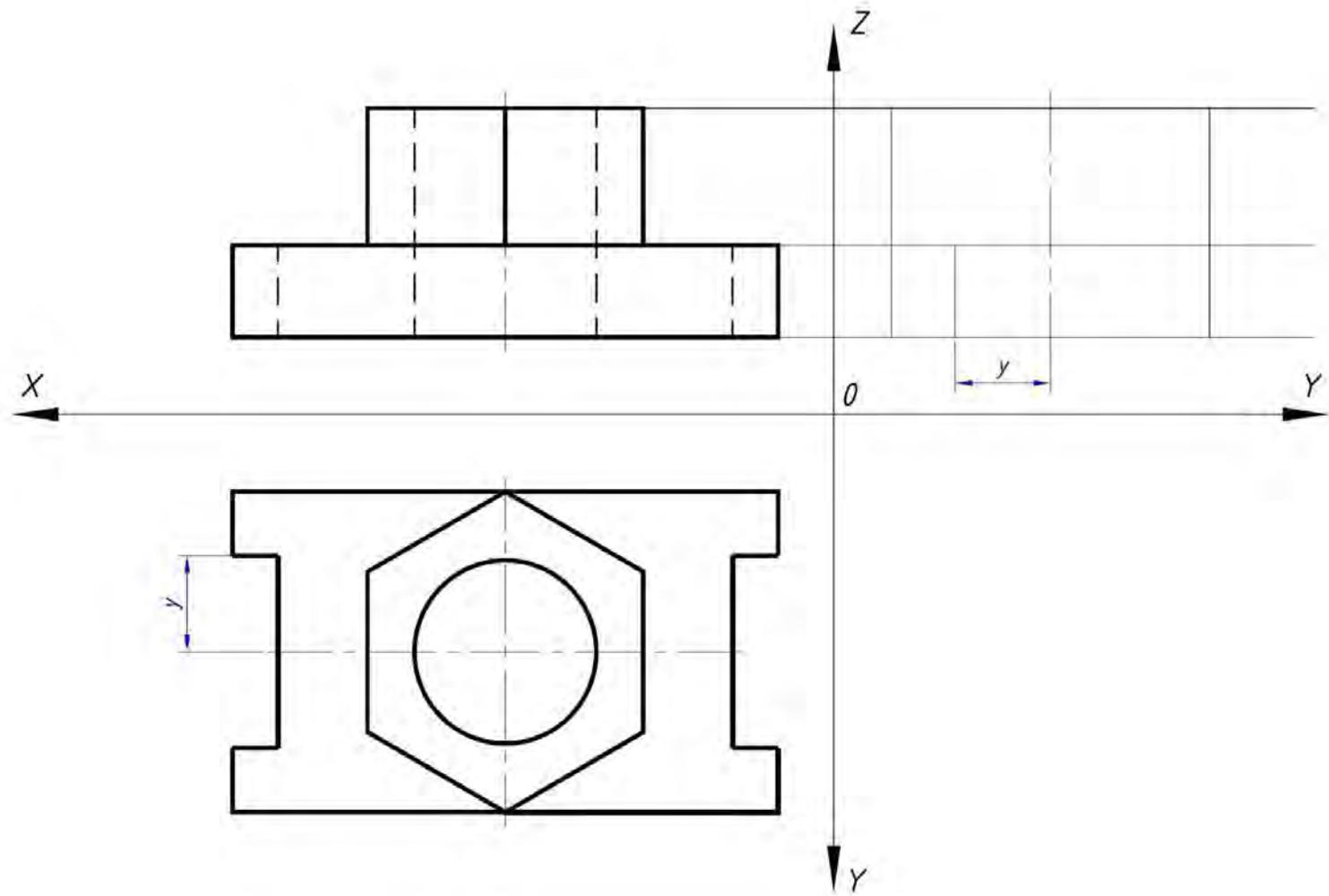
						1 - 70 04 02. ТГВ-356. 01. 05			
Изм.	Кому	Дет.	И. зак.	Подп.	Дата	Виды, разрезы, аксонометрия	Станд.	Масса	Масштаб
Выполнил	Иванов						Лист	Листов	1:1
Проверил	Акулова						Бюджетная организация		
						Формат А3			

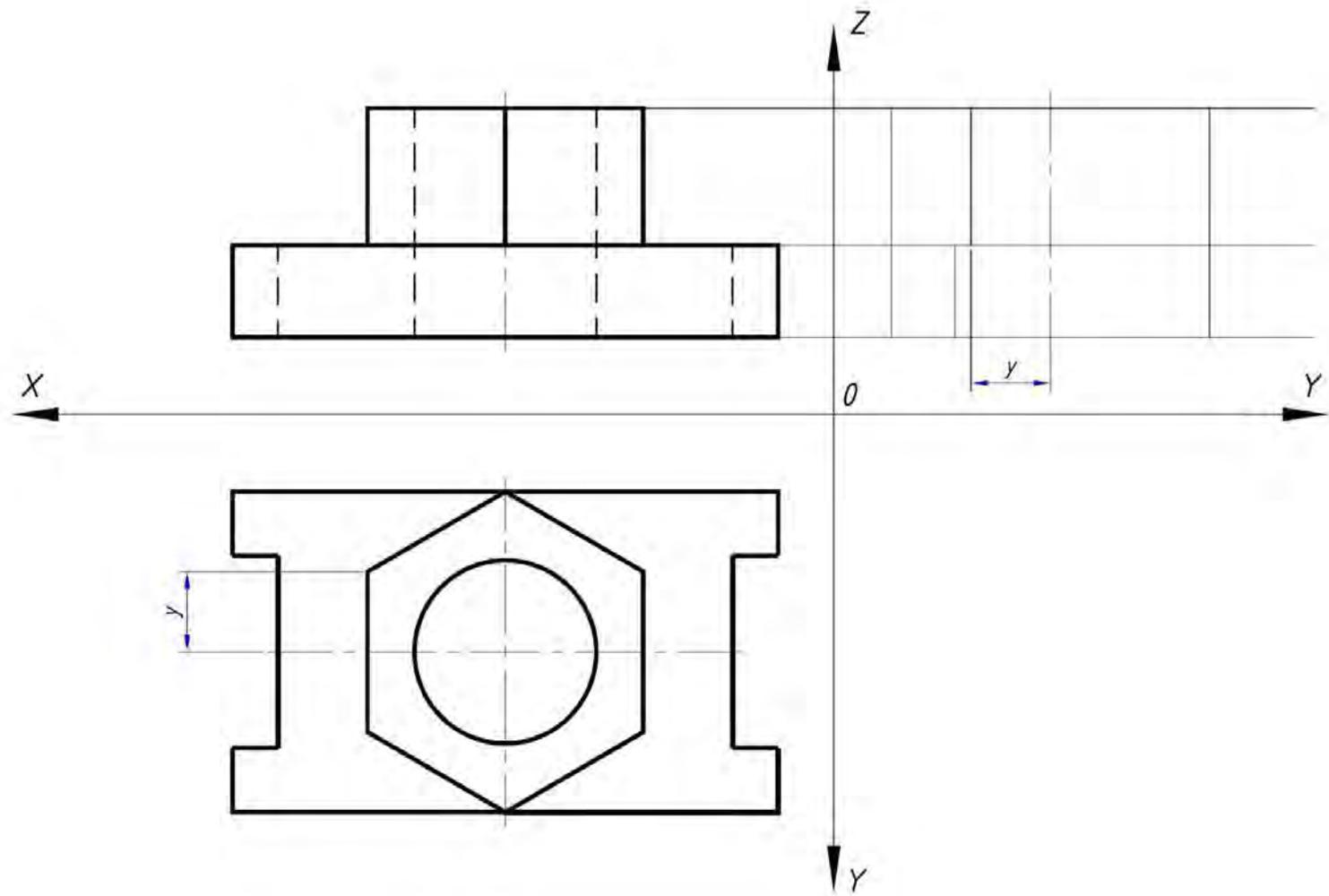


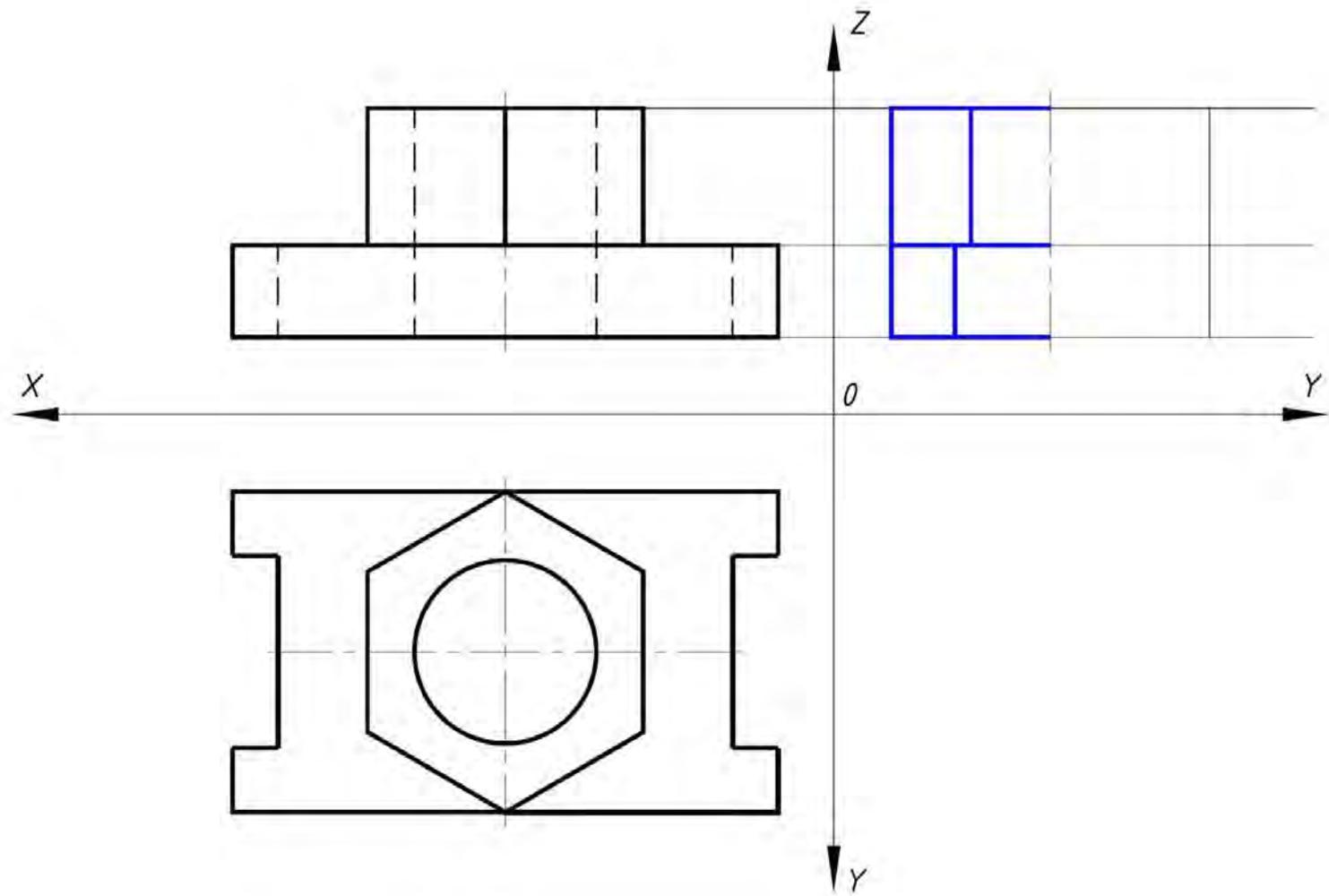


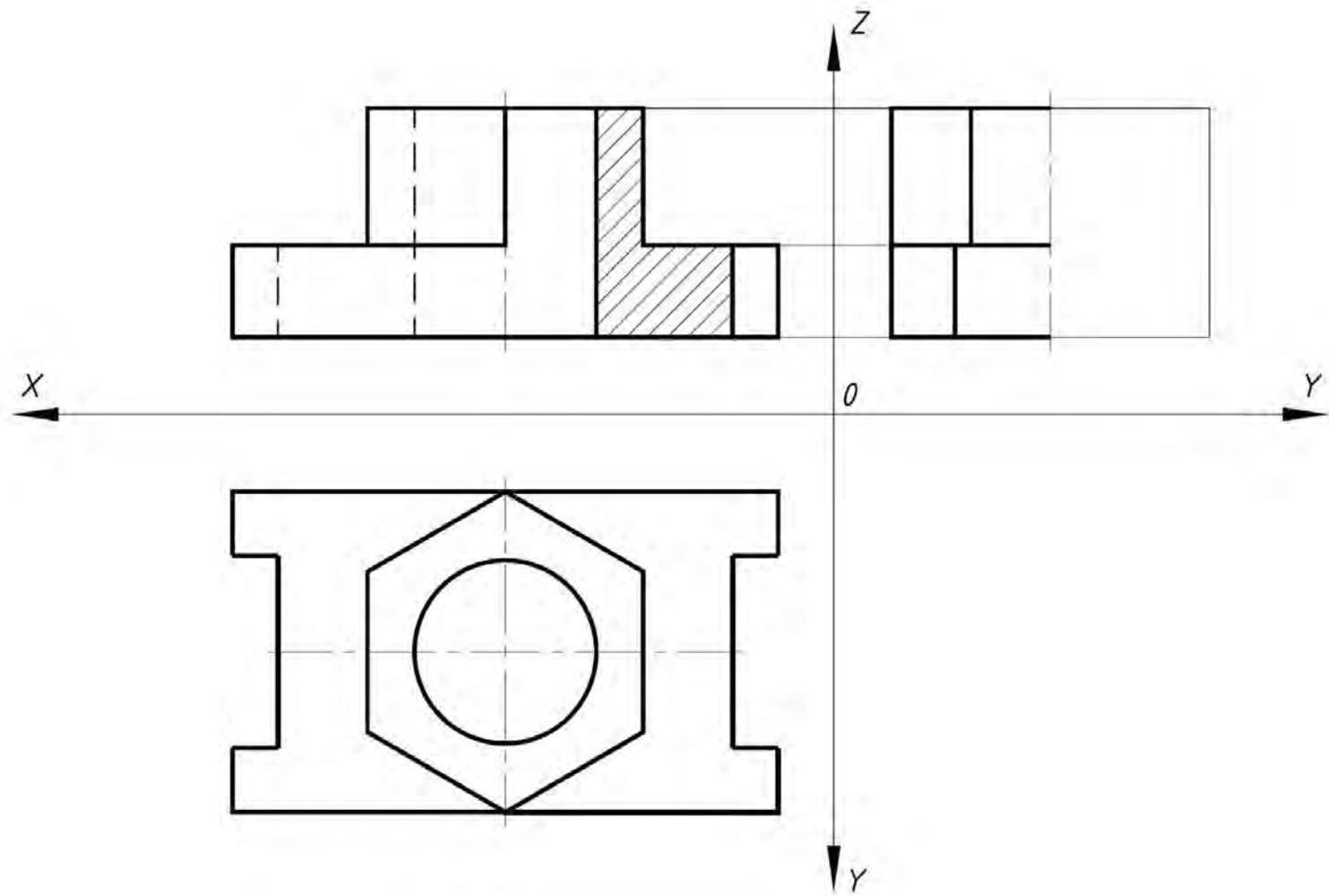


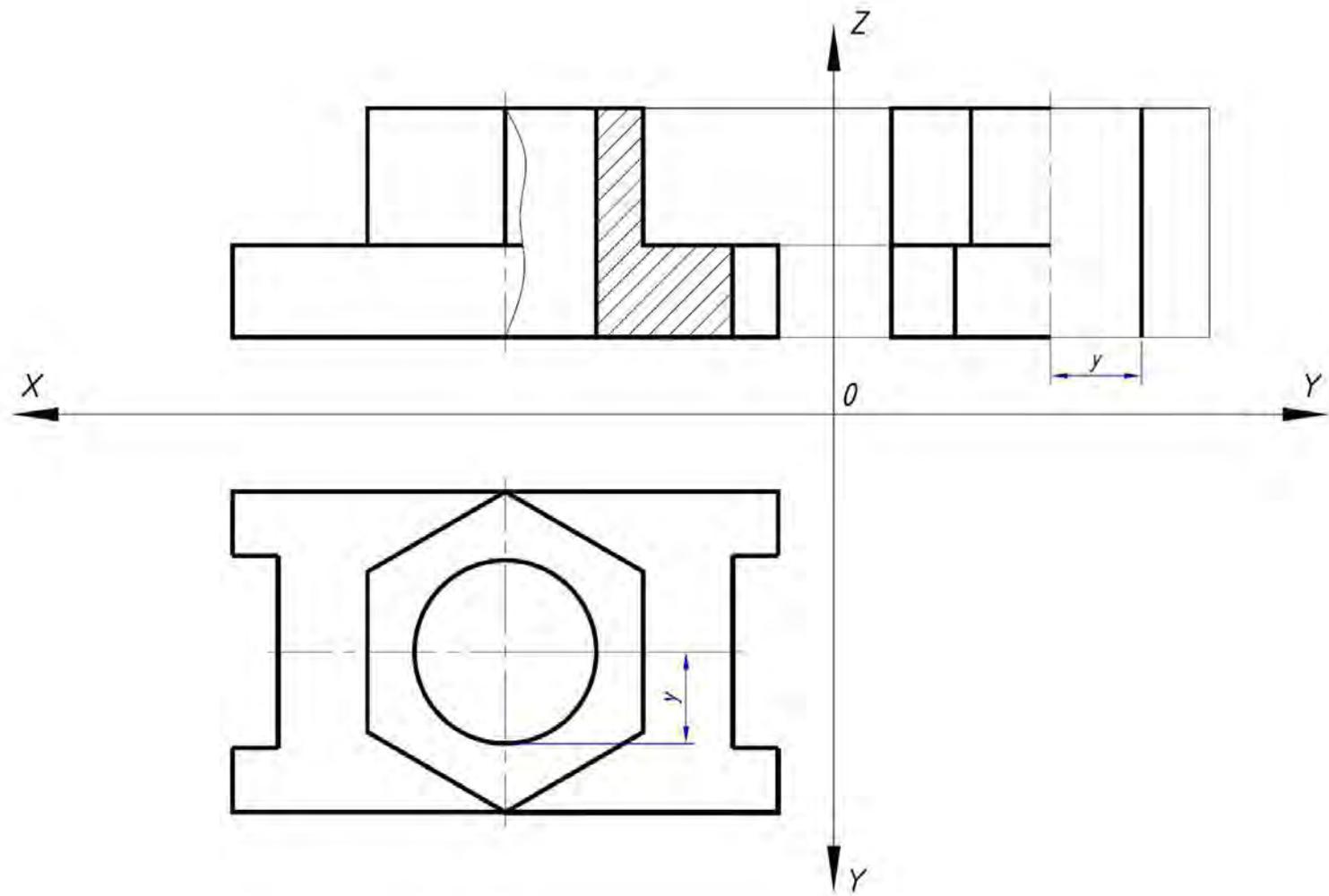


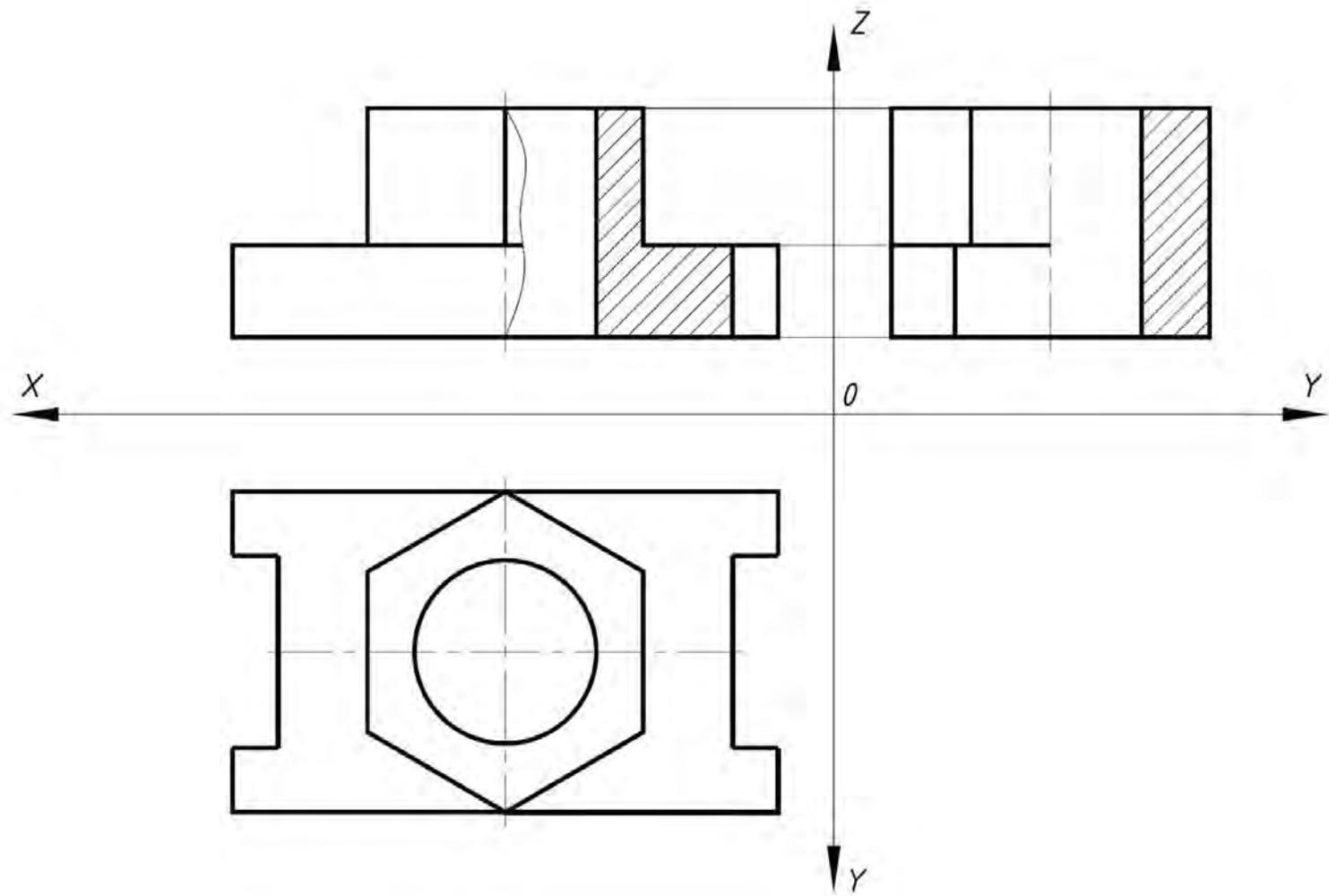


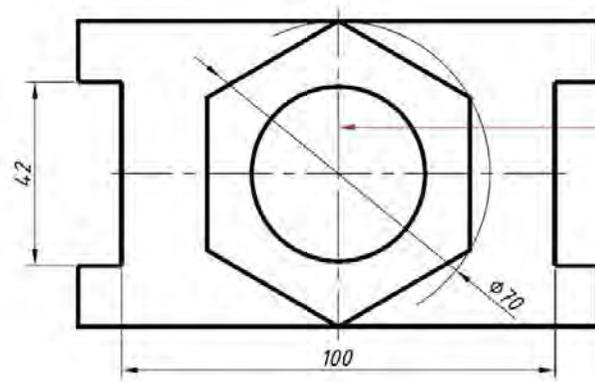
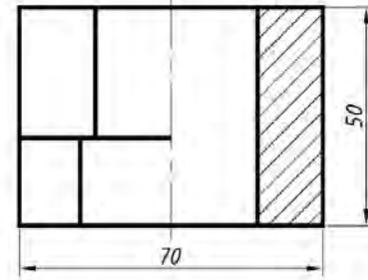
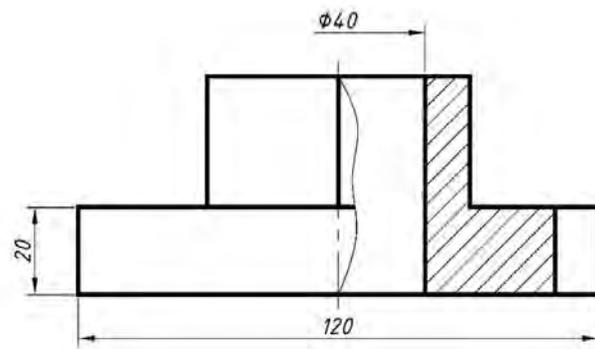




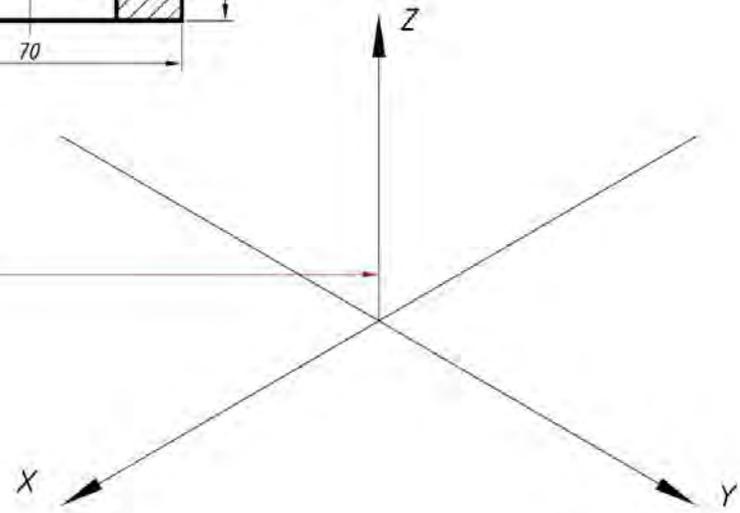


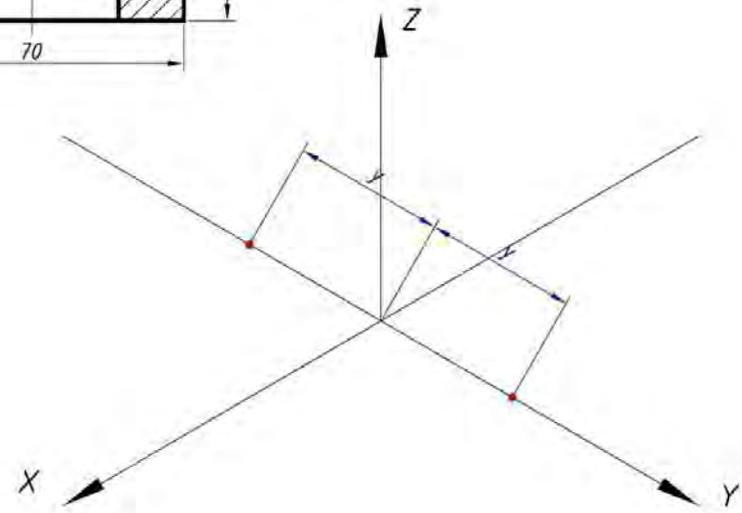
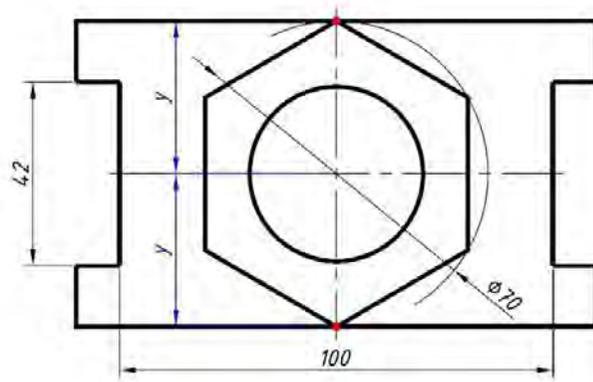
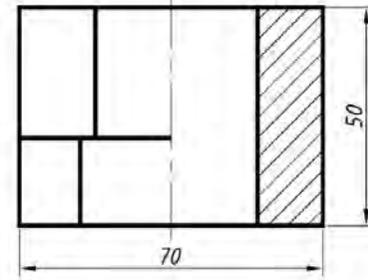
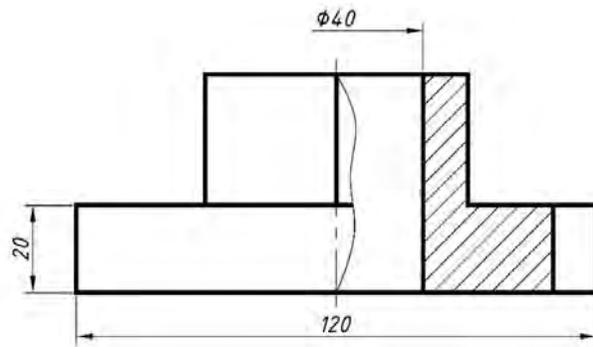


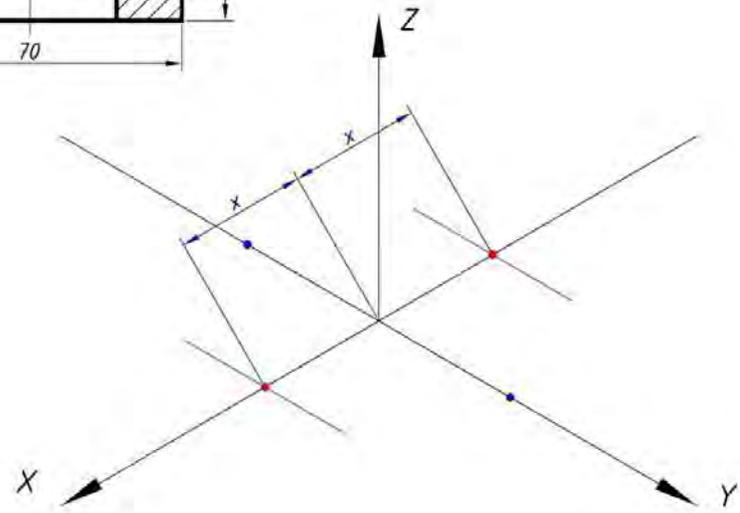
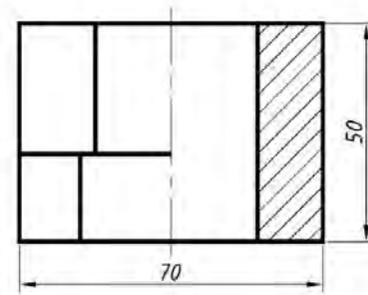
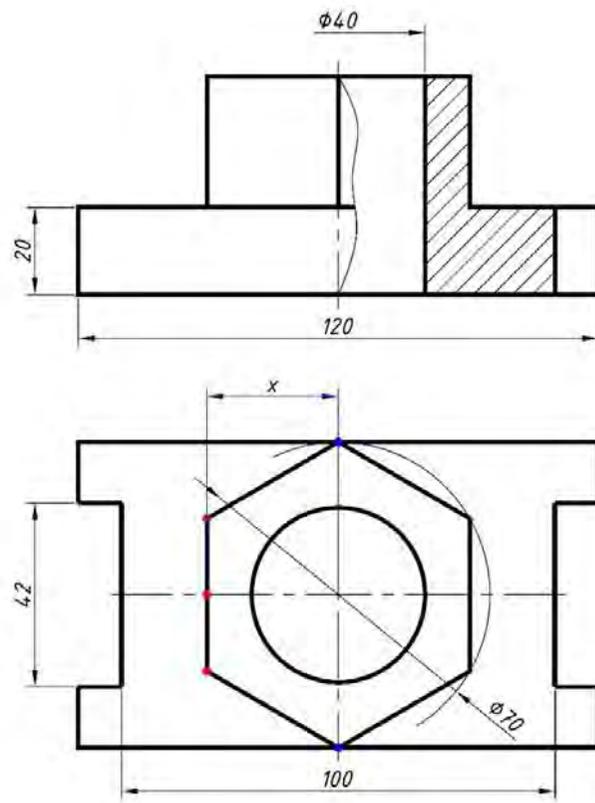


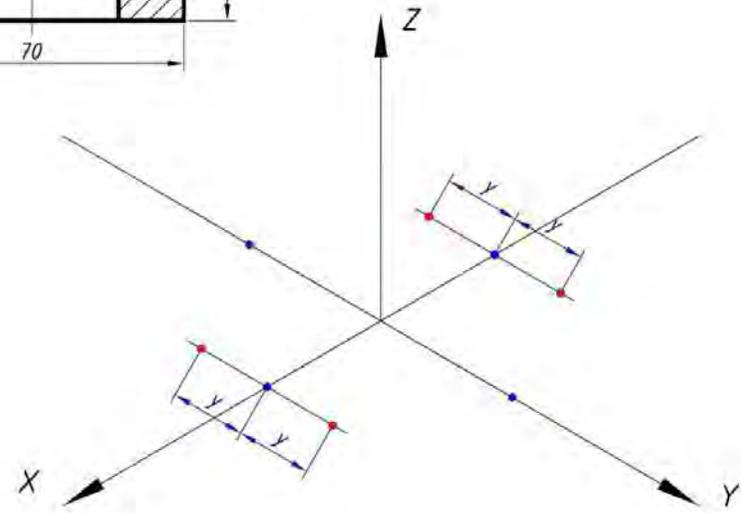
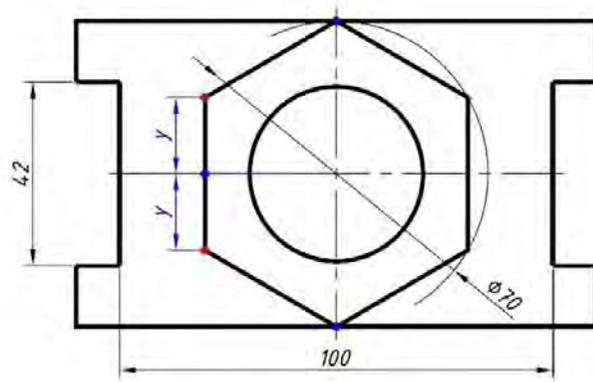
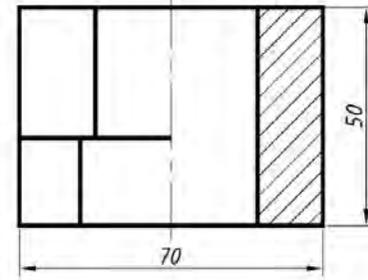
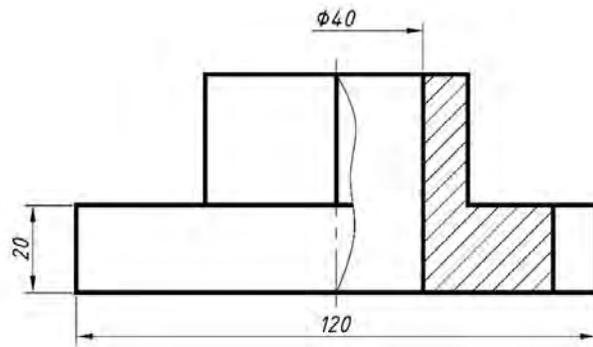


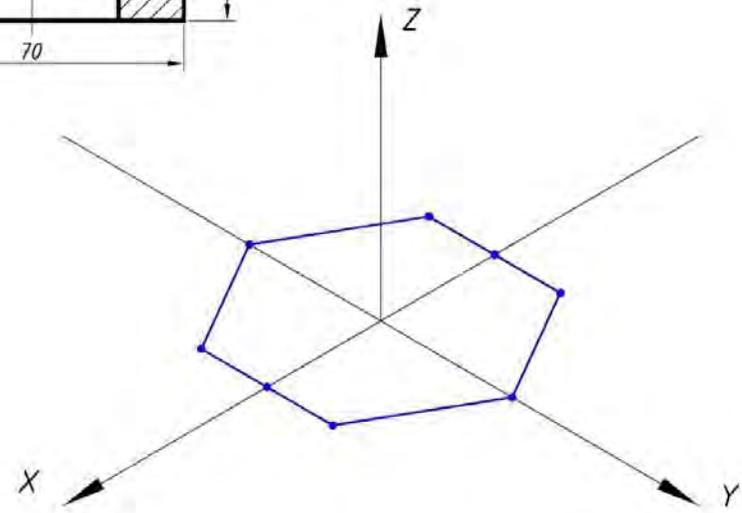
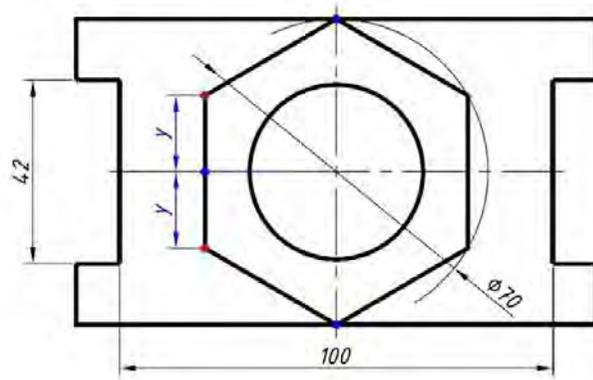
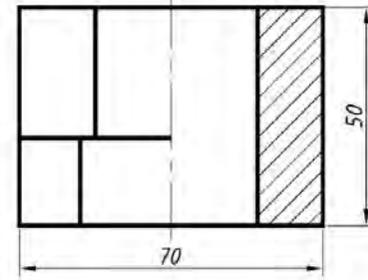
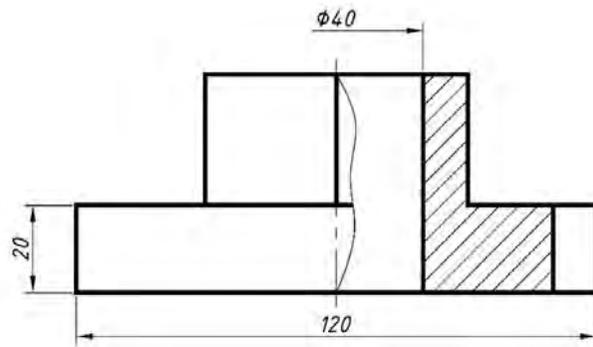
200

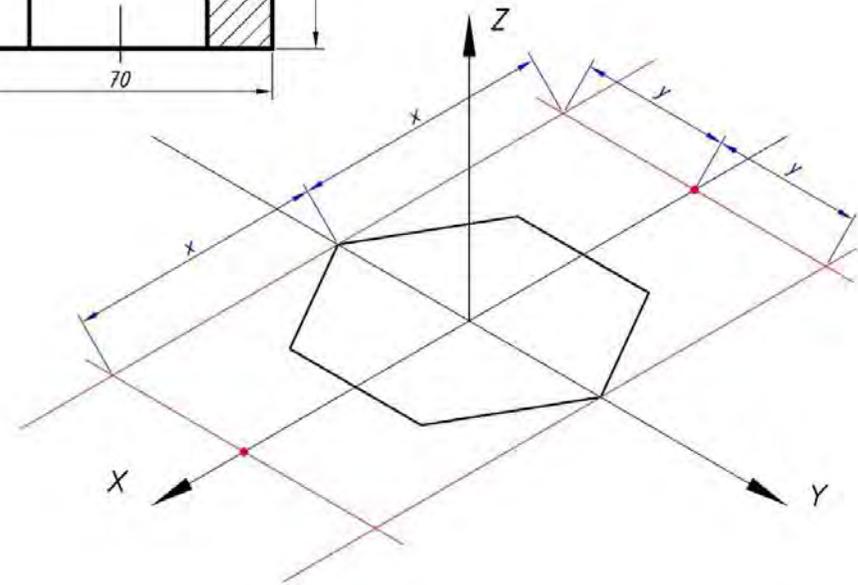
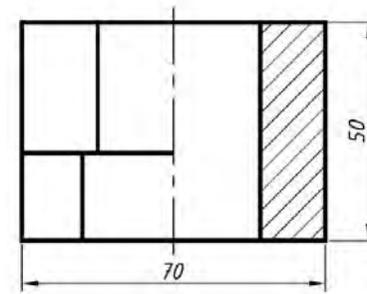
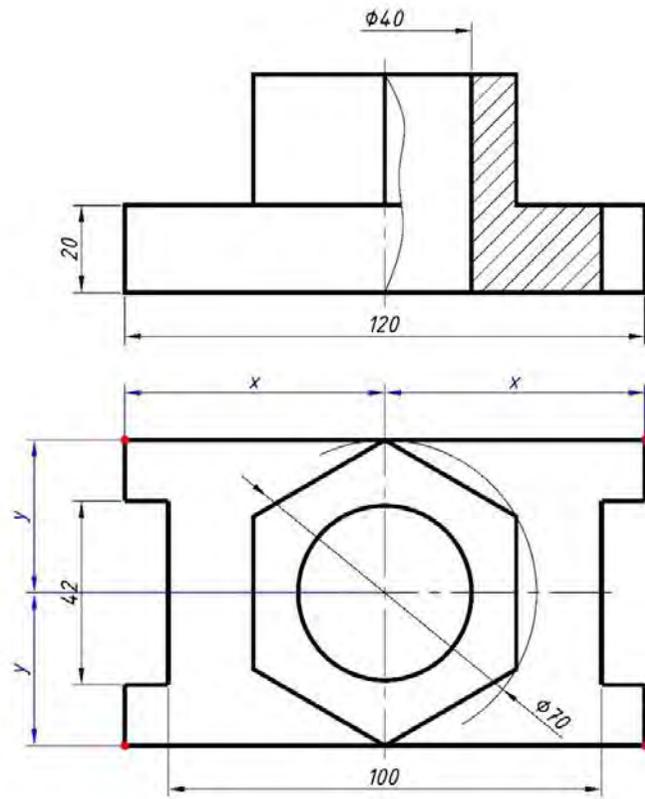


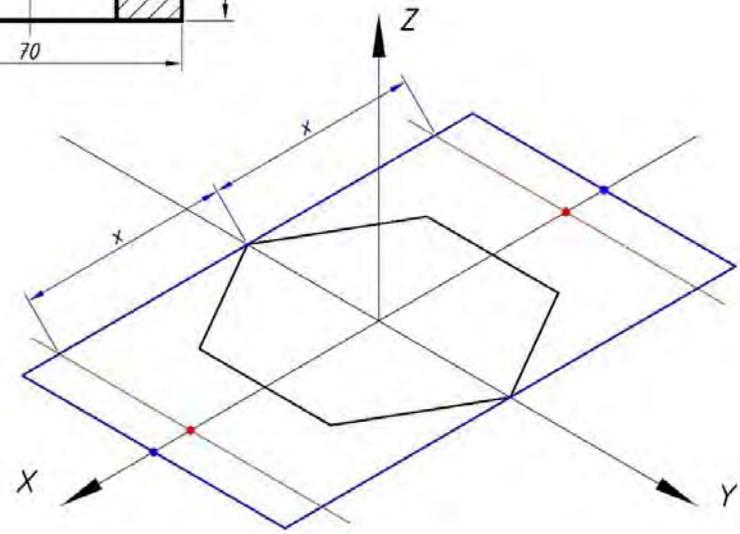
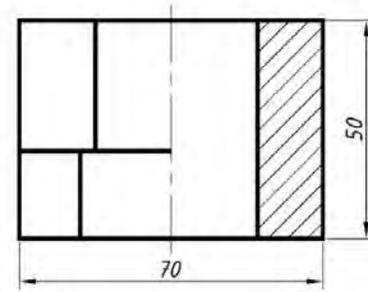
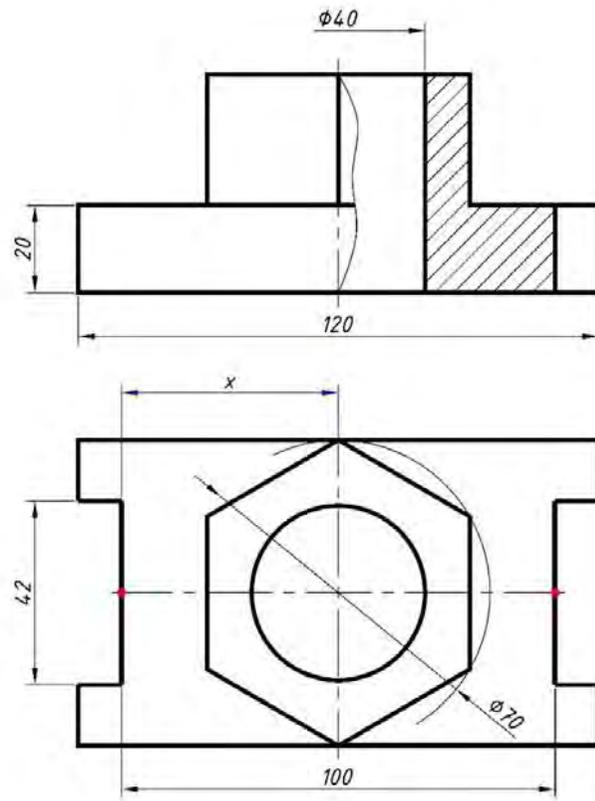


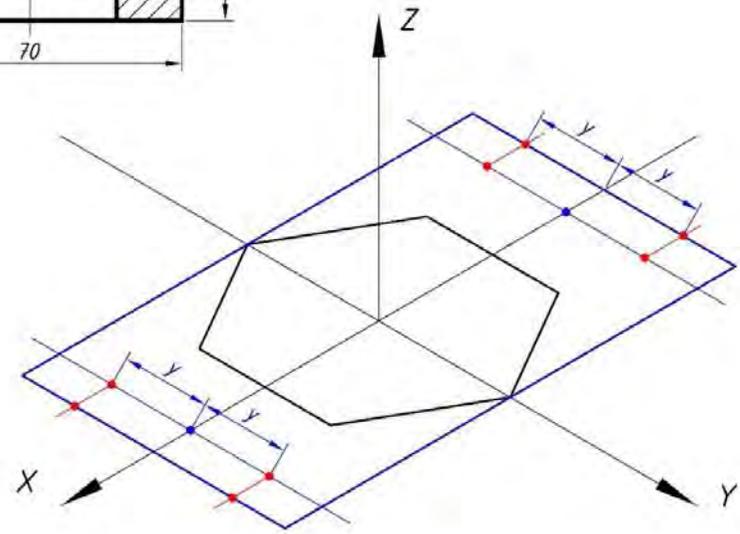
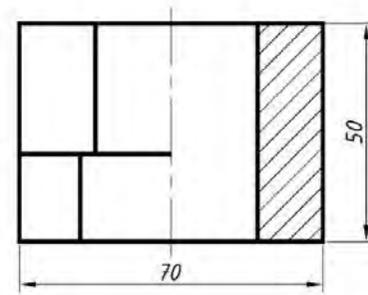
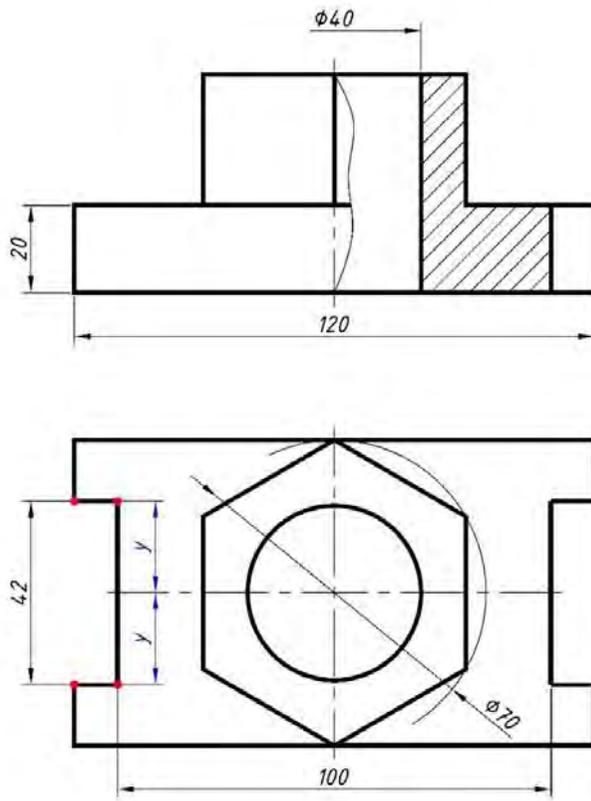


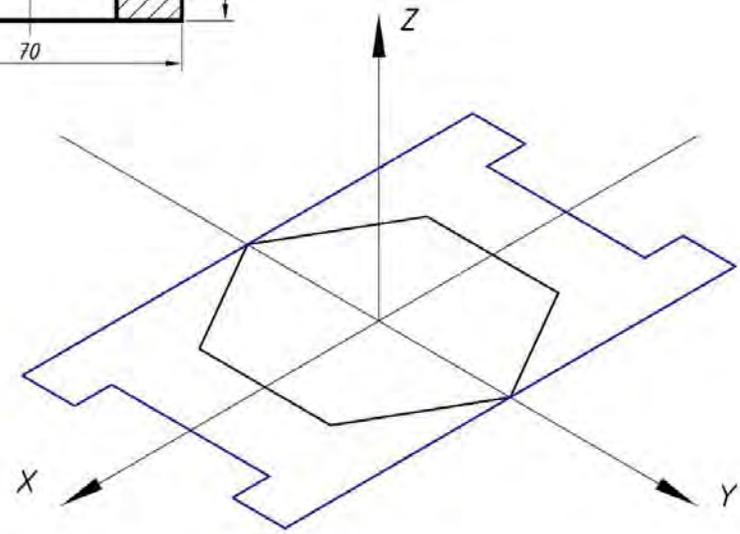
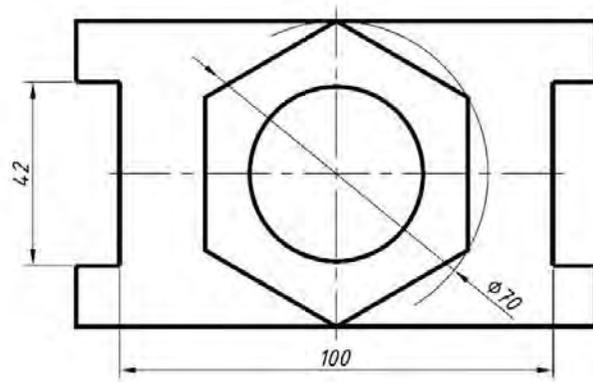
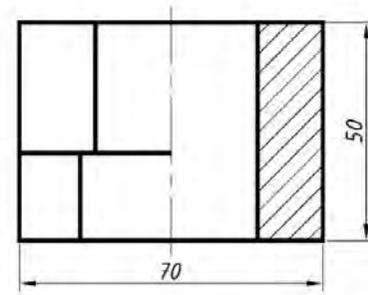
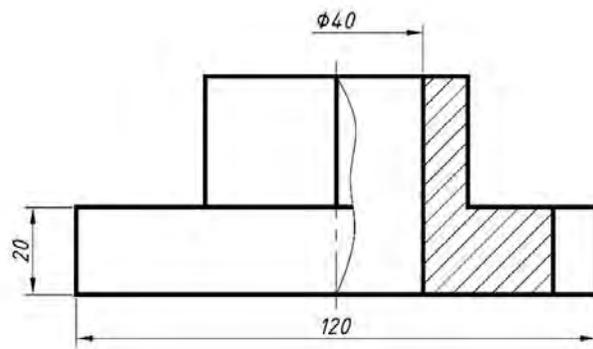


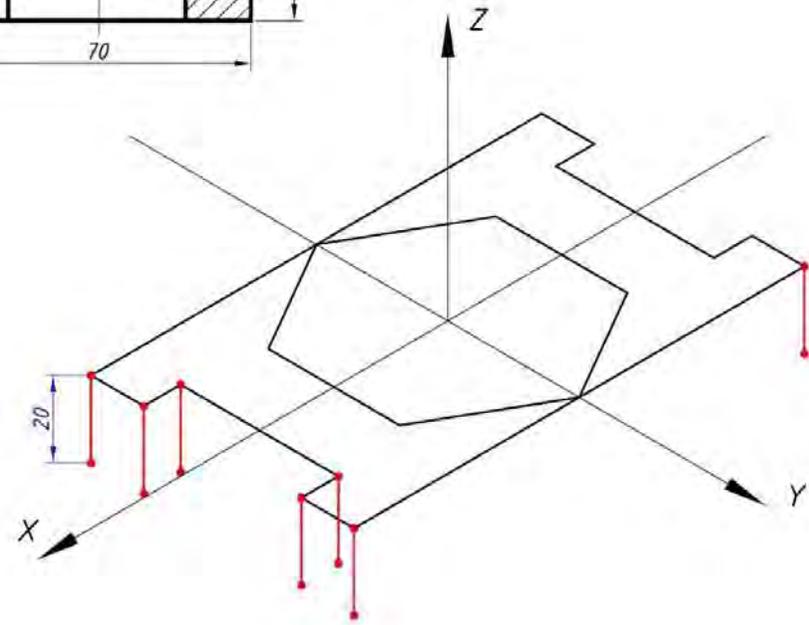
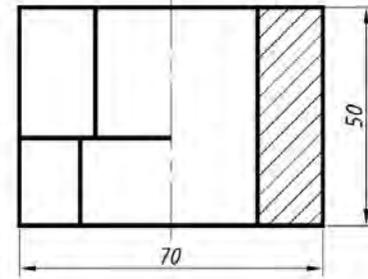
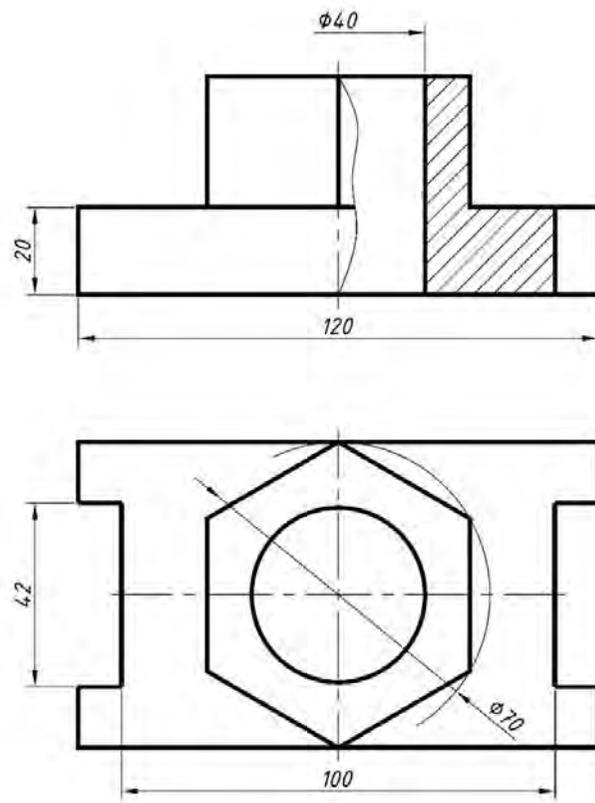


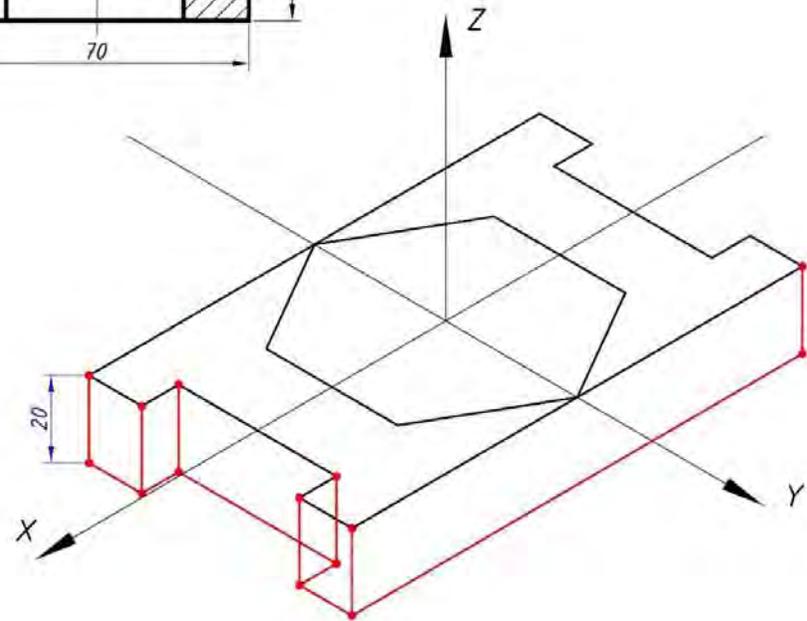
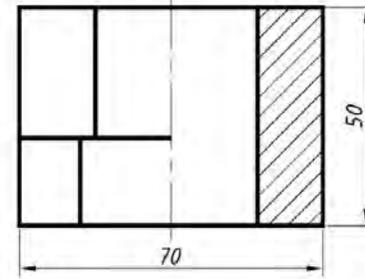
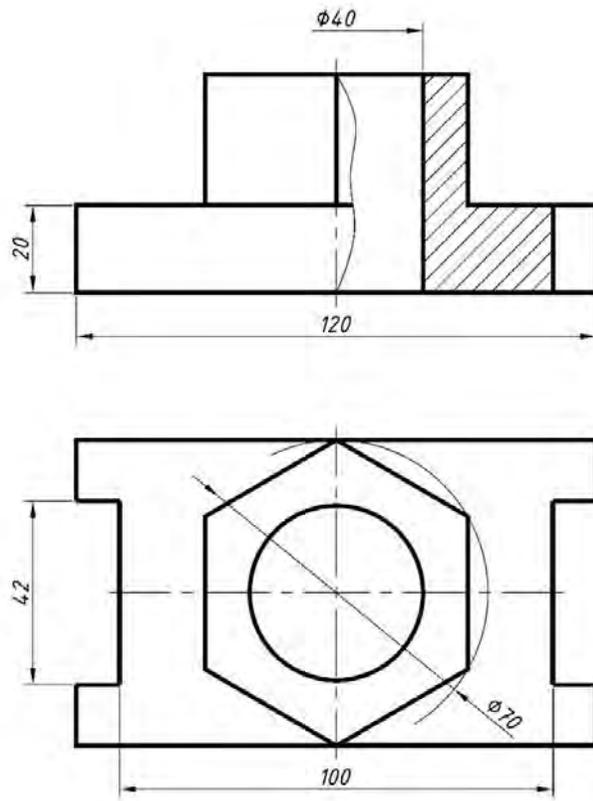


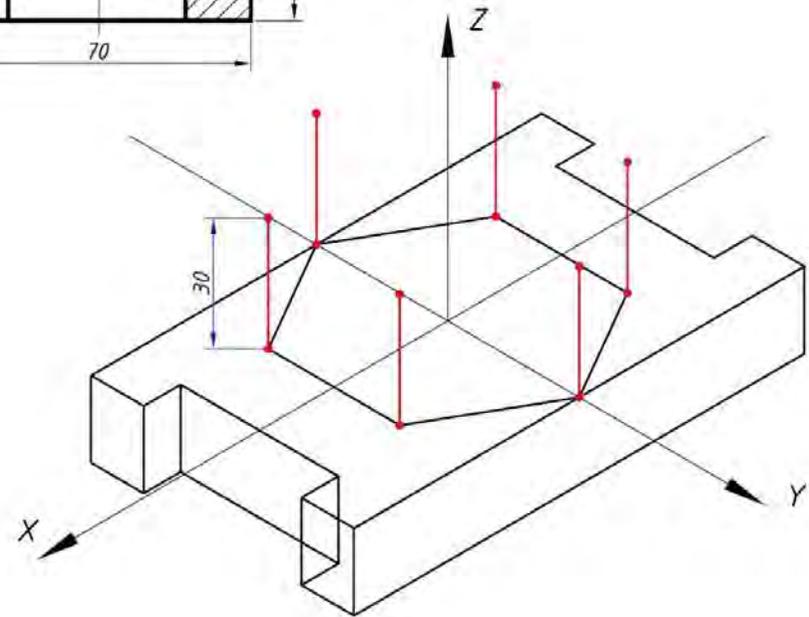
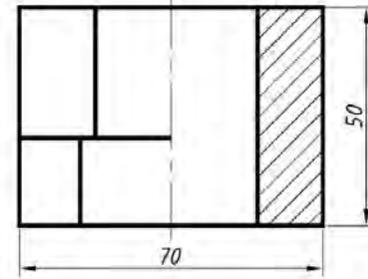
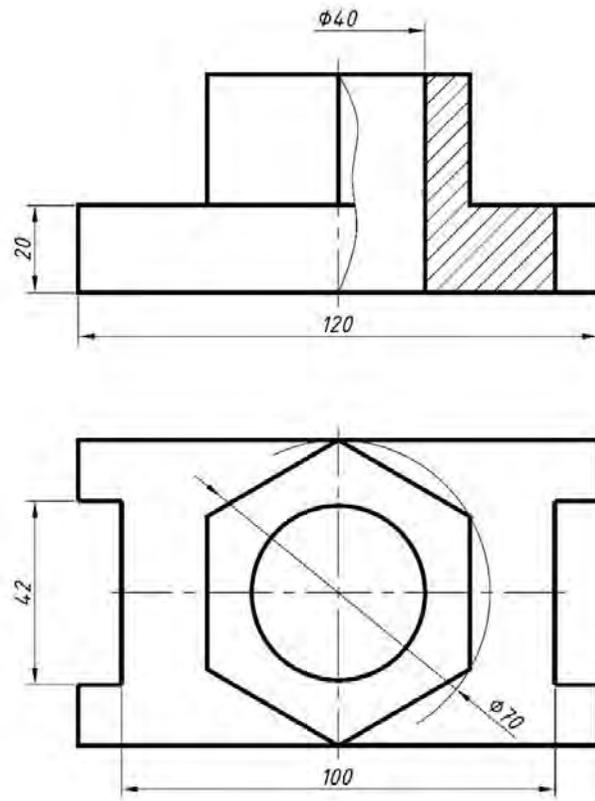


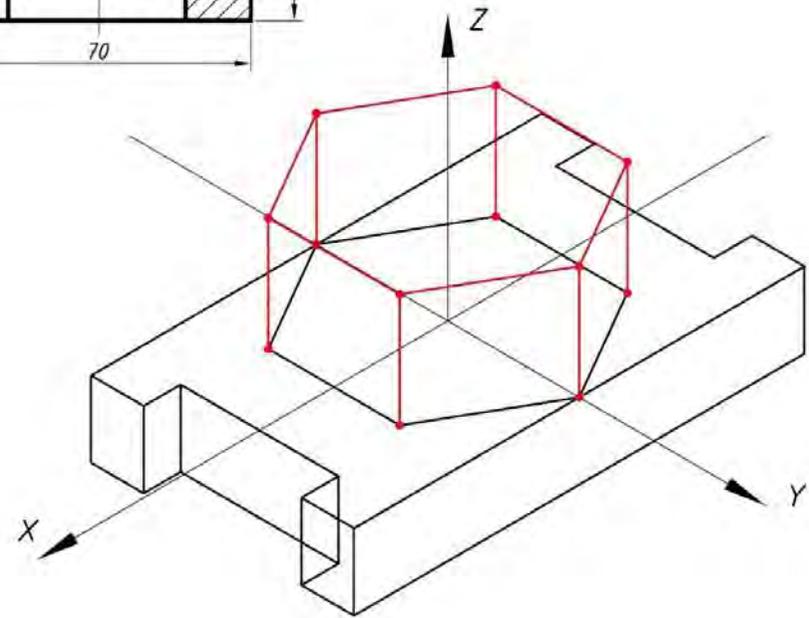
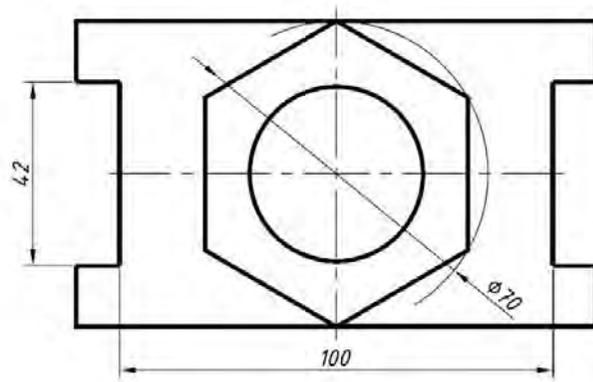
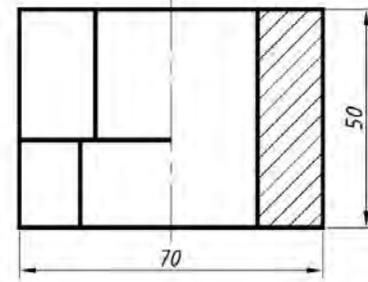
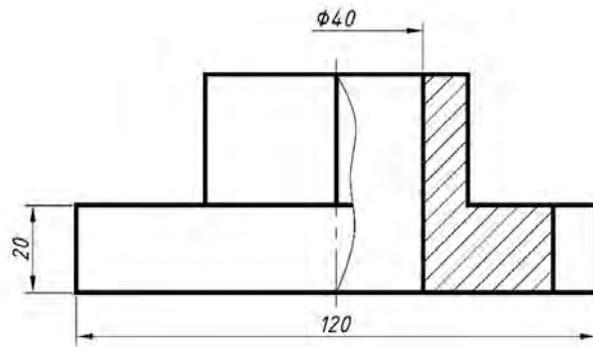


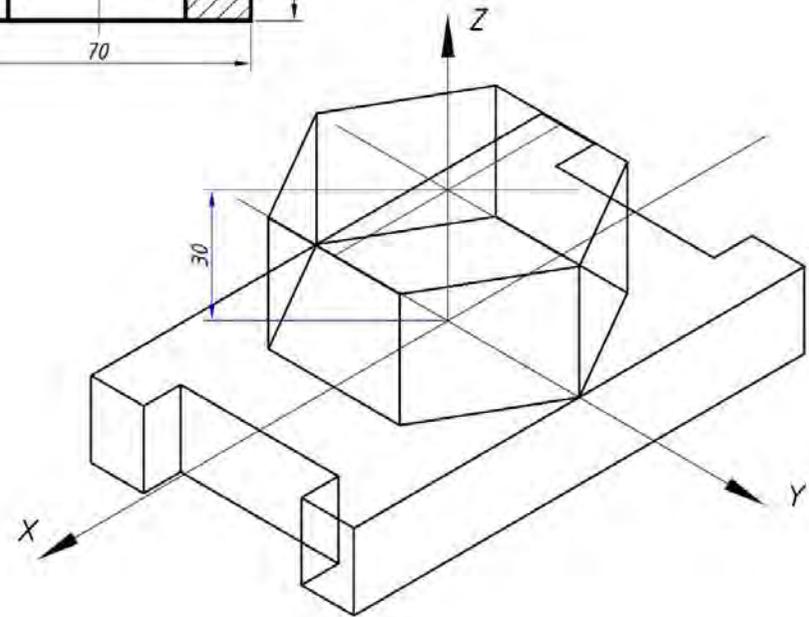
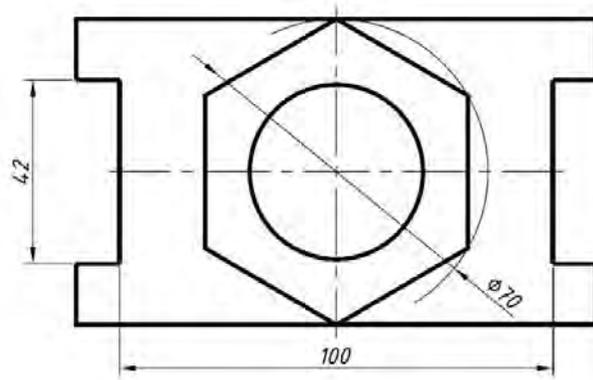
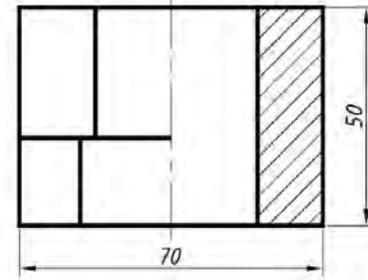
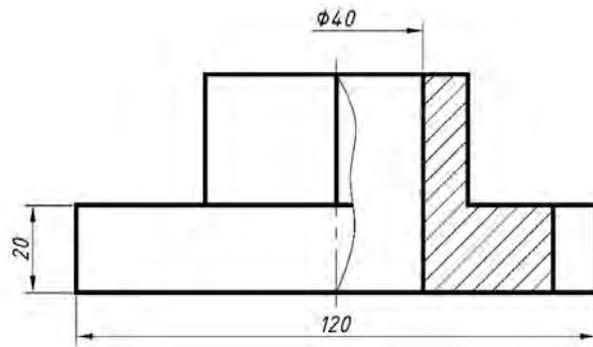


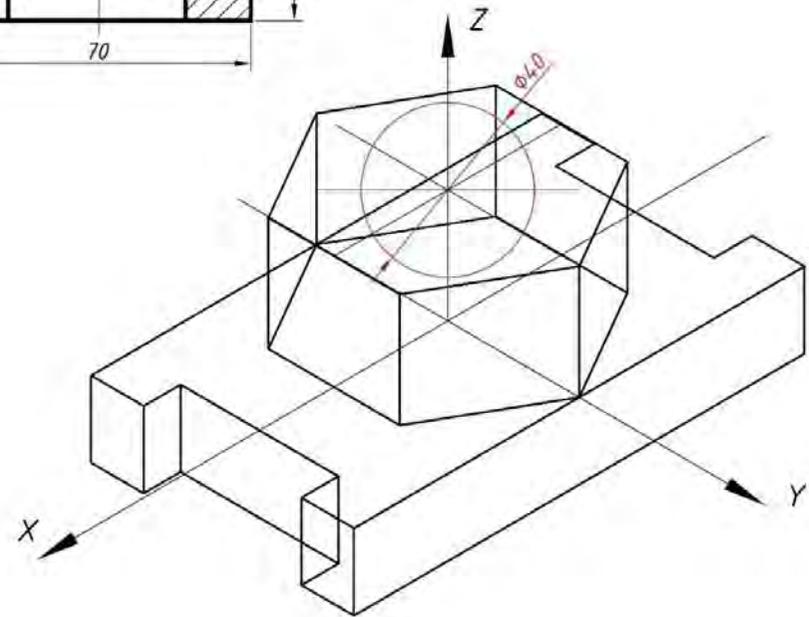
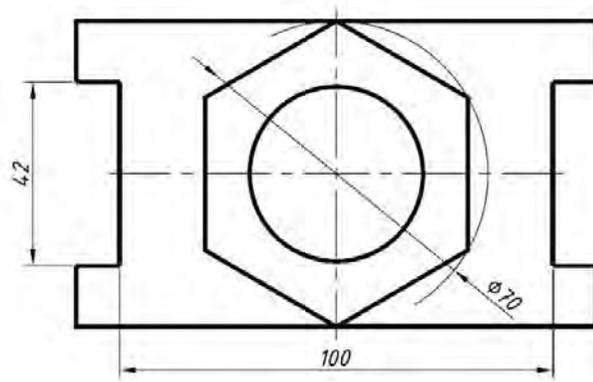
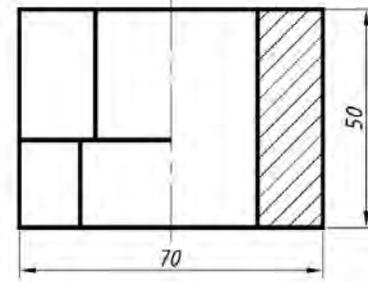
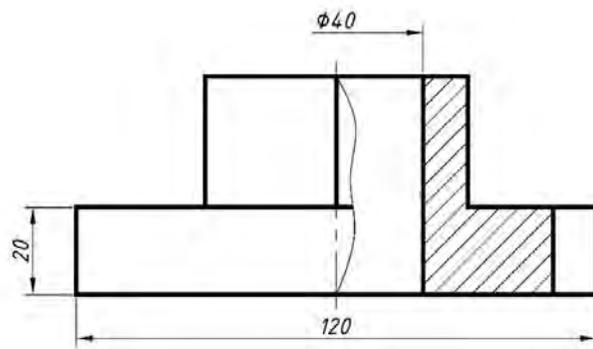


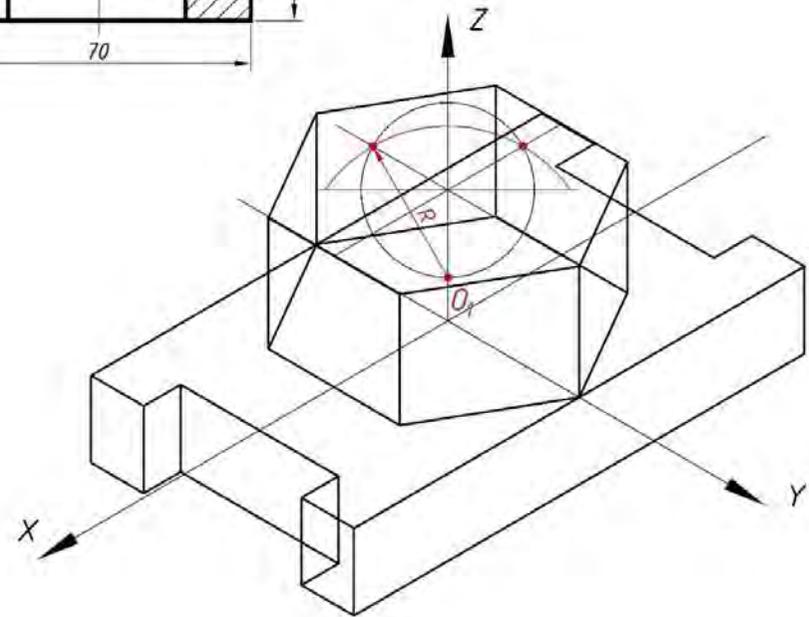
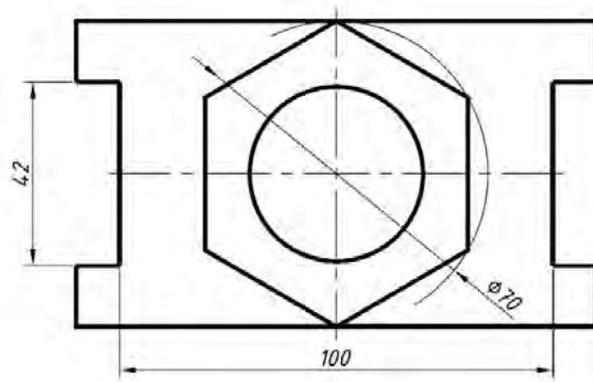
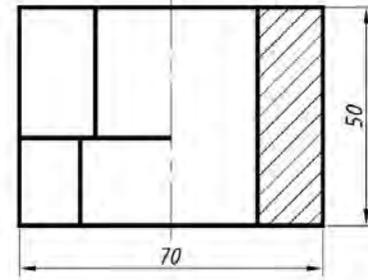
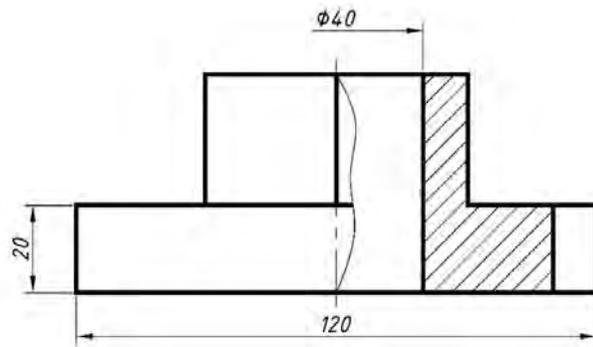


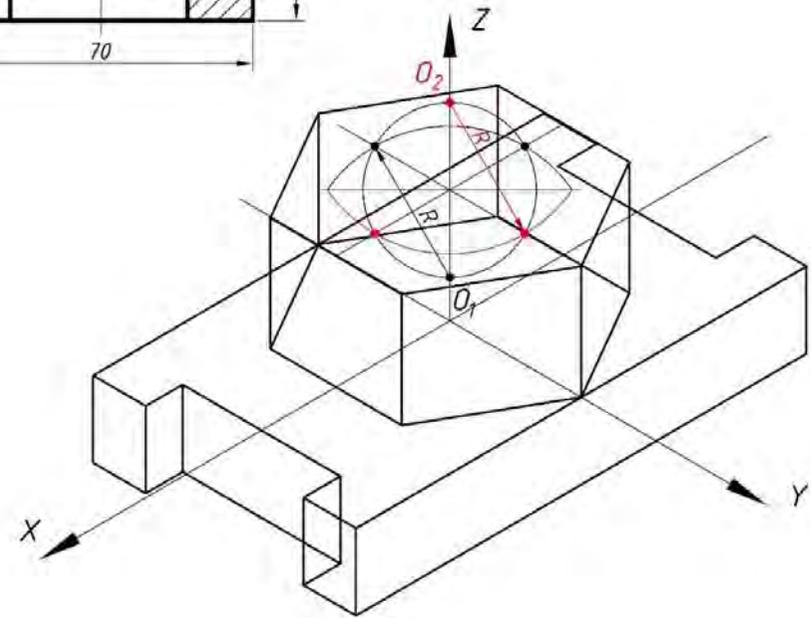
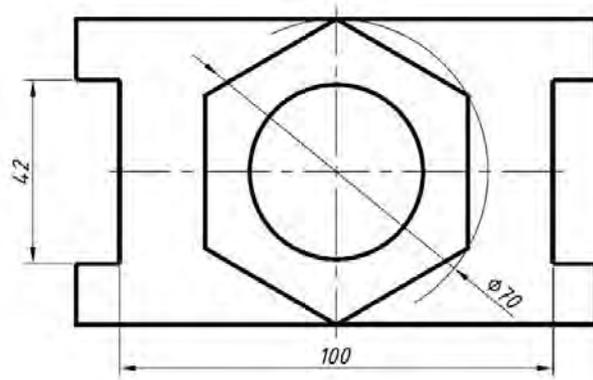
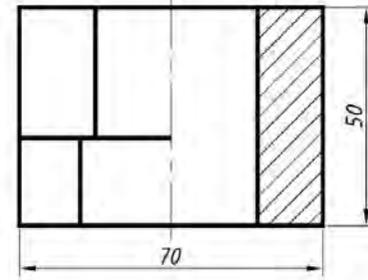
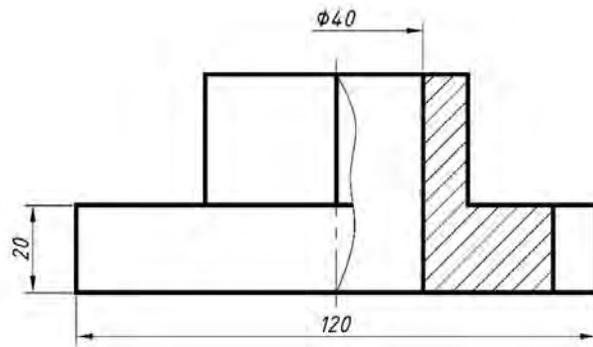


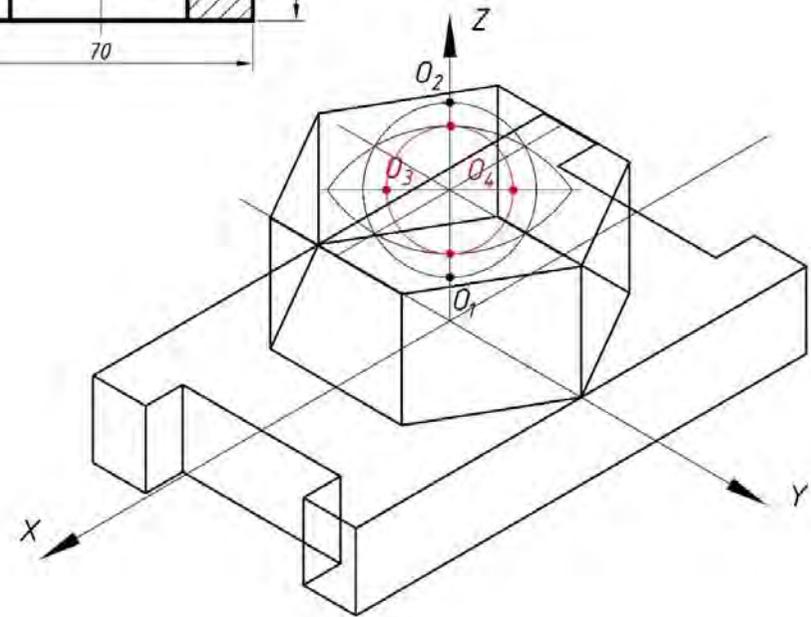
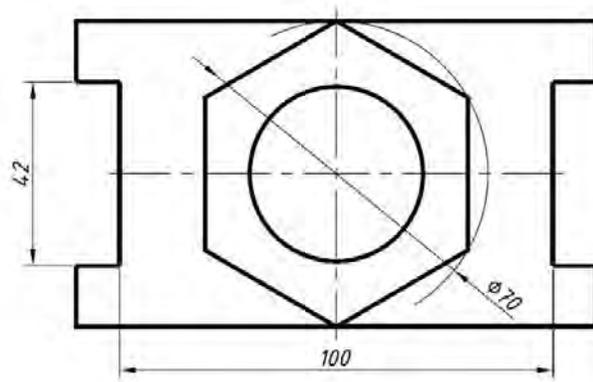
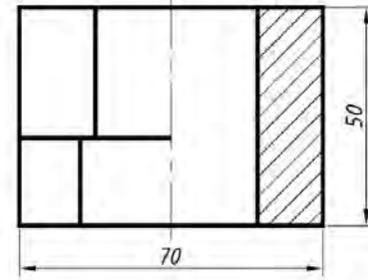
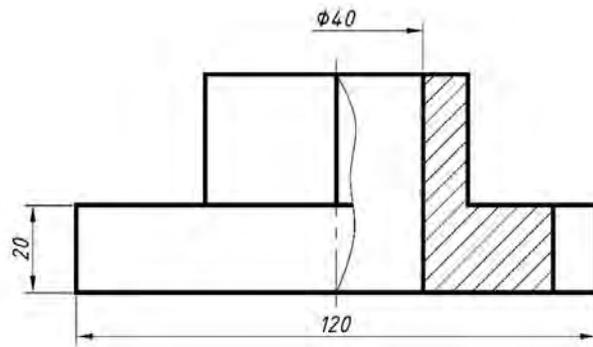


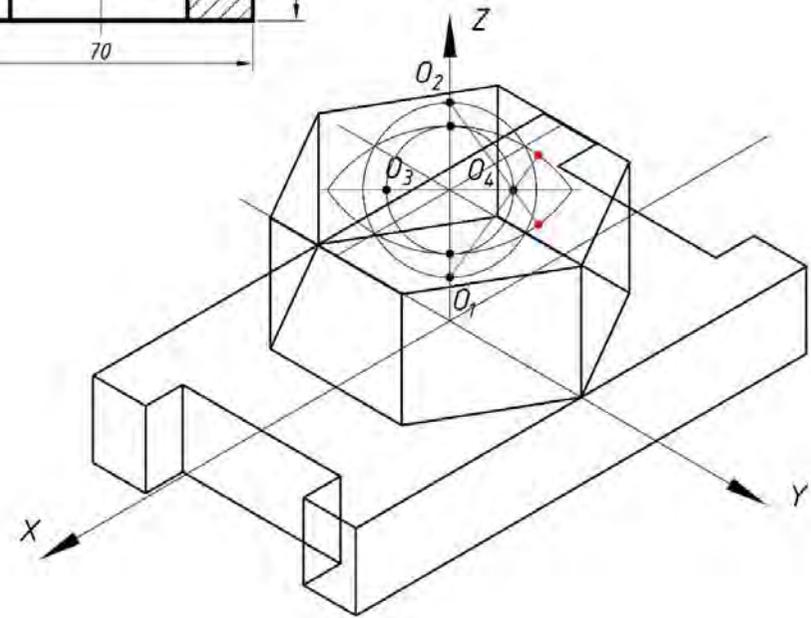
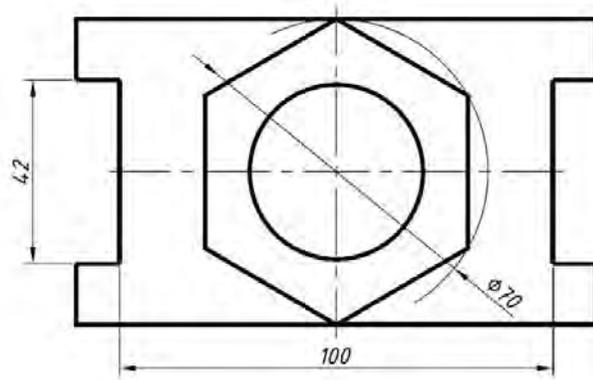
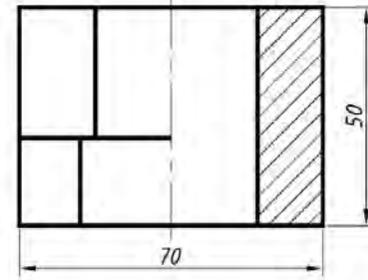
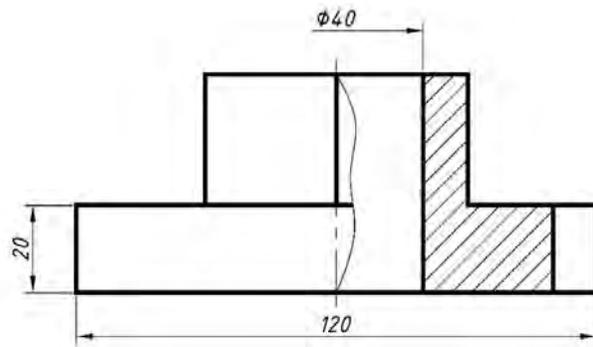


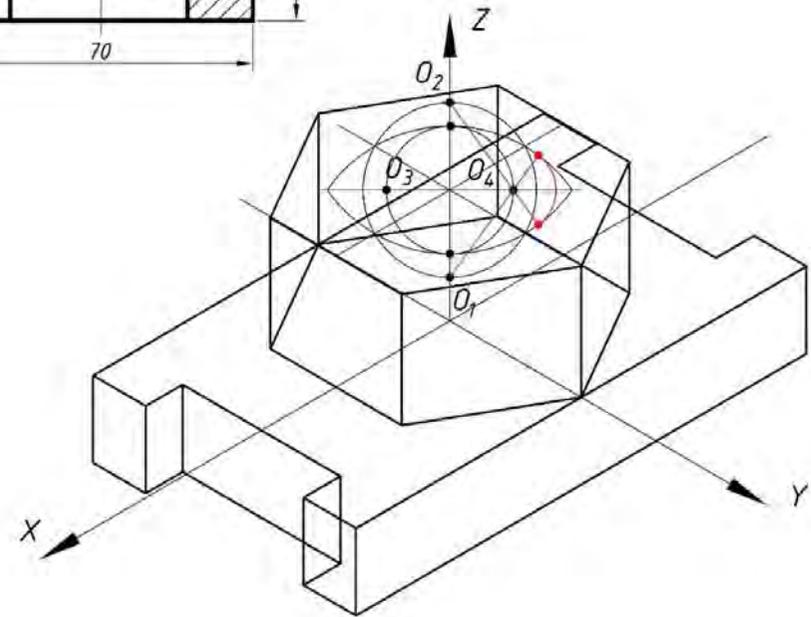
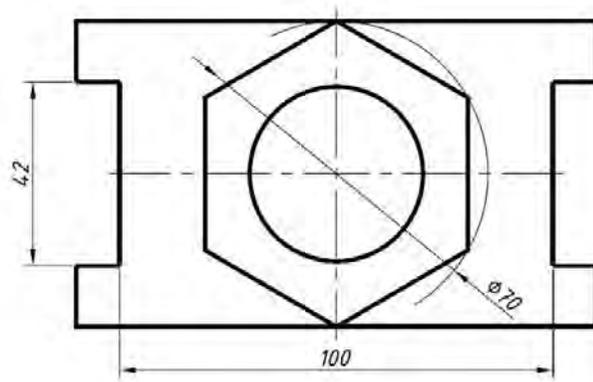
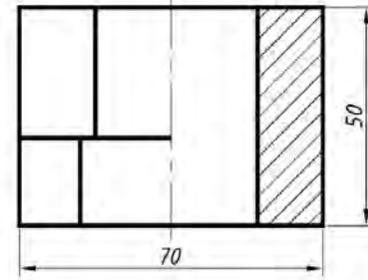
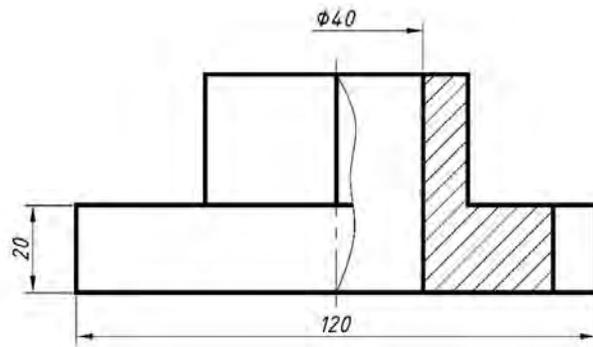


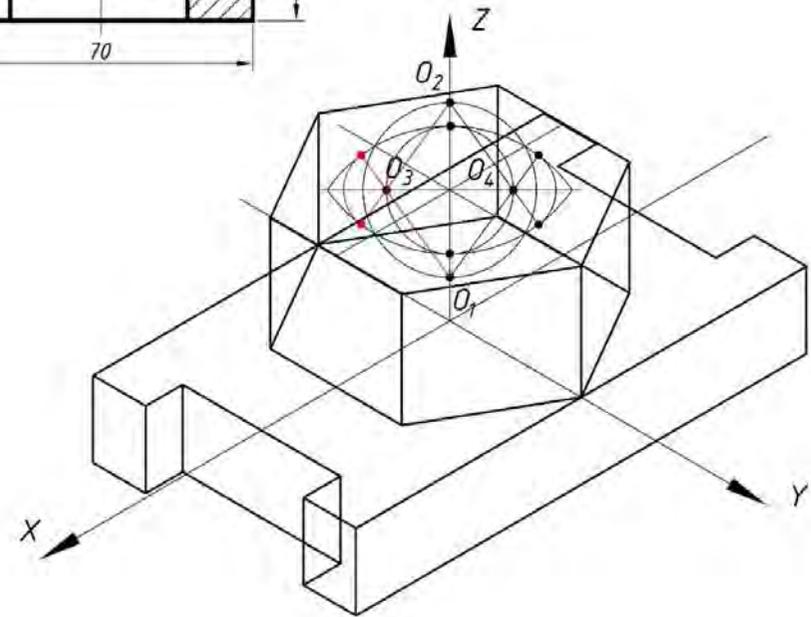
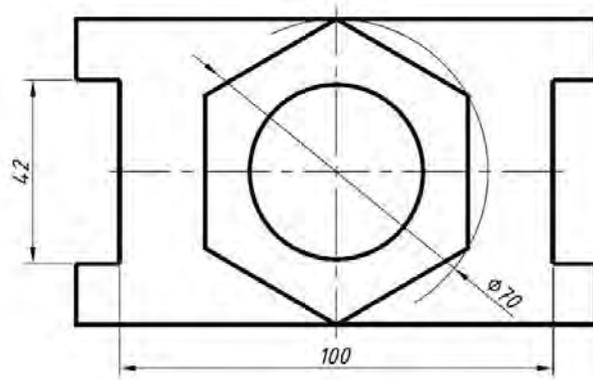
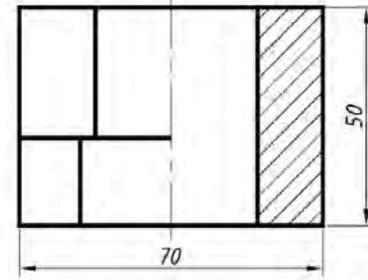
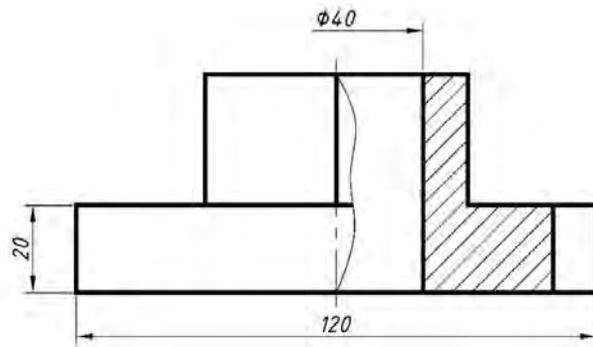


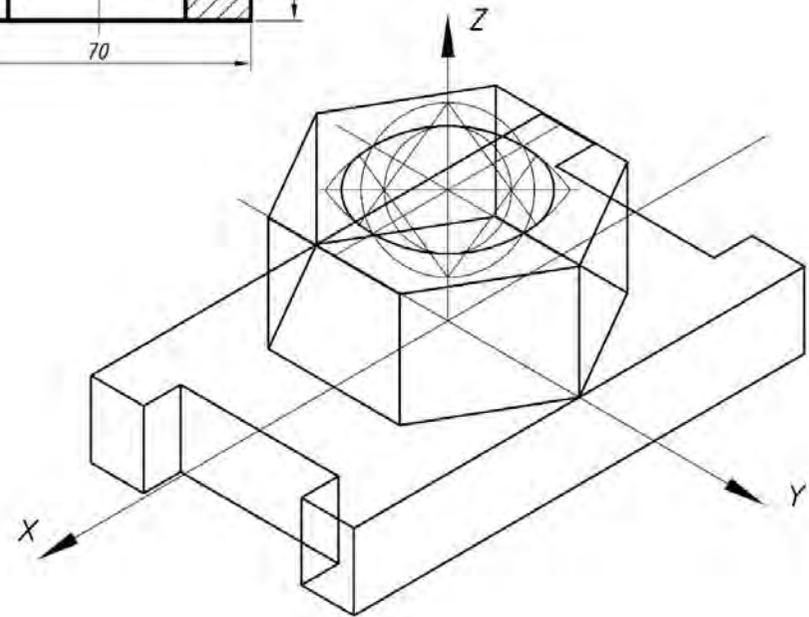
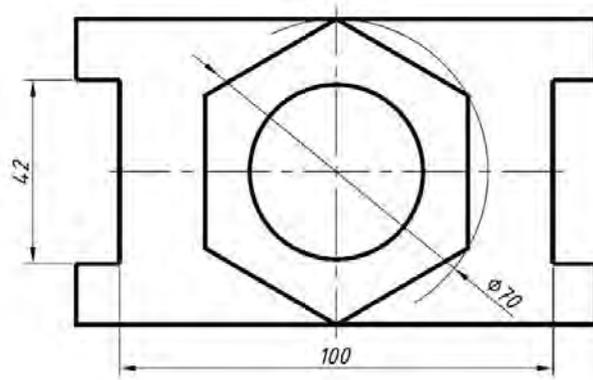
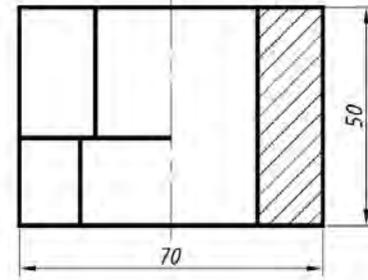
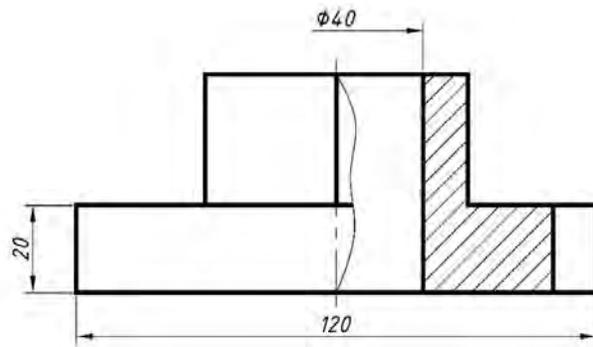


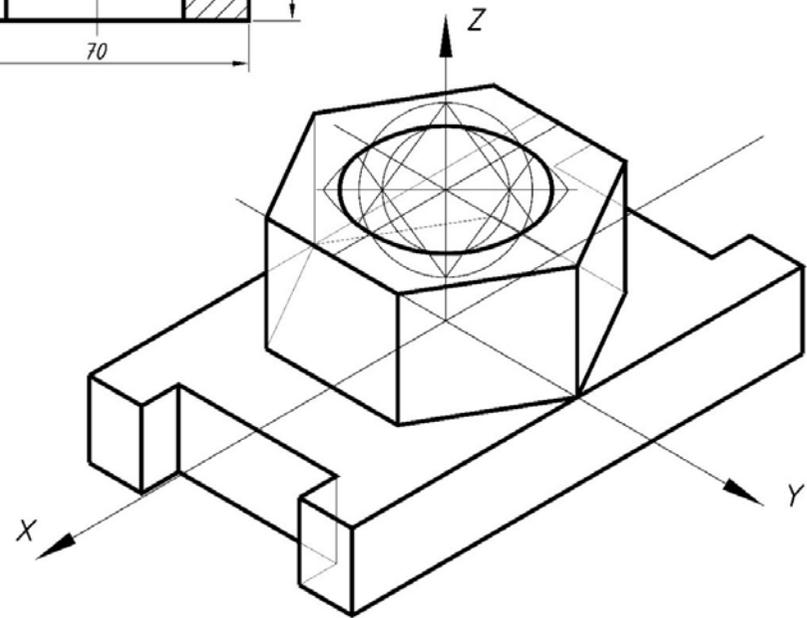
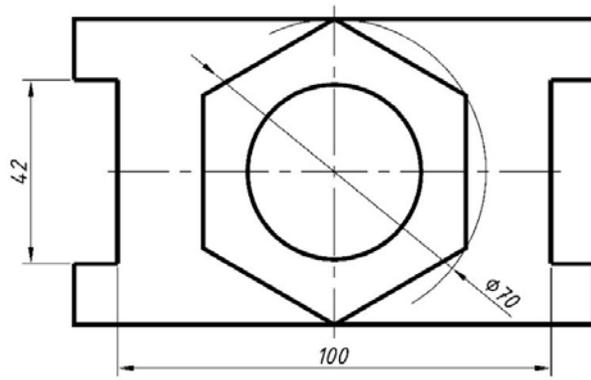
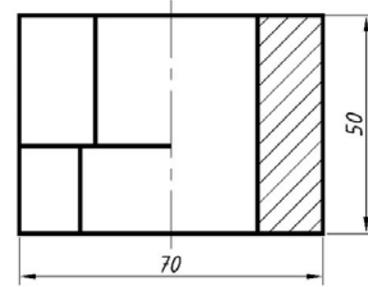
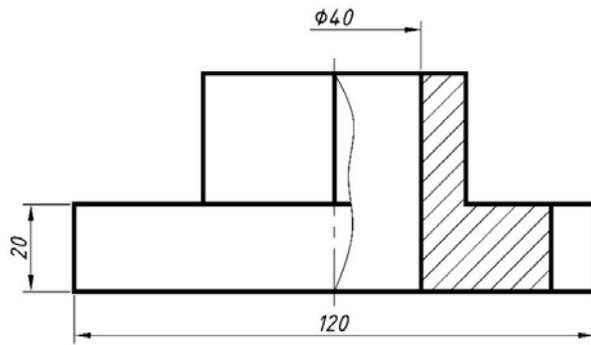












2.2.5. *Графическая работа № 5 «Виды, разрезы, аксонометрия в AutoCAD»*  
#ПрактическийРаздел

В соответствии с заданным вариантом в САПР AutoCAD:

1. Построить трехмерную модель заданных деталей.
2. Автоматически получить необходимые виды, разрезы детали, а также стандартную аксонометрическую проекцию заданной детали.

Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Видеоуроки к выполнению графической работы № 5:

– Акулова, О. А. Виды, простые разрезы, аксонометрия в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://youtube.com/playlist?list=PLxYMiwfKnKJY1VNYdJKGC0zxPXPNUlxJM>;

– Акулова, О. А. Соединение вида и простого разреза на чертеже [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://youtu.be/0NU\\_q9vMOYc](https://youtu.be/0NU_q9vMOYc);

– Акулова, О. А. Построение прямоугольной диметрии в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/xwrrpSjIDaq0>.

Образец оформления графической работы № 5 представлен на рисунке 2.9.

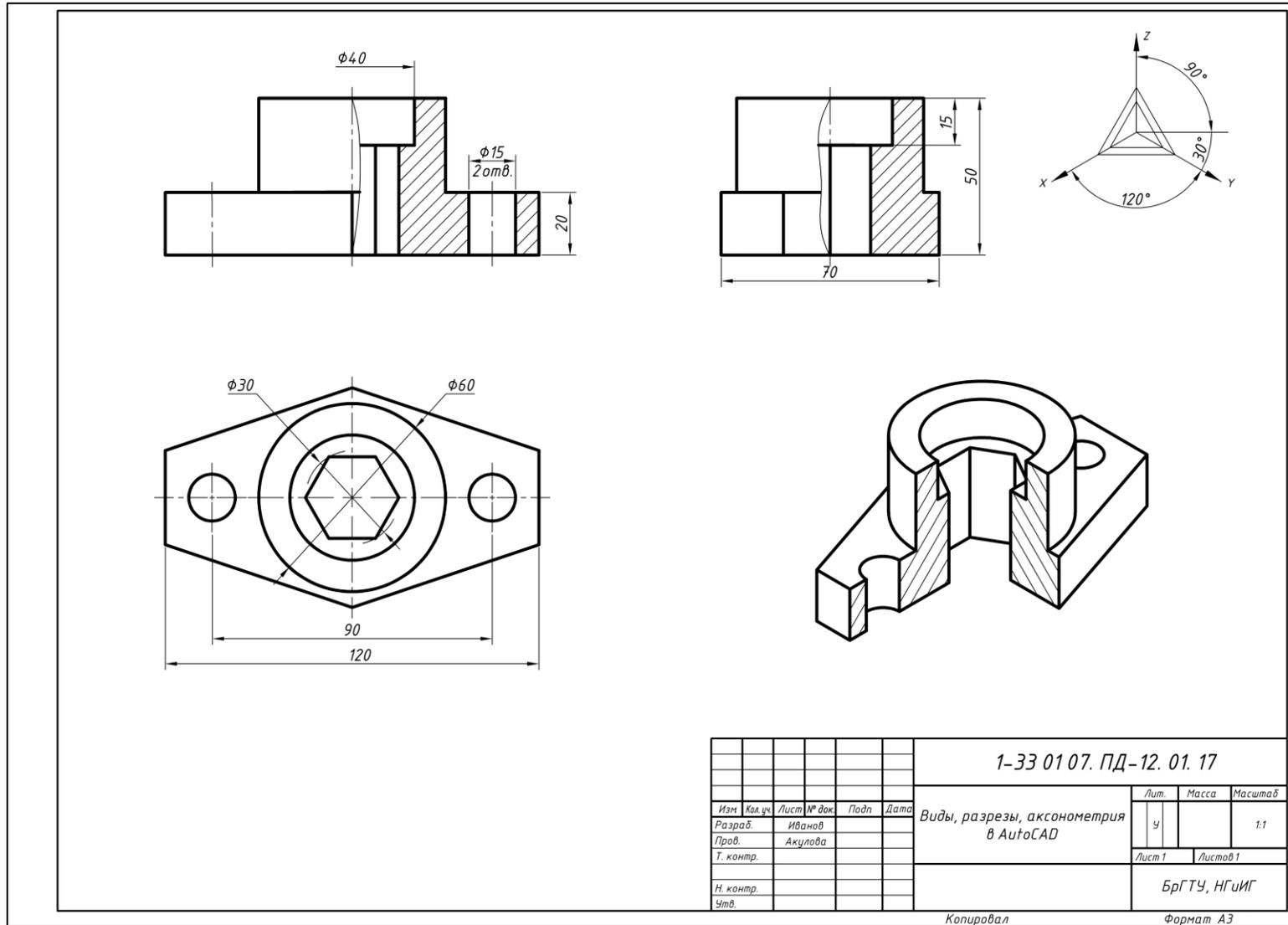


Рисунок 2.9. Образец оформления графической работы № 5

### 2.2.6. Графическая работа № 6 «Проекция с числовыми отметками»

[#ПрактическийРаздел](#)

Задача 1. Построить линии пересечения откосов выемок (уклон 1:1) и насыпей (уклон 2:3) земляного сооружения между собой и с топографической поверхностью в масштабе 1:200.

Задача 2. Построить профиль рельефа с планировкой по сечению А-А.

Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Образцы оформления графической работы № 6 представлены на рисунках 2.10–2.12.

Поэтапное решение задачи, представленной на рисунке 2.12, приведено ниже.

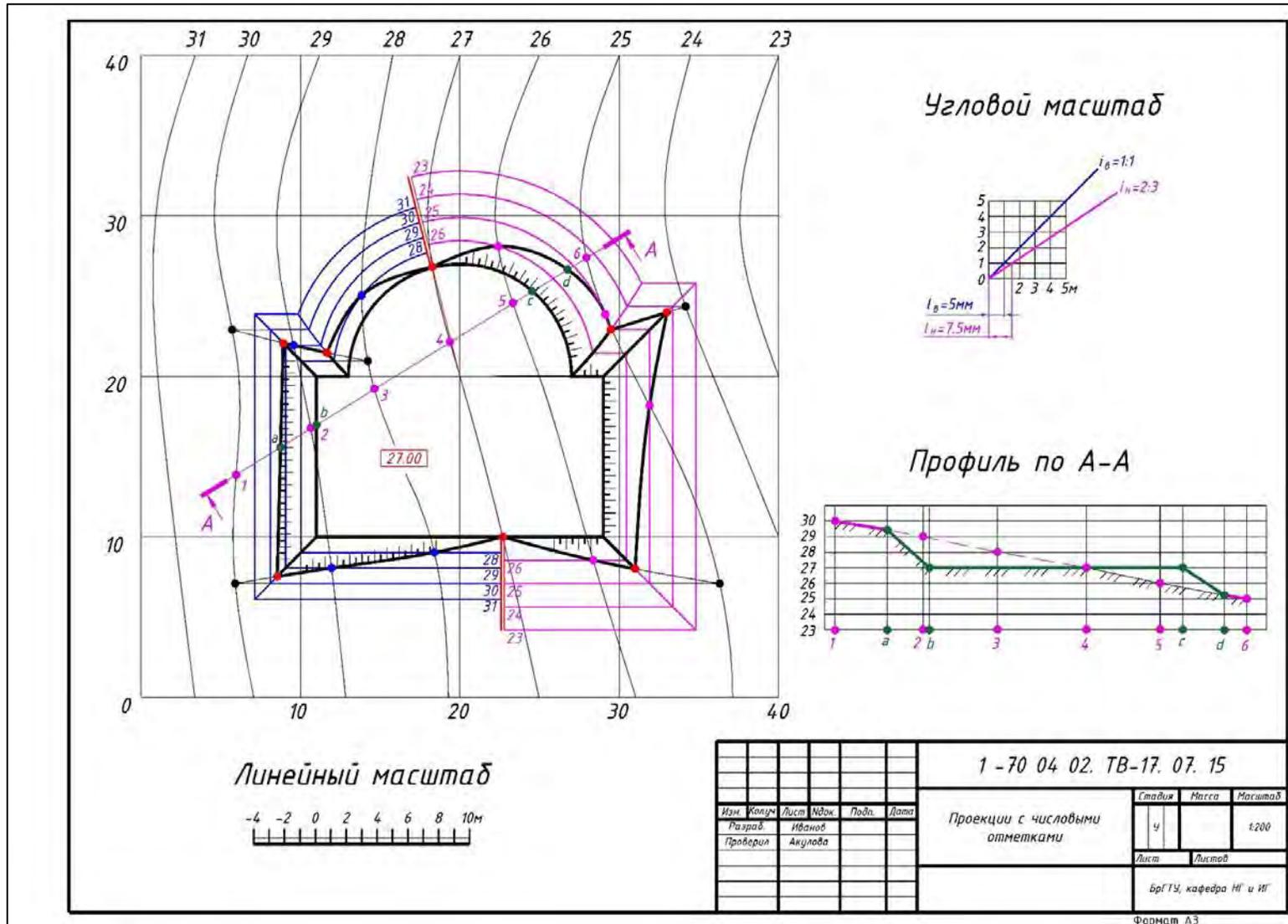


Рисунок 2.10. Образец 1 оформления графической работы № 6

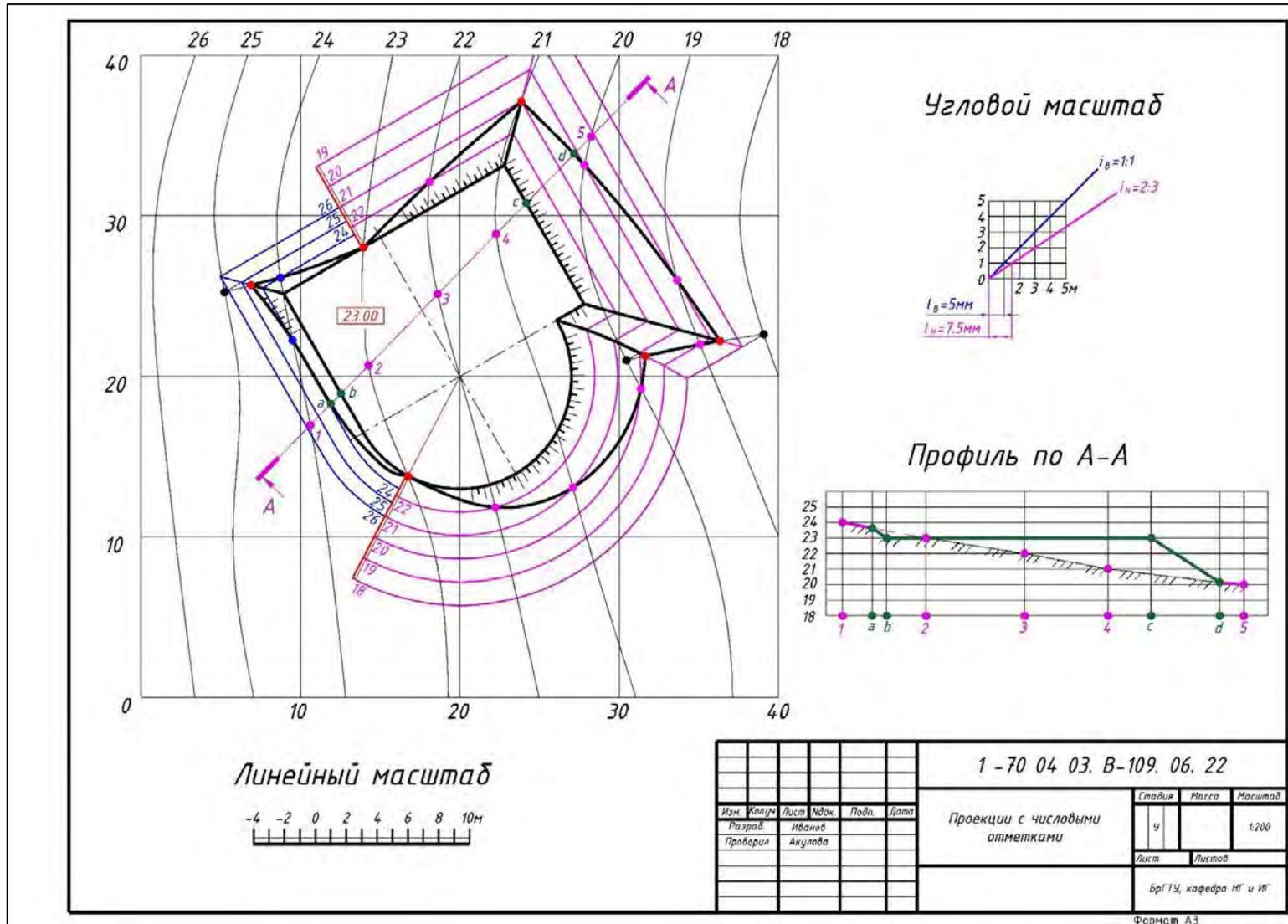


Рисунок 2.11. Образец 2 оформления графической работы № 6

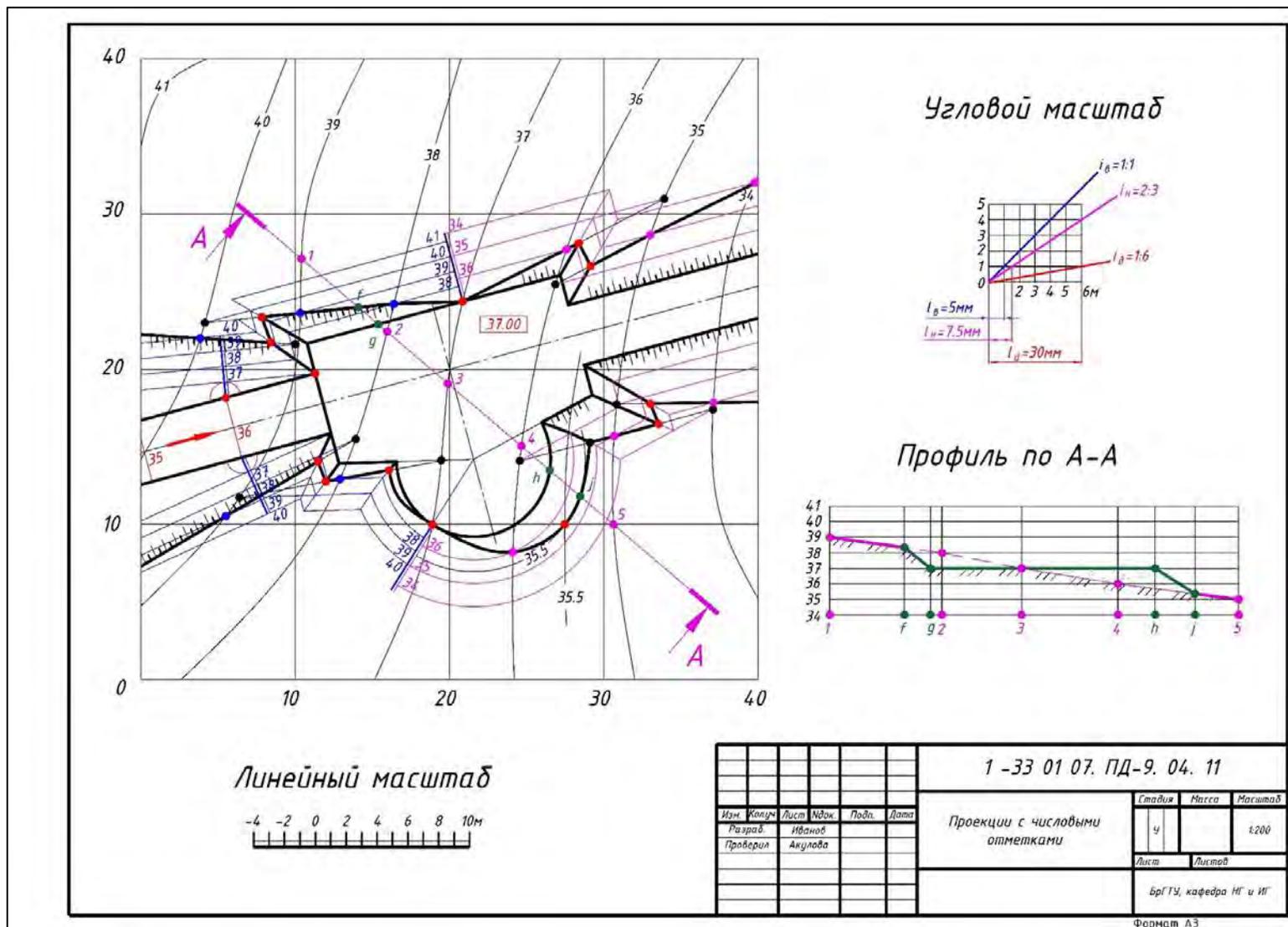
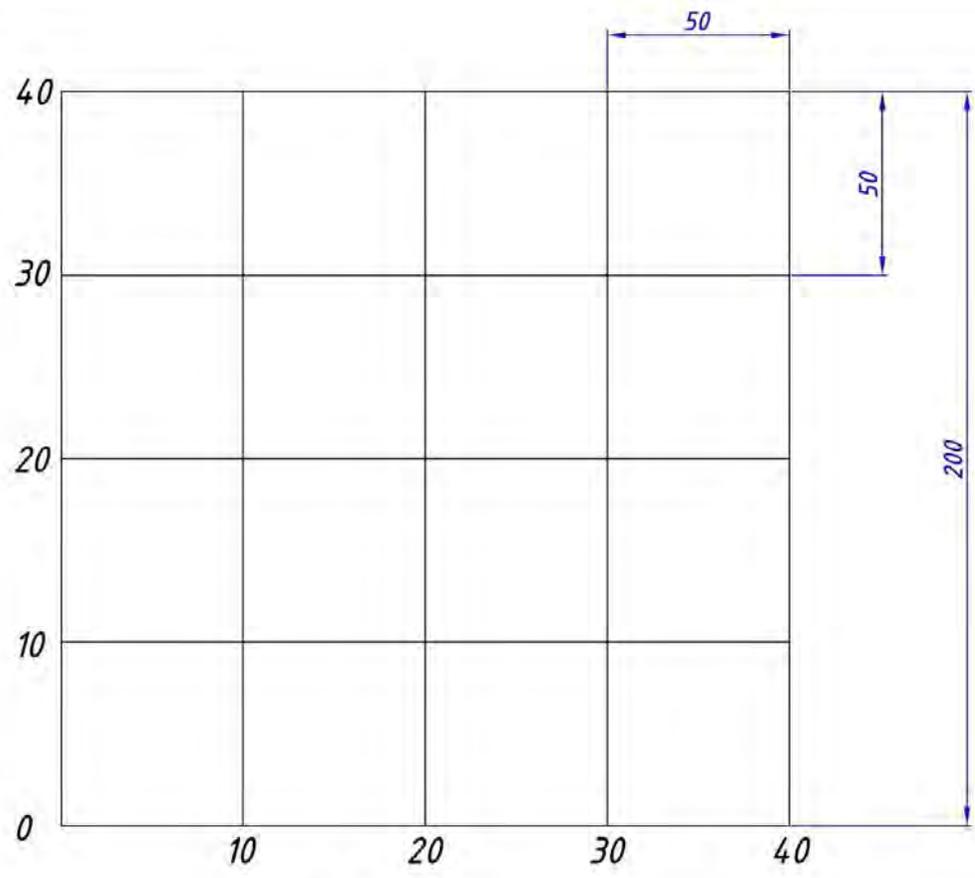
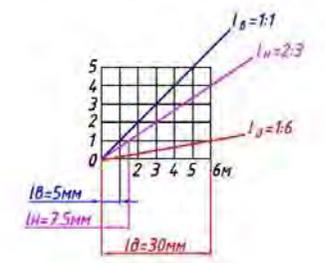


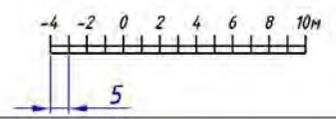
Рисунок 2.12. Образец 3 оформления графической работы № 6  
**Поэтапное решение задачи, представленной на рисунке 2.12**



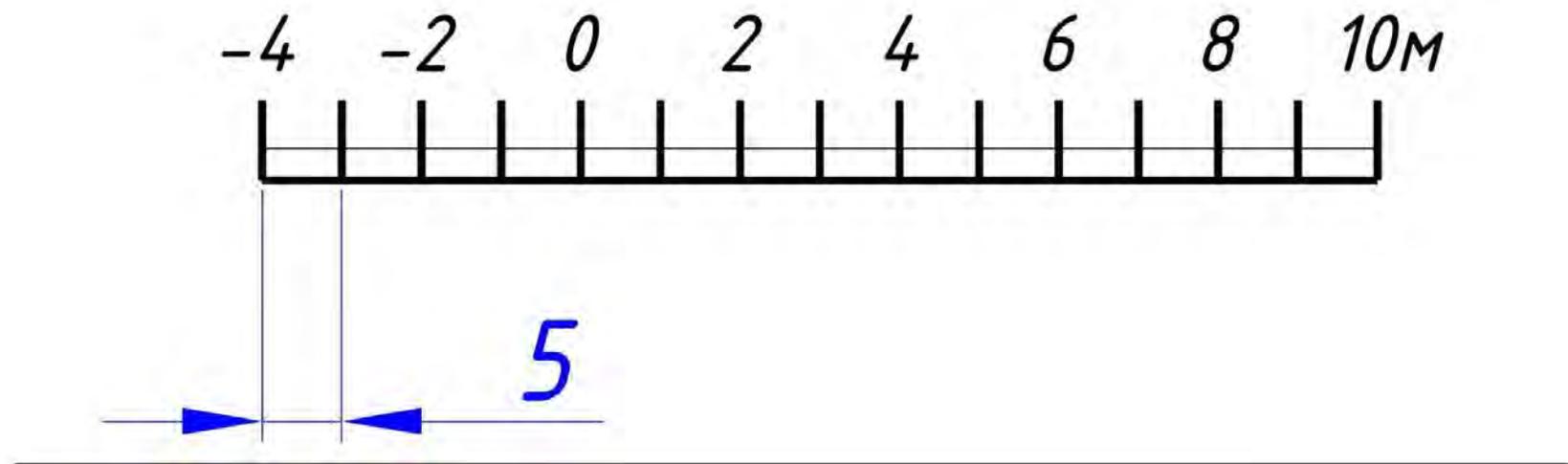
Угловой масштаб



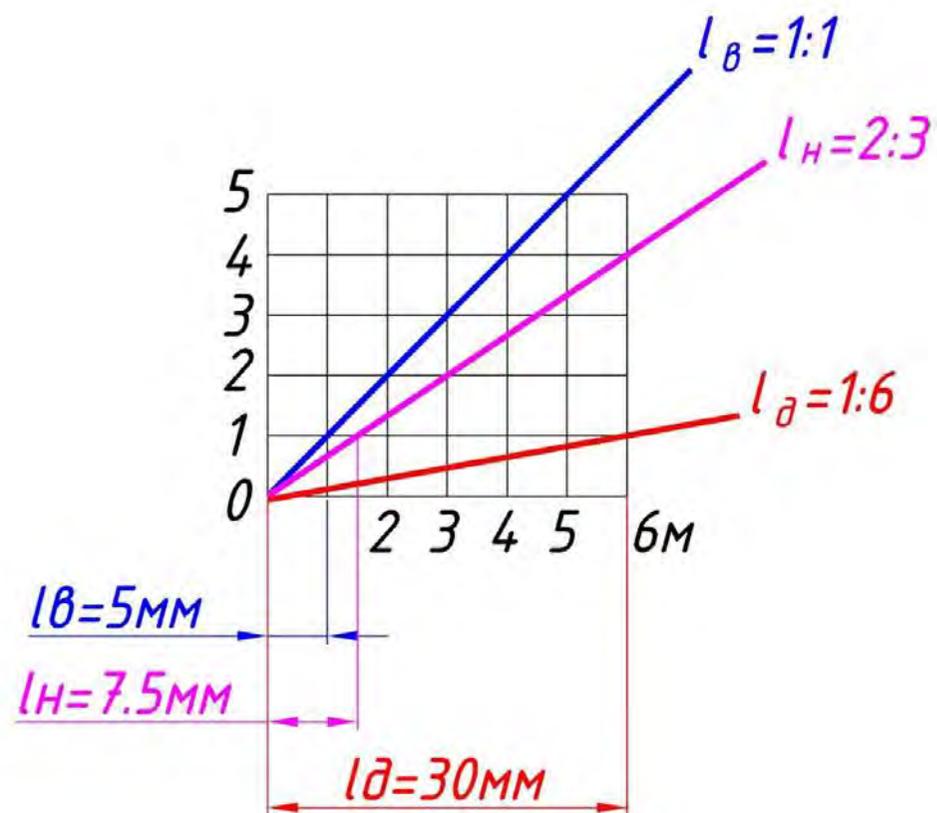
Линейный масштаб

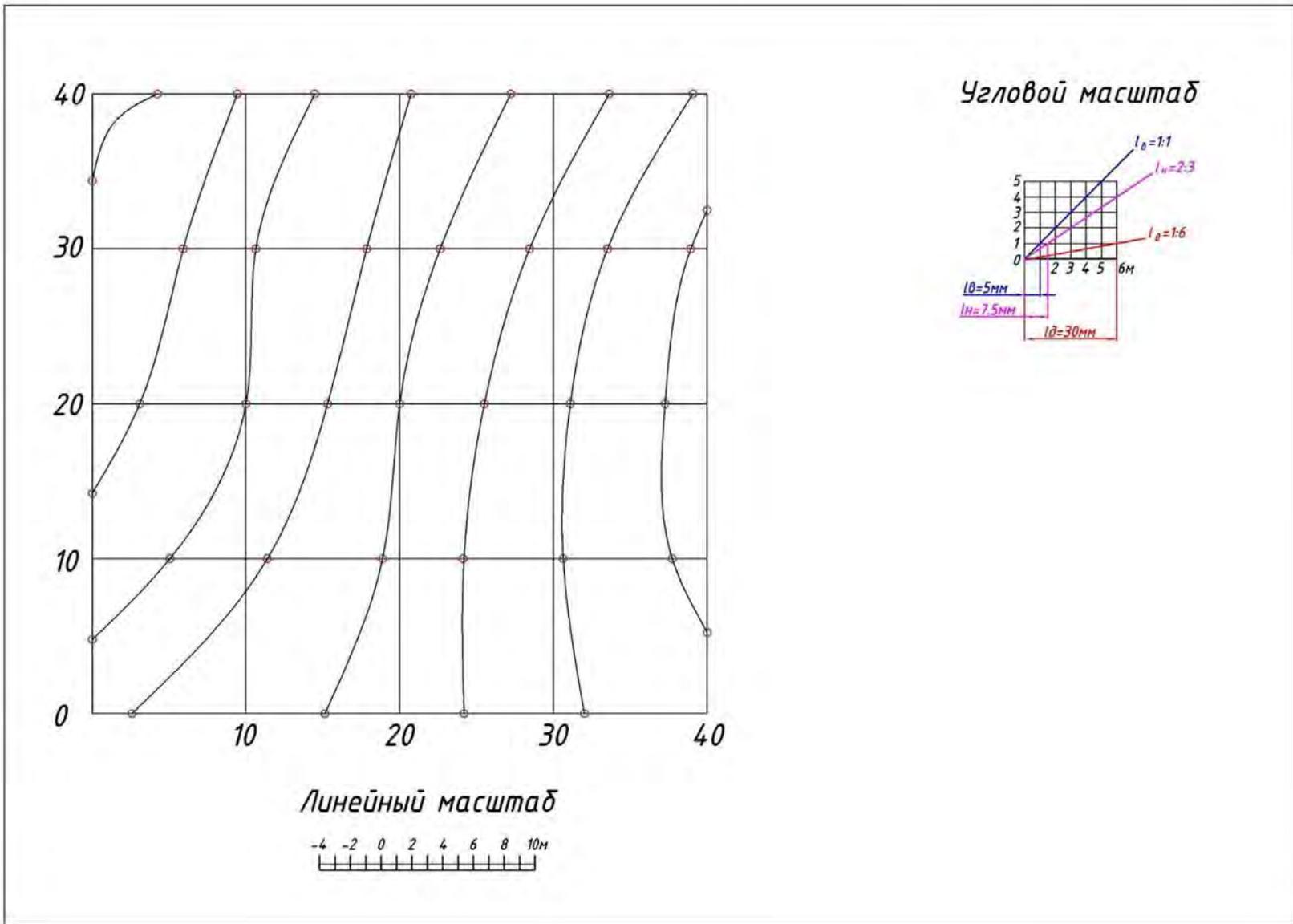


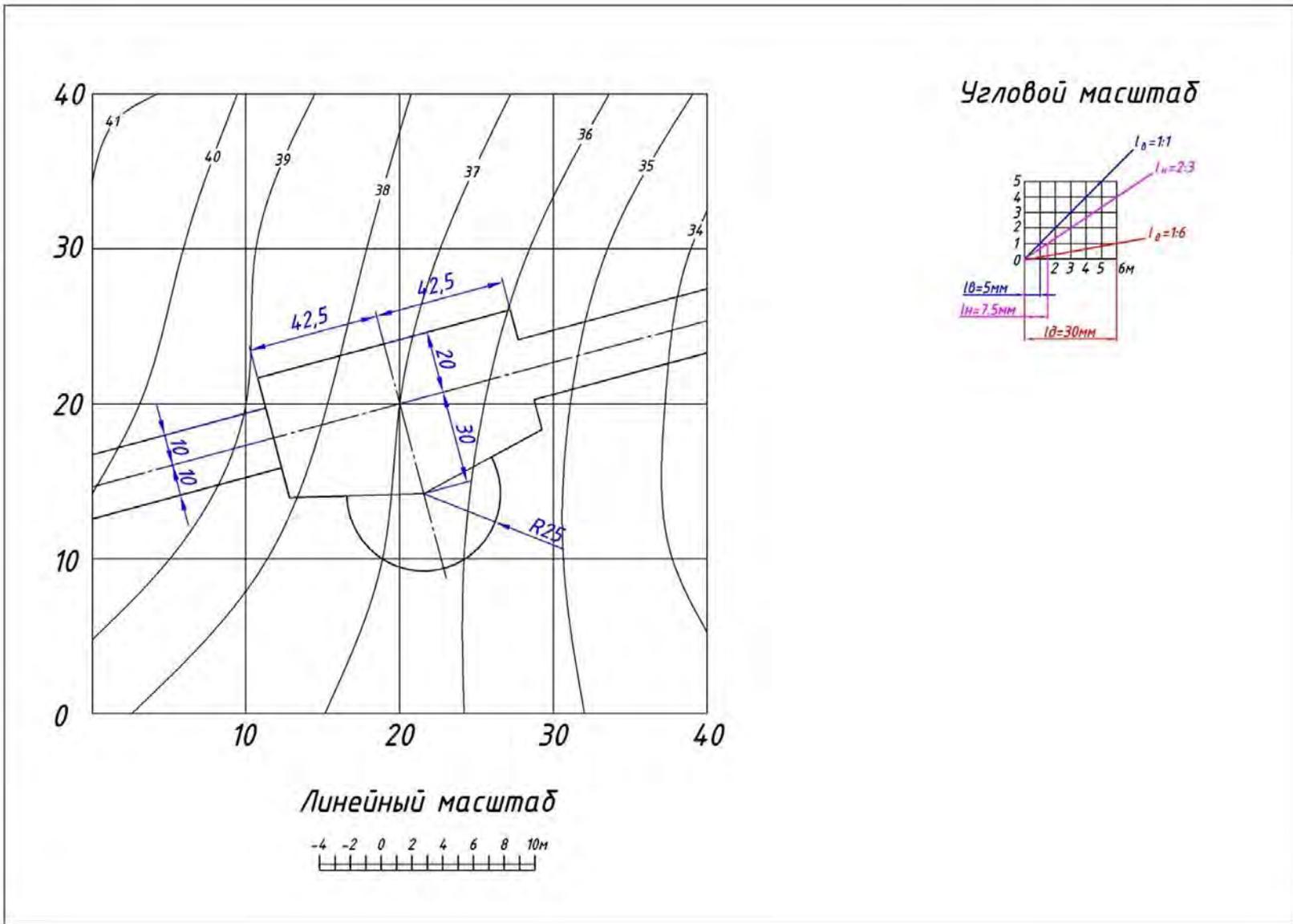
# Линейный масштаб

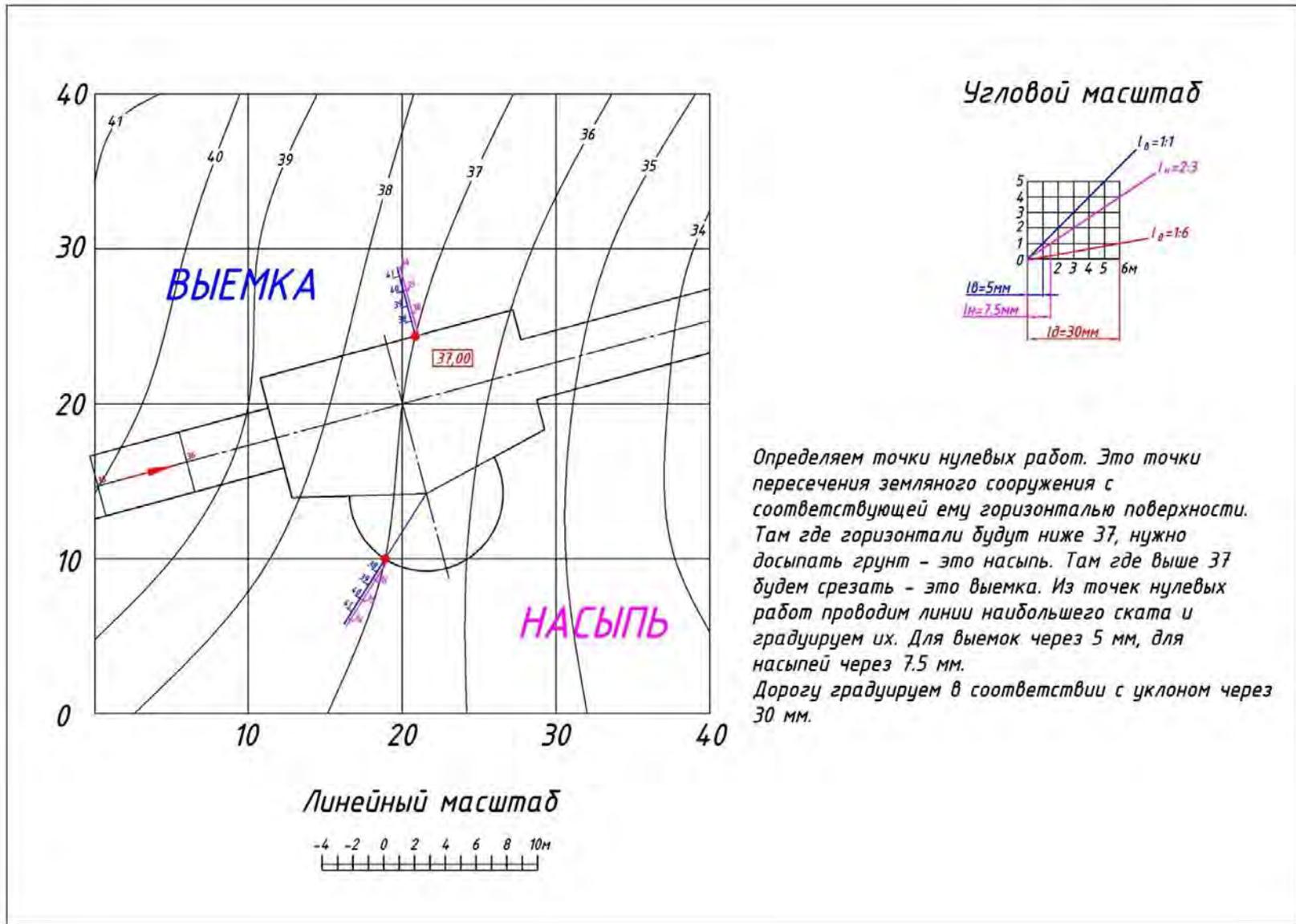


# Угловой масштаб

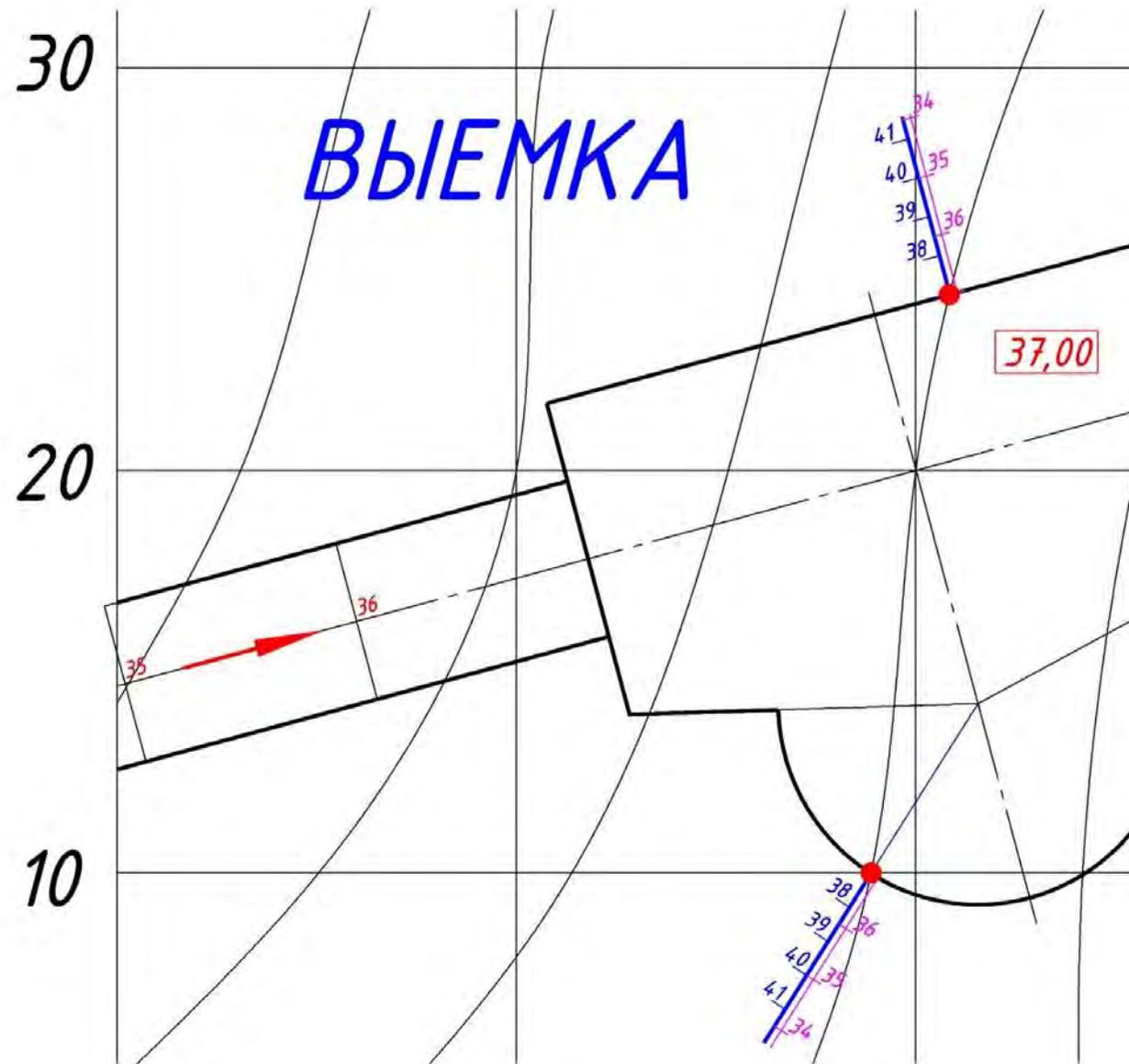


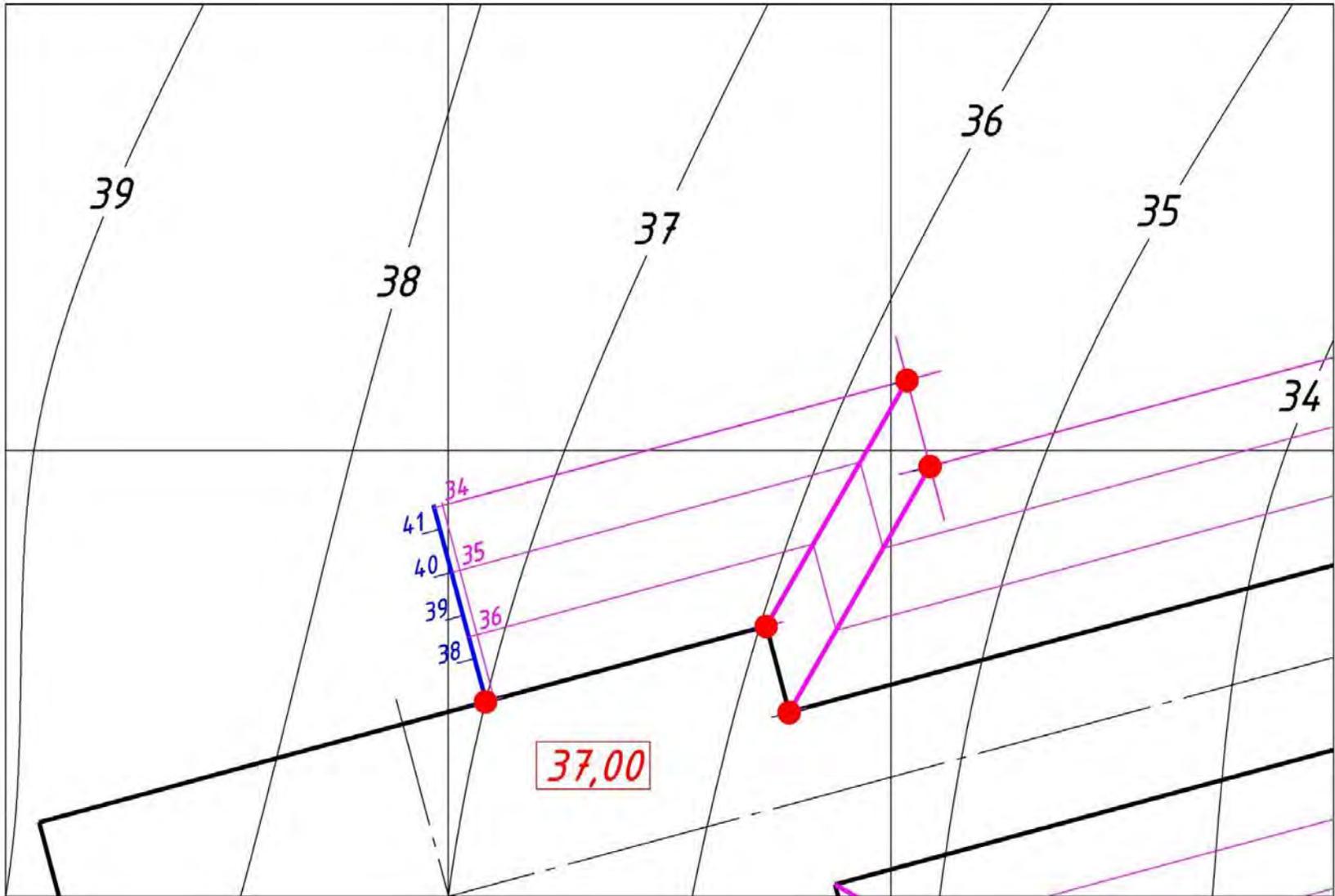


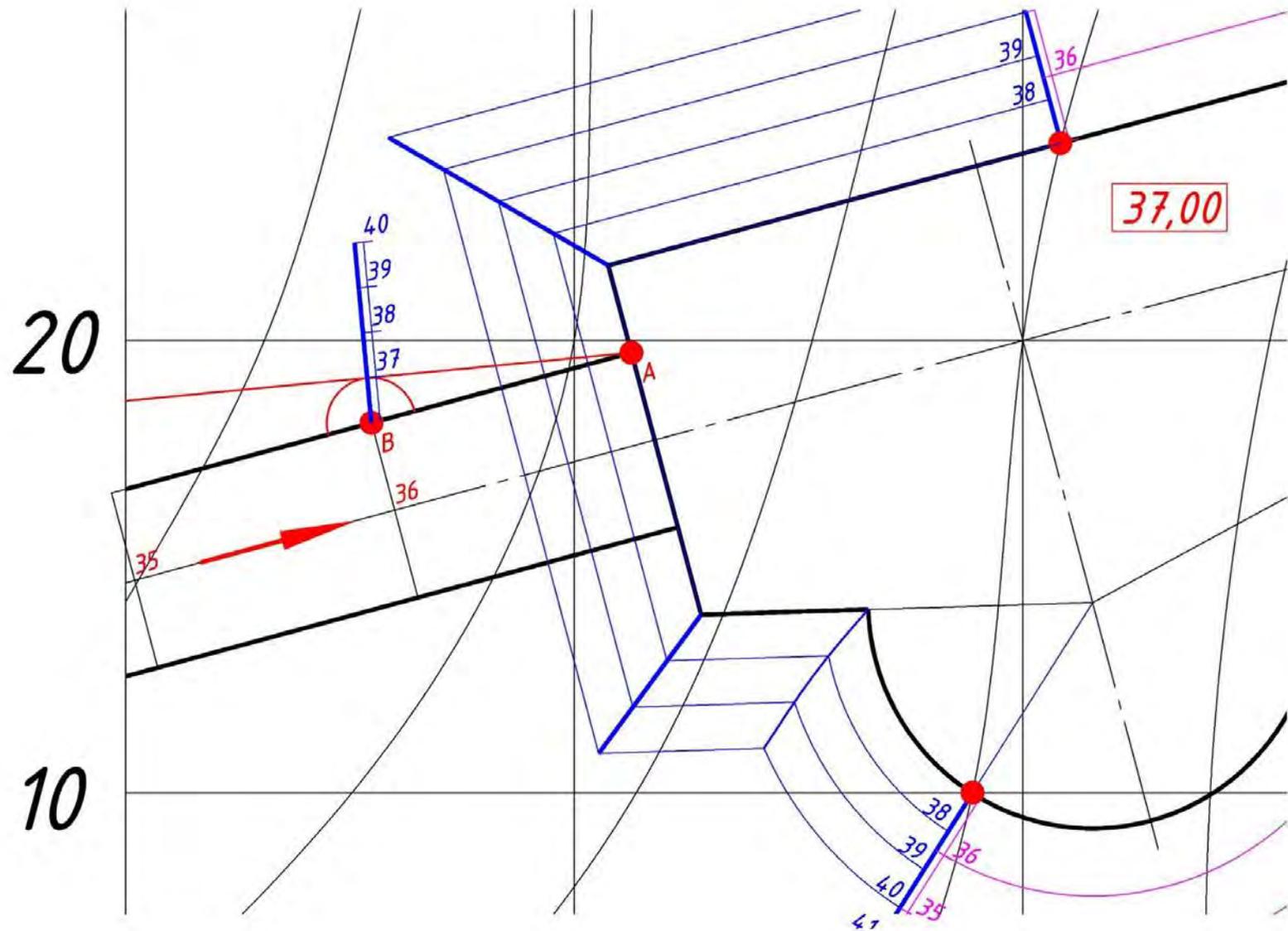


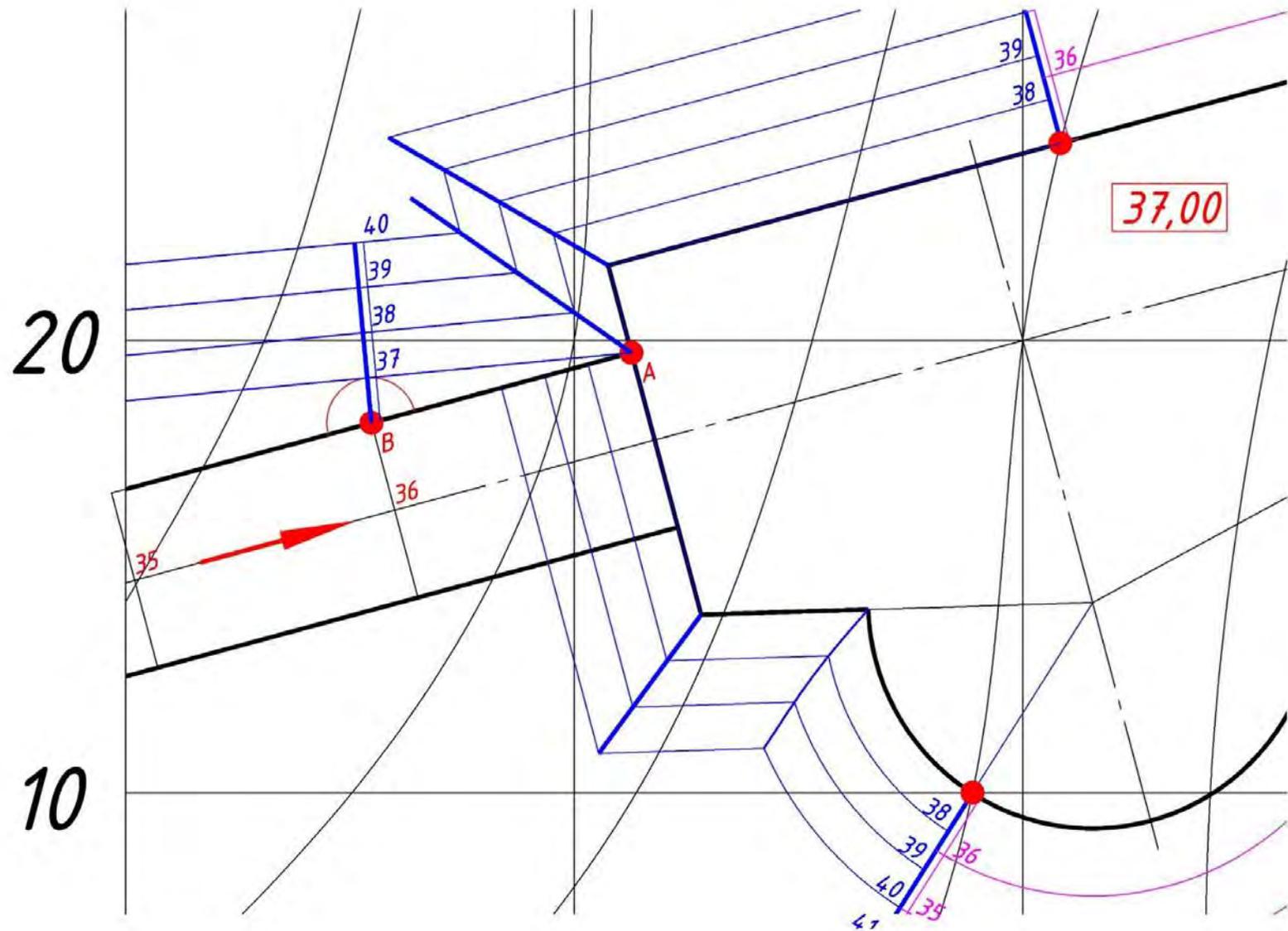


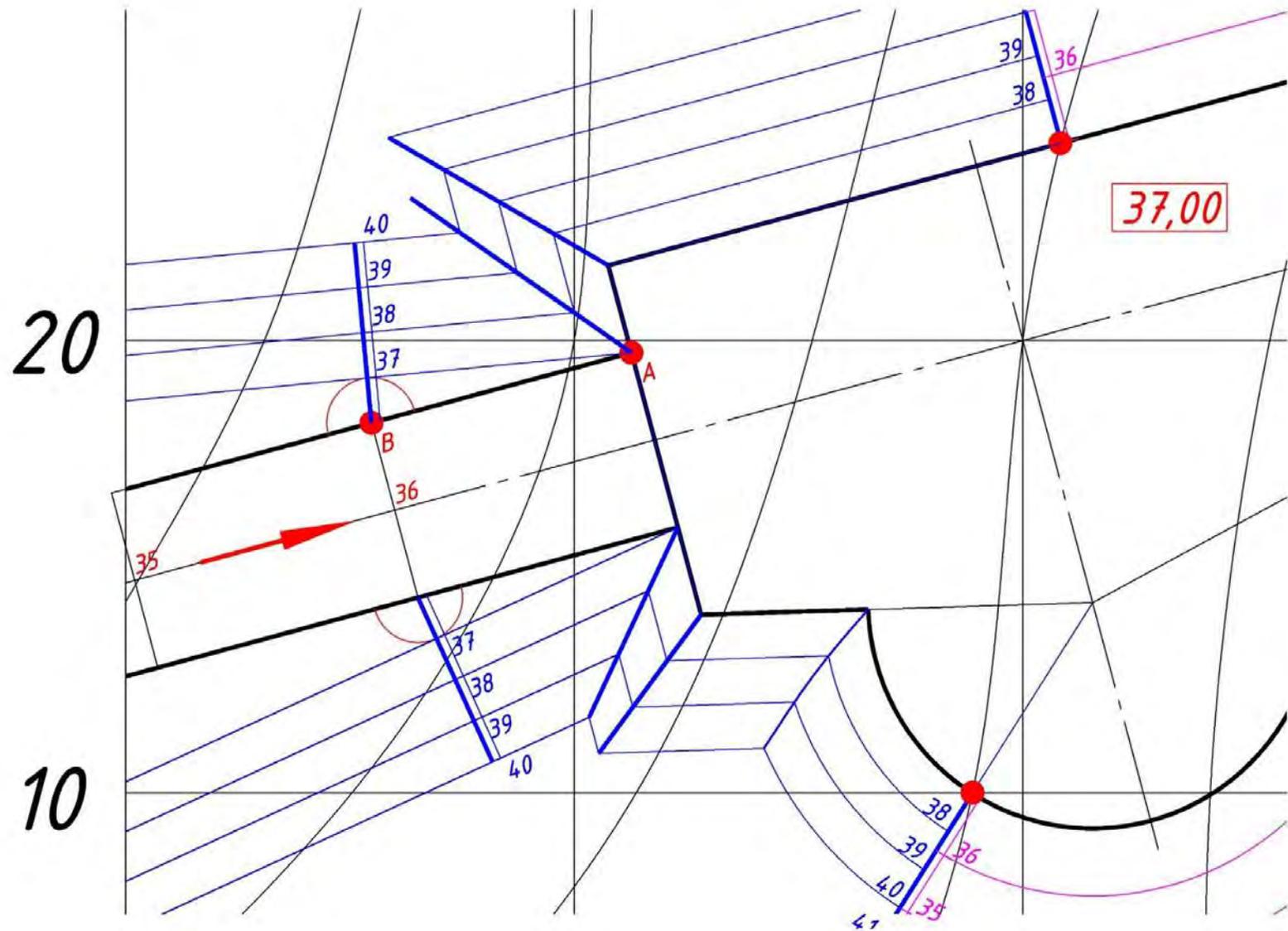
Определяем точки нулевых работ. Это точки пересечения земляного сооружения с соответствующей ему горизонталью поверхности. Там где горизонталы будут ниже 37, нужно досыпать грунт - это насыпь. Там где выше 37 будем срезать - это выемка. Из точек нулевых работ проводим линии наибольшего ската и градуируем их. Для выемок через 5 мм, для насыпей через 7.5 мм. Дорогу градуируем в соответствии с уклоном через 30 мм.

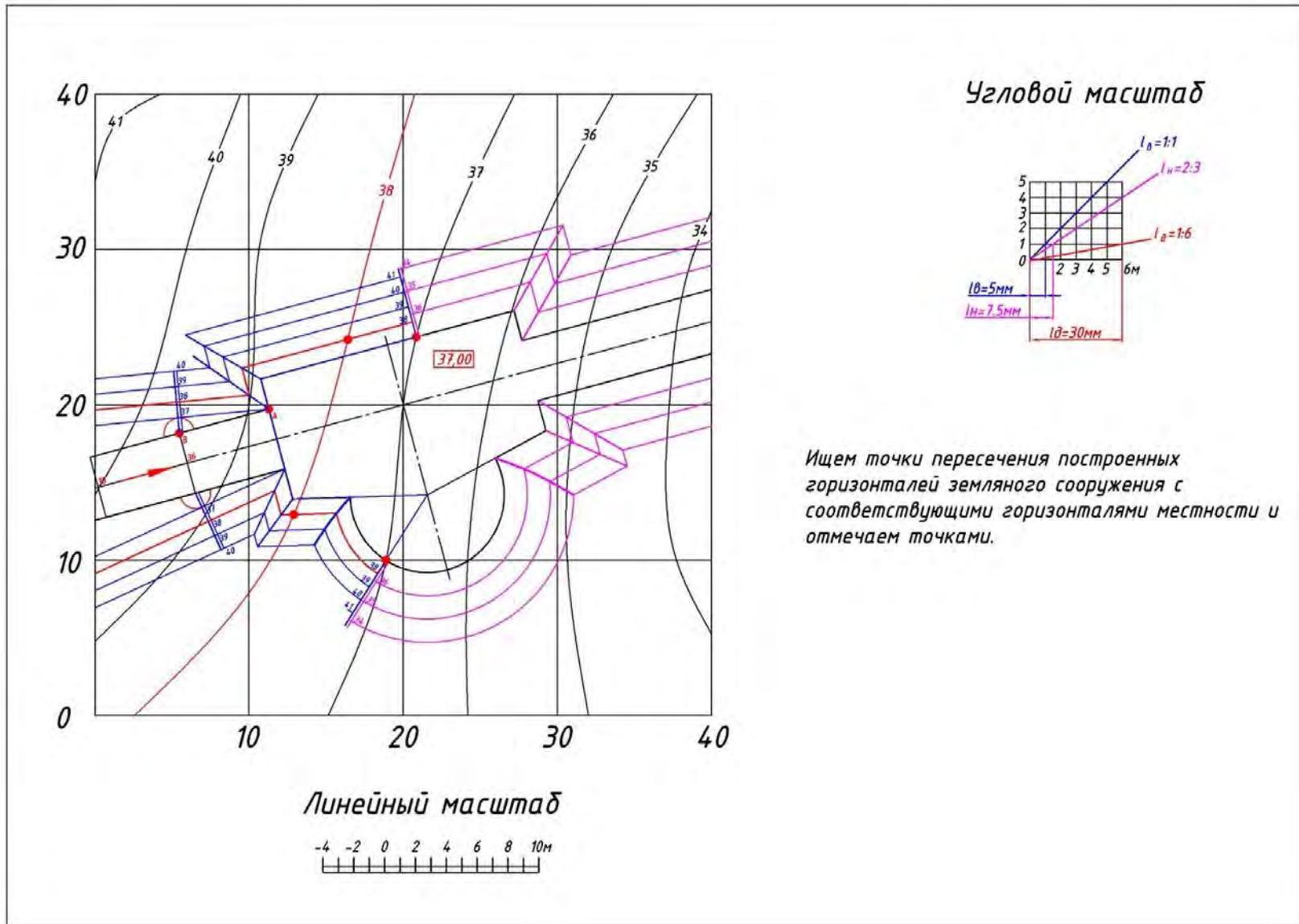




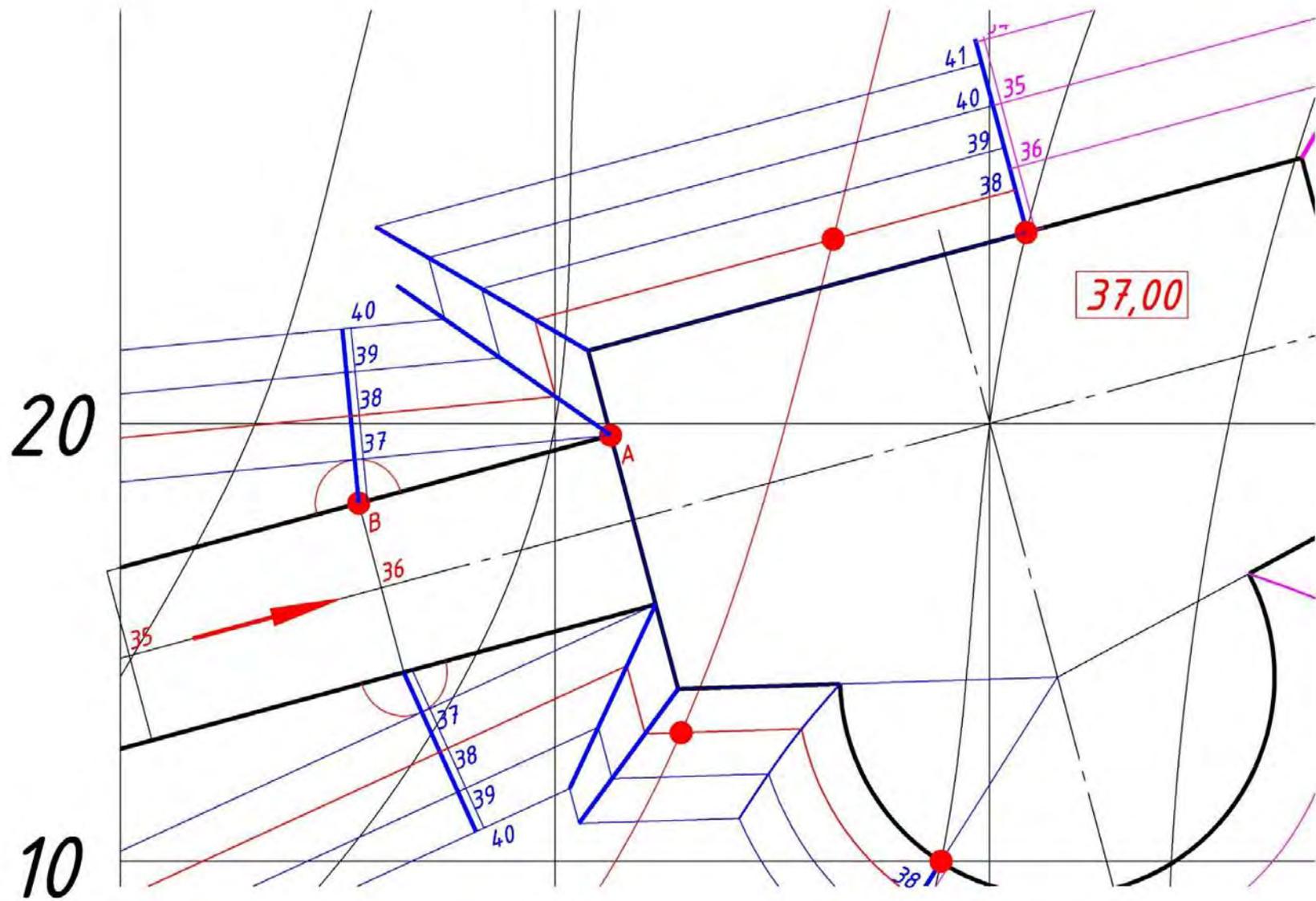


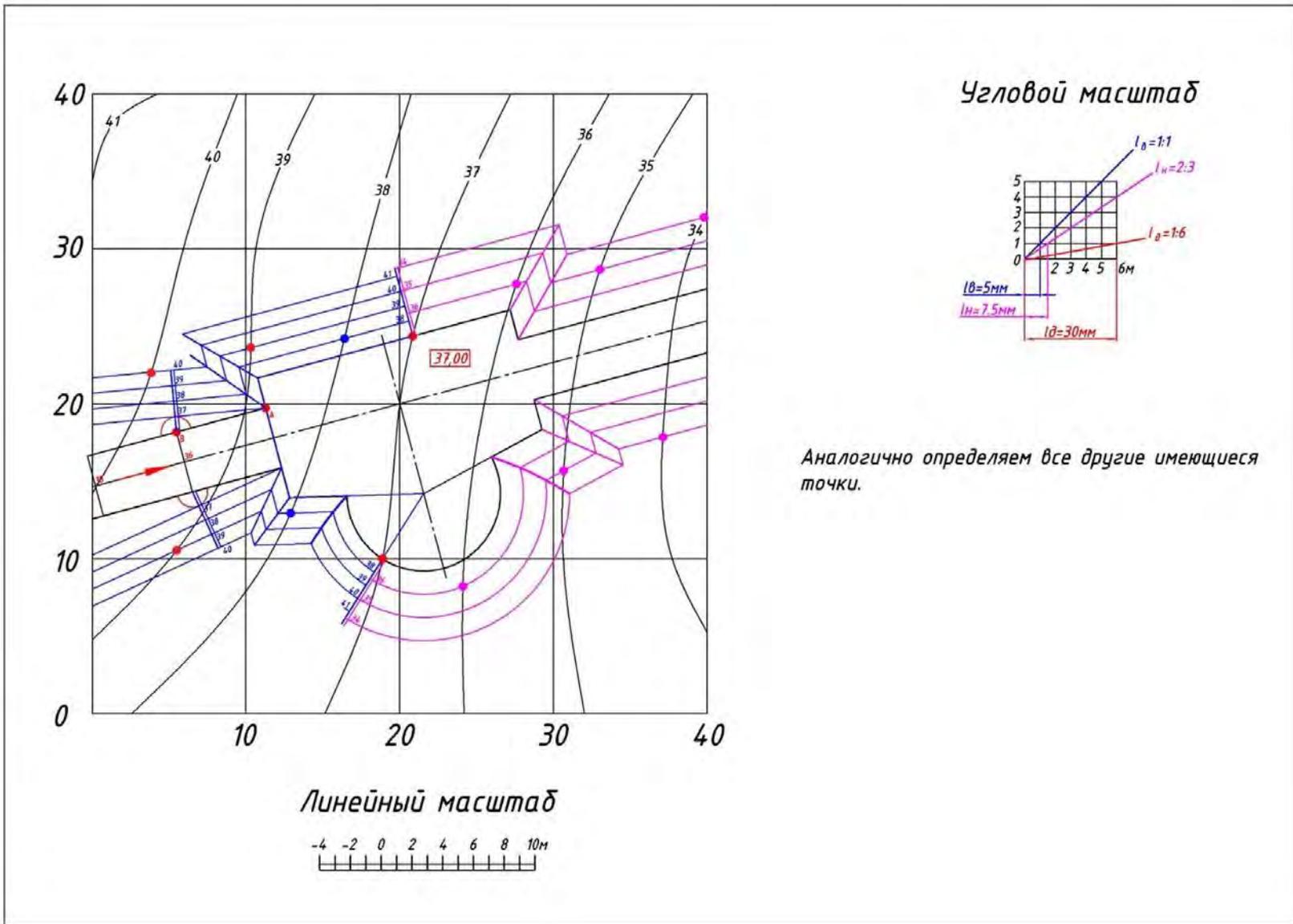


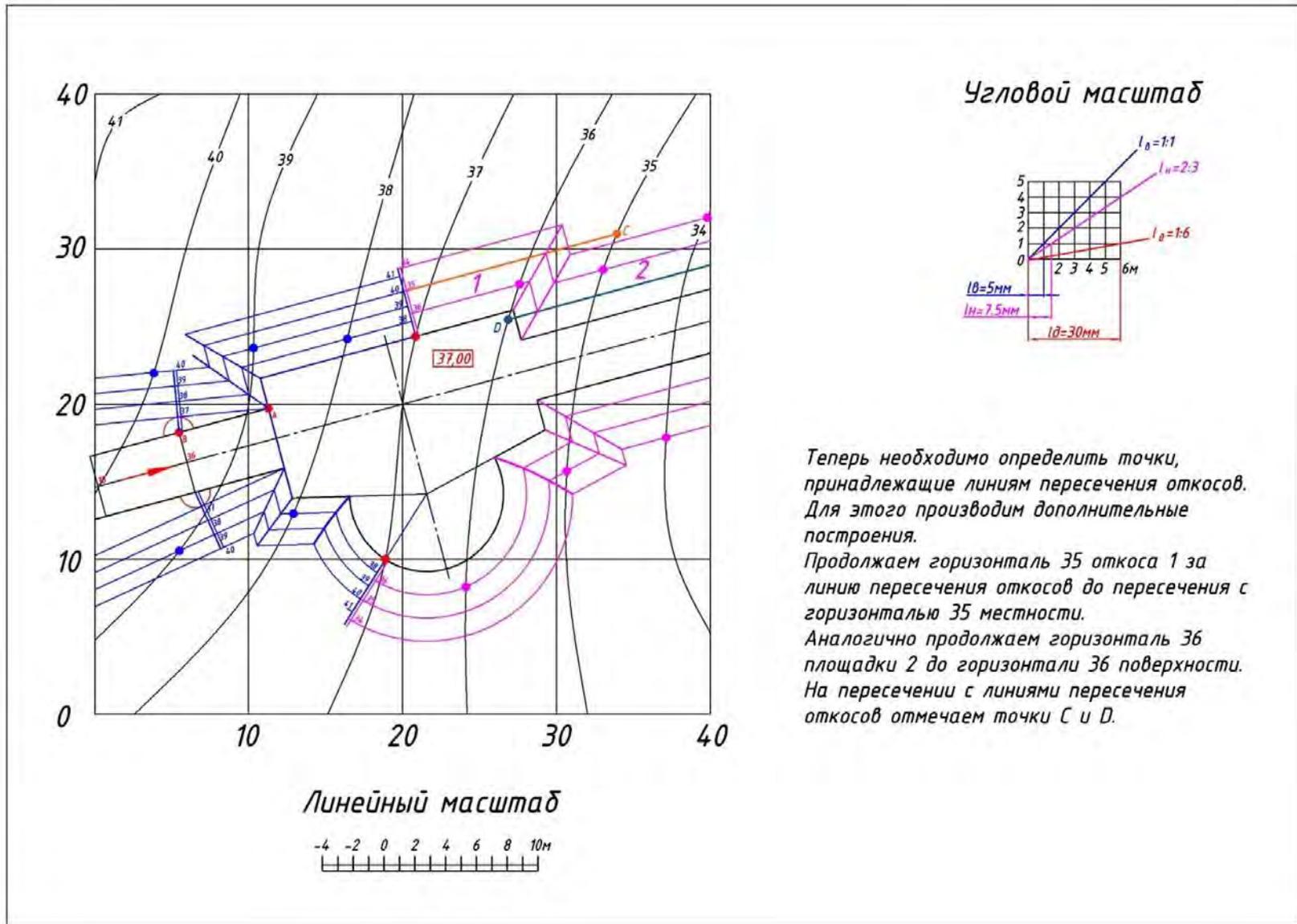




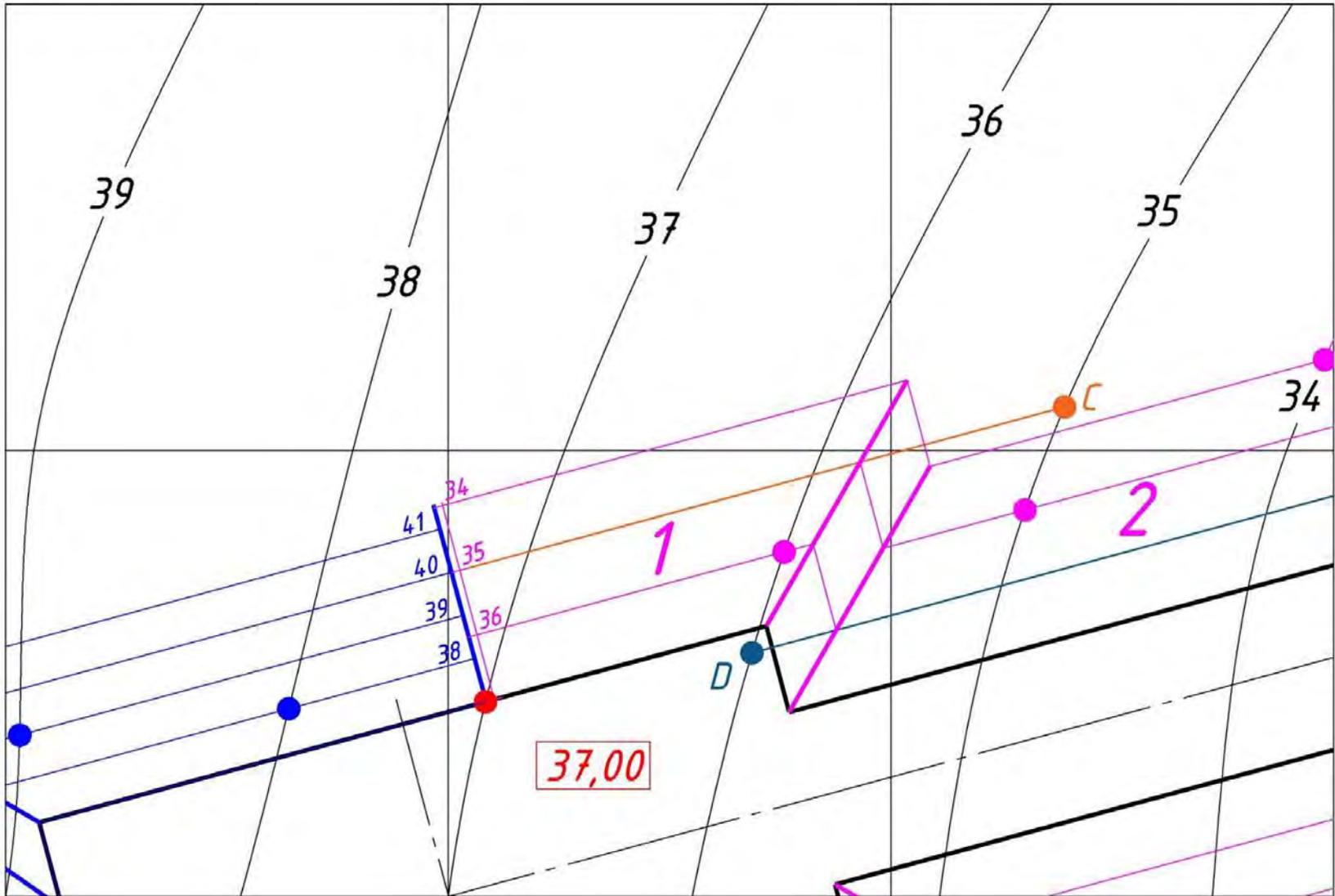
*Ищем точки пересечения построенных горизонталей земляного сооружения с соответствующими горизонталями местности и отмечаем точками.*

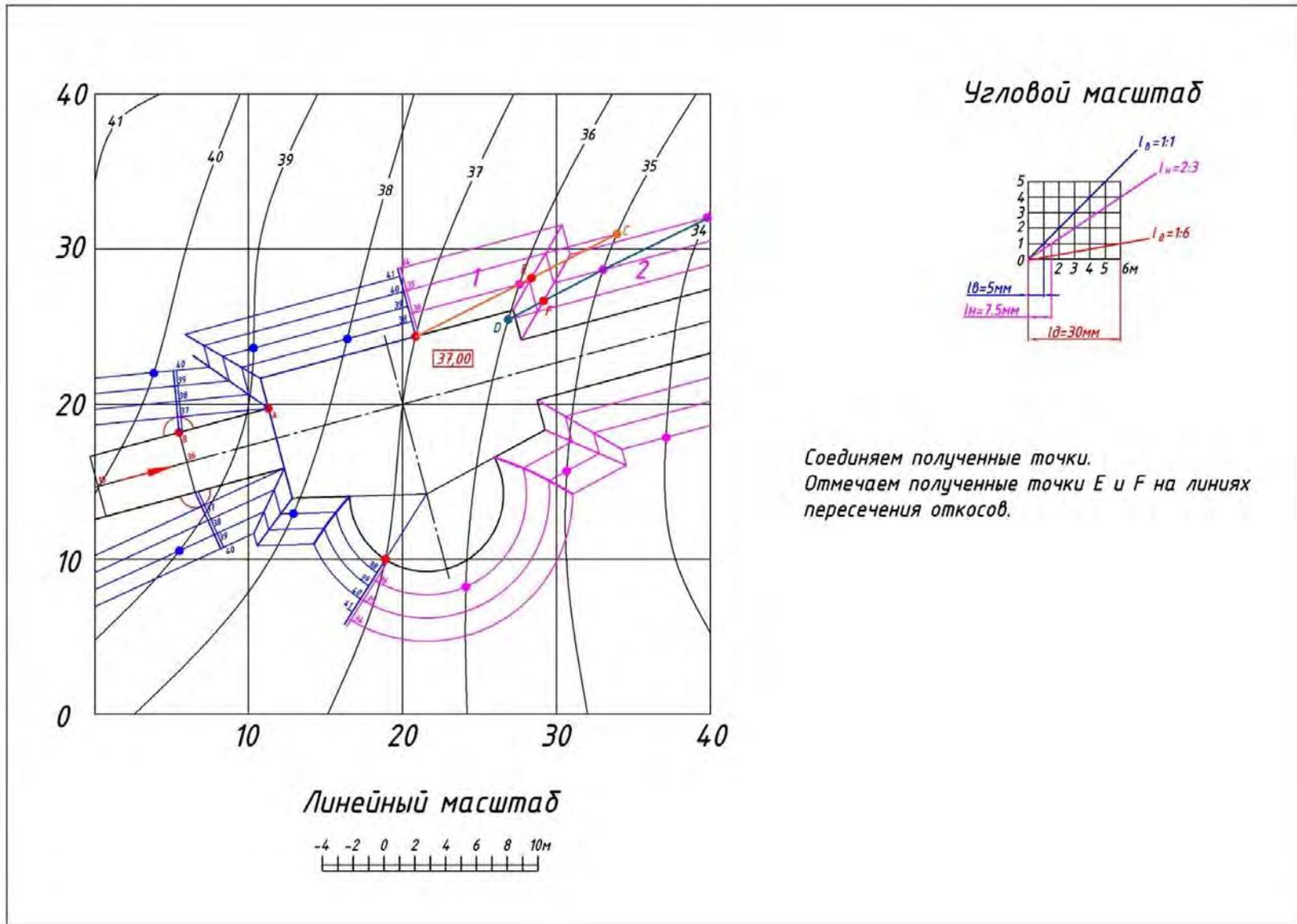


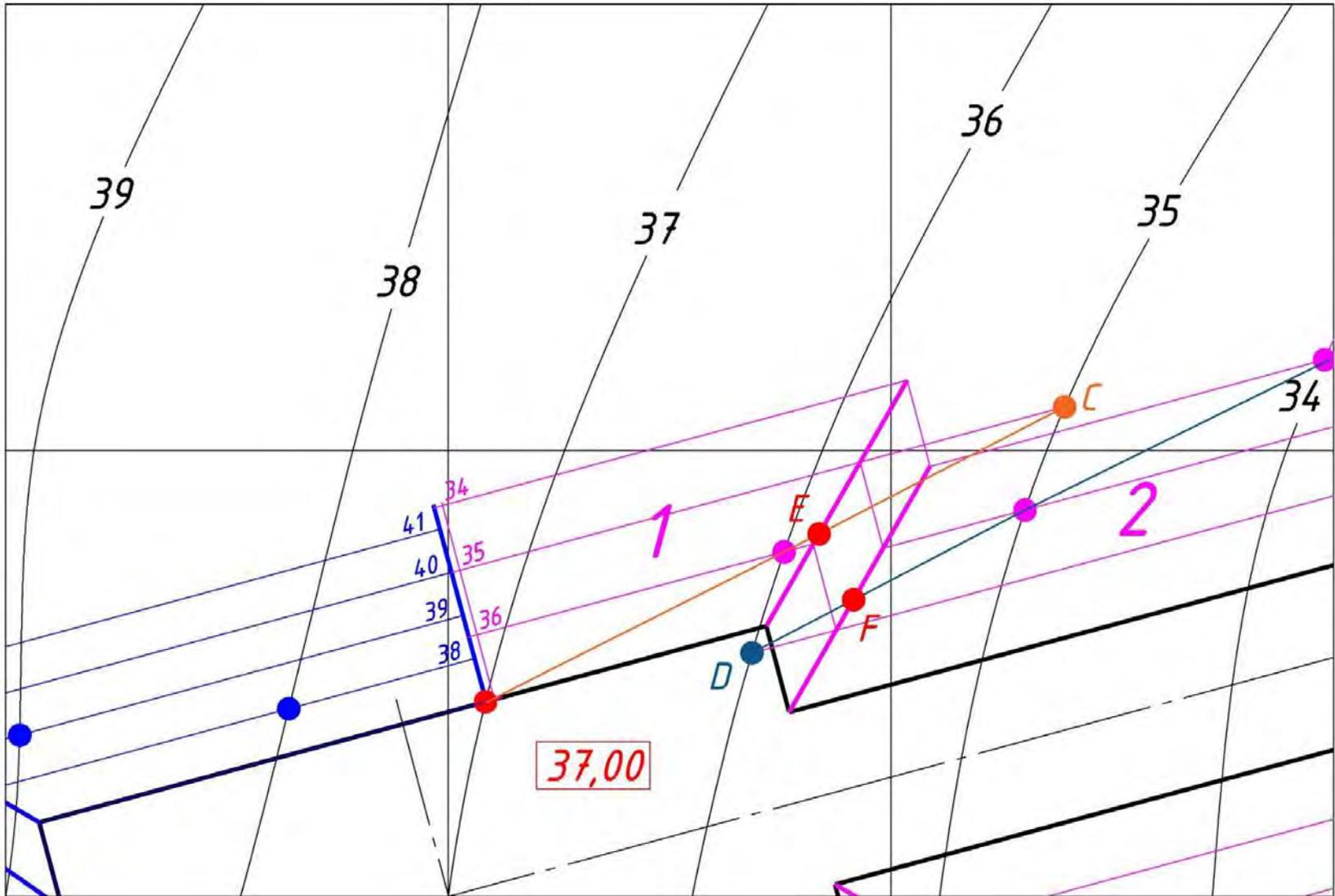


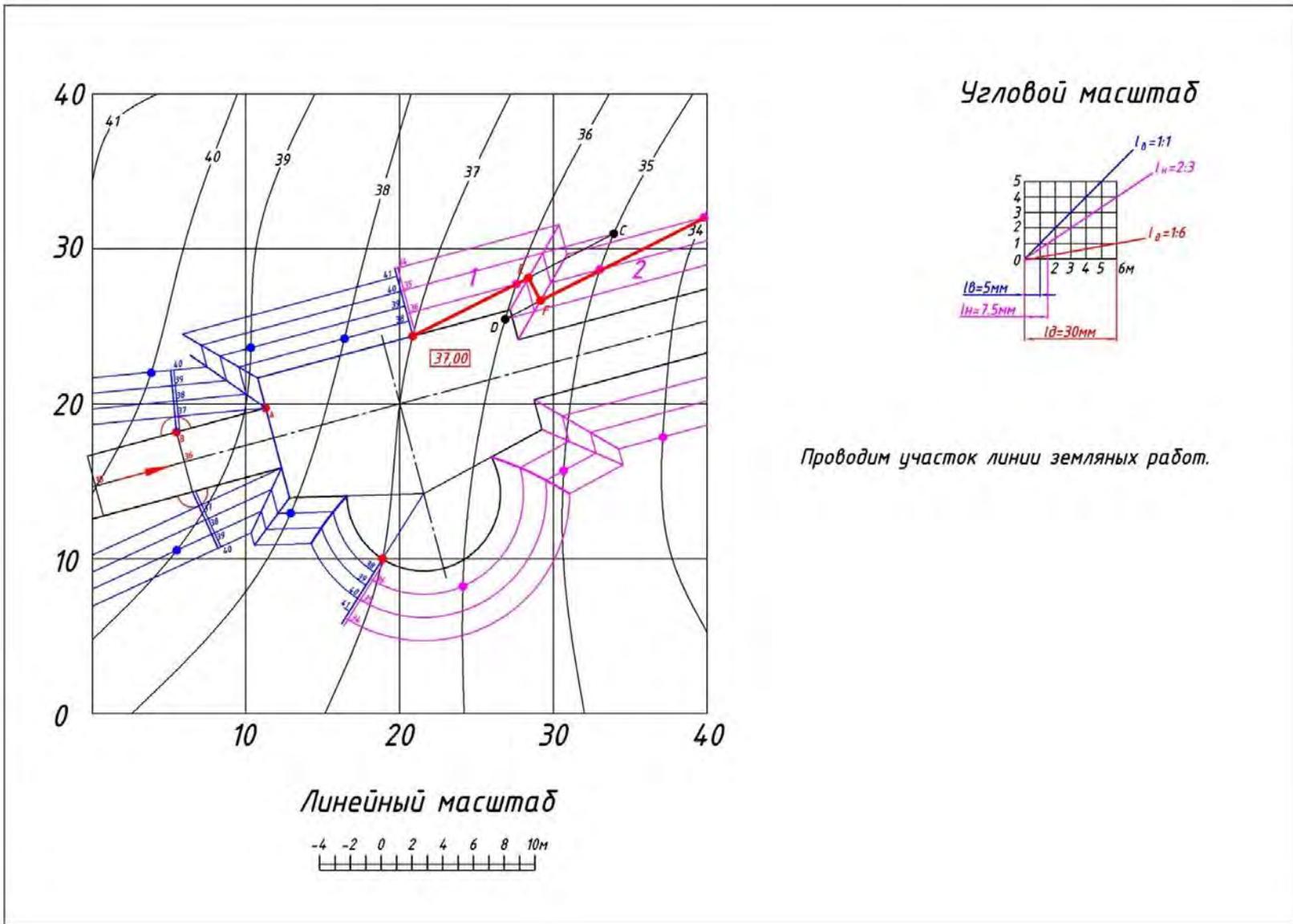


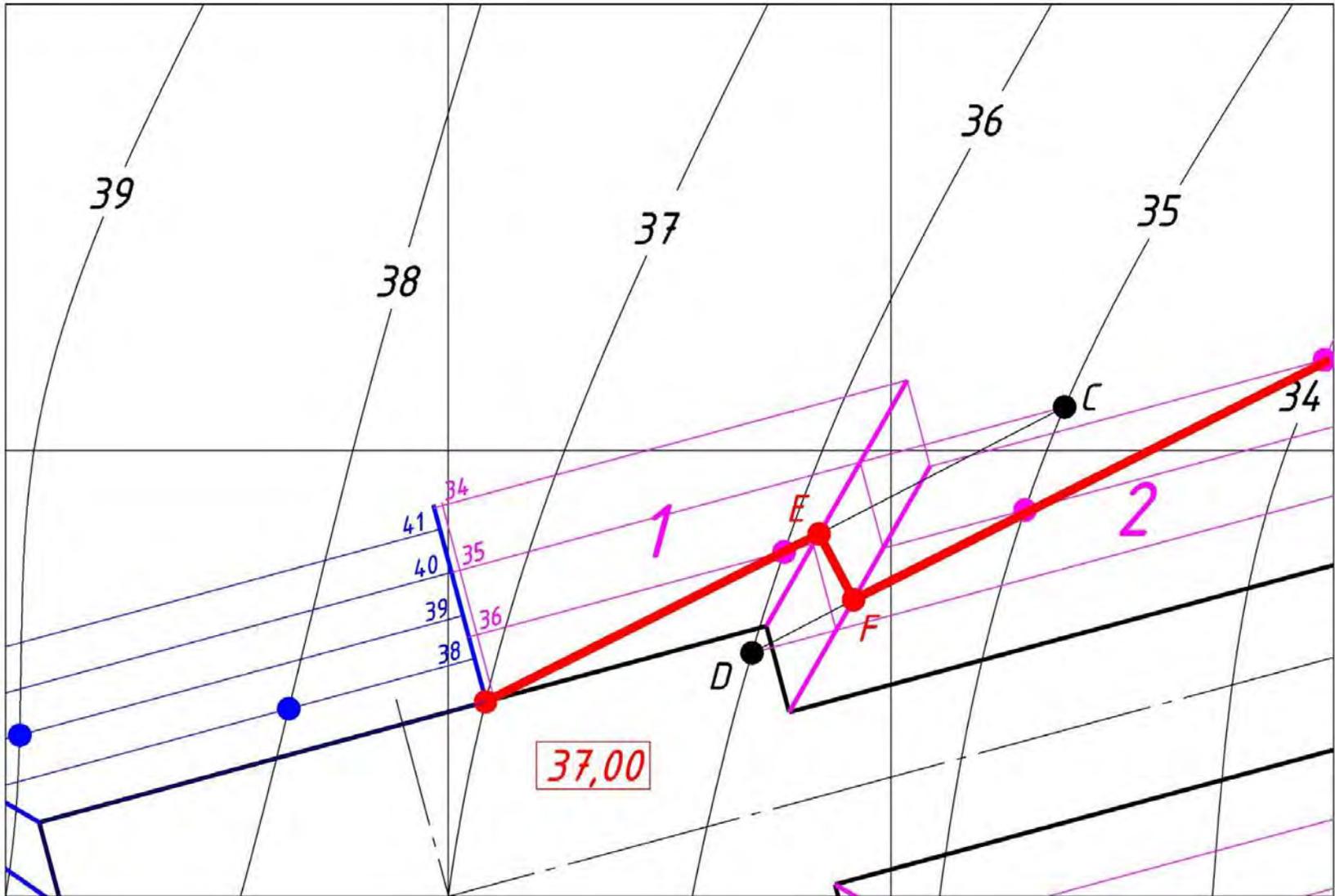
Теперь необходимо определить точки, принадлежащие линиям пересечения откосов. Для этого производим дополнительные построения. Продолжаем горизонталь 35 откоса 1 за линию пересечения откосов до пересечения с горизонталью 35 местности. Аналогично продолжаем горизонталь 36 площадки 2 до горизонтали 36 поверхности. На пересечении с линиями пересечения откосов отмечаем точки C и D.

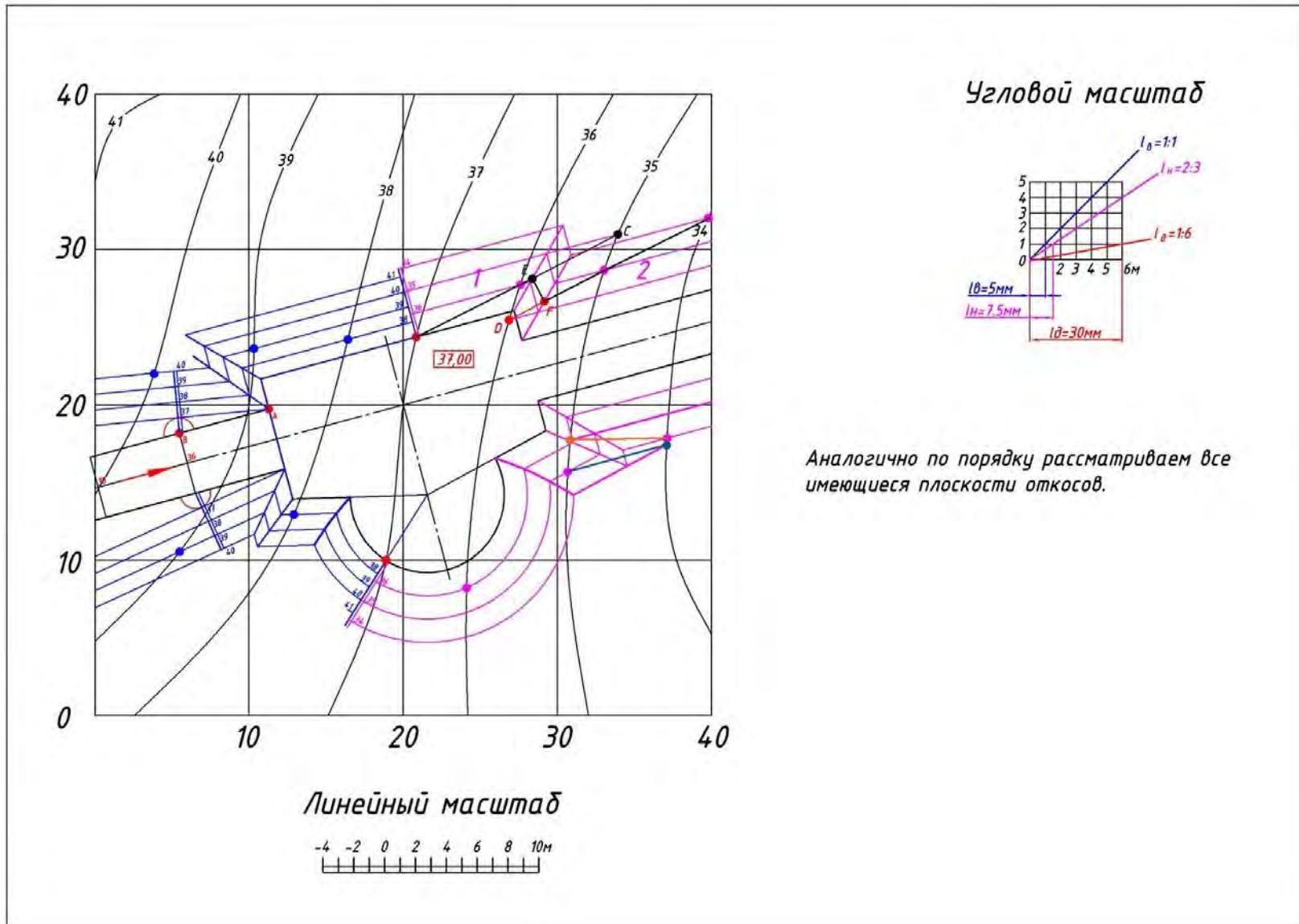


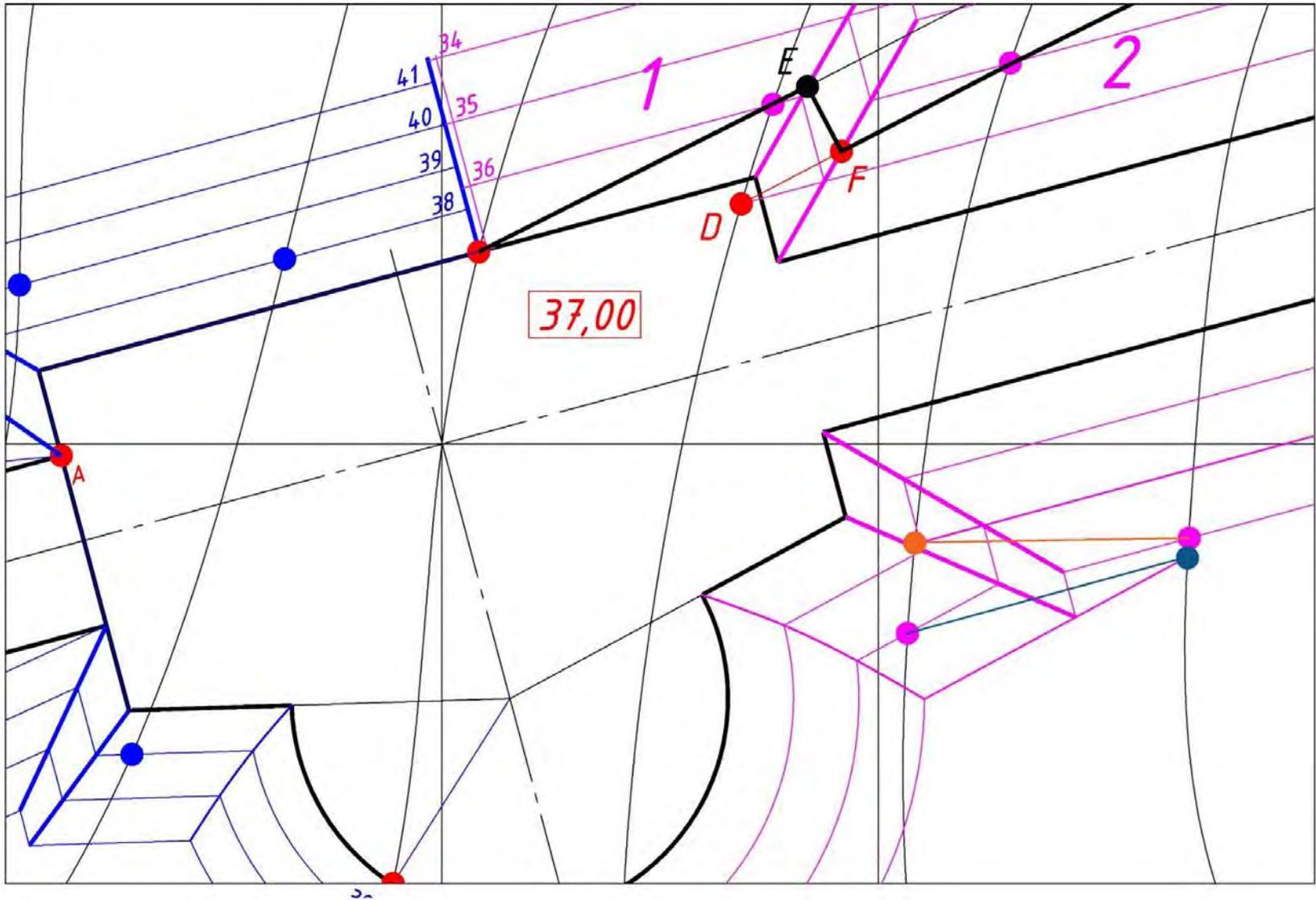


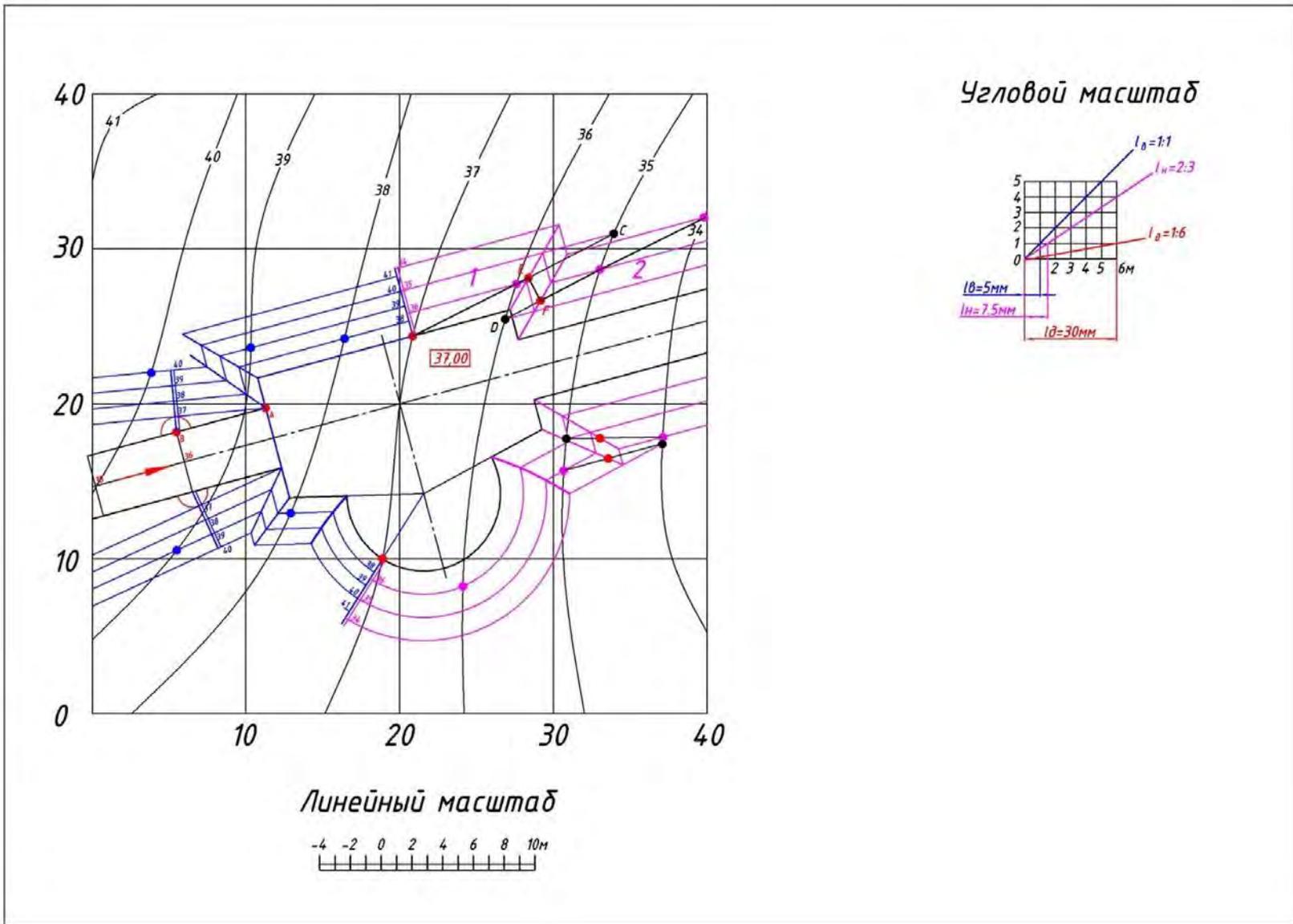


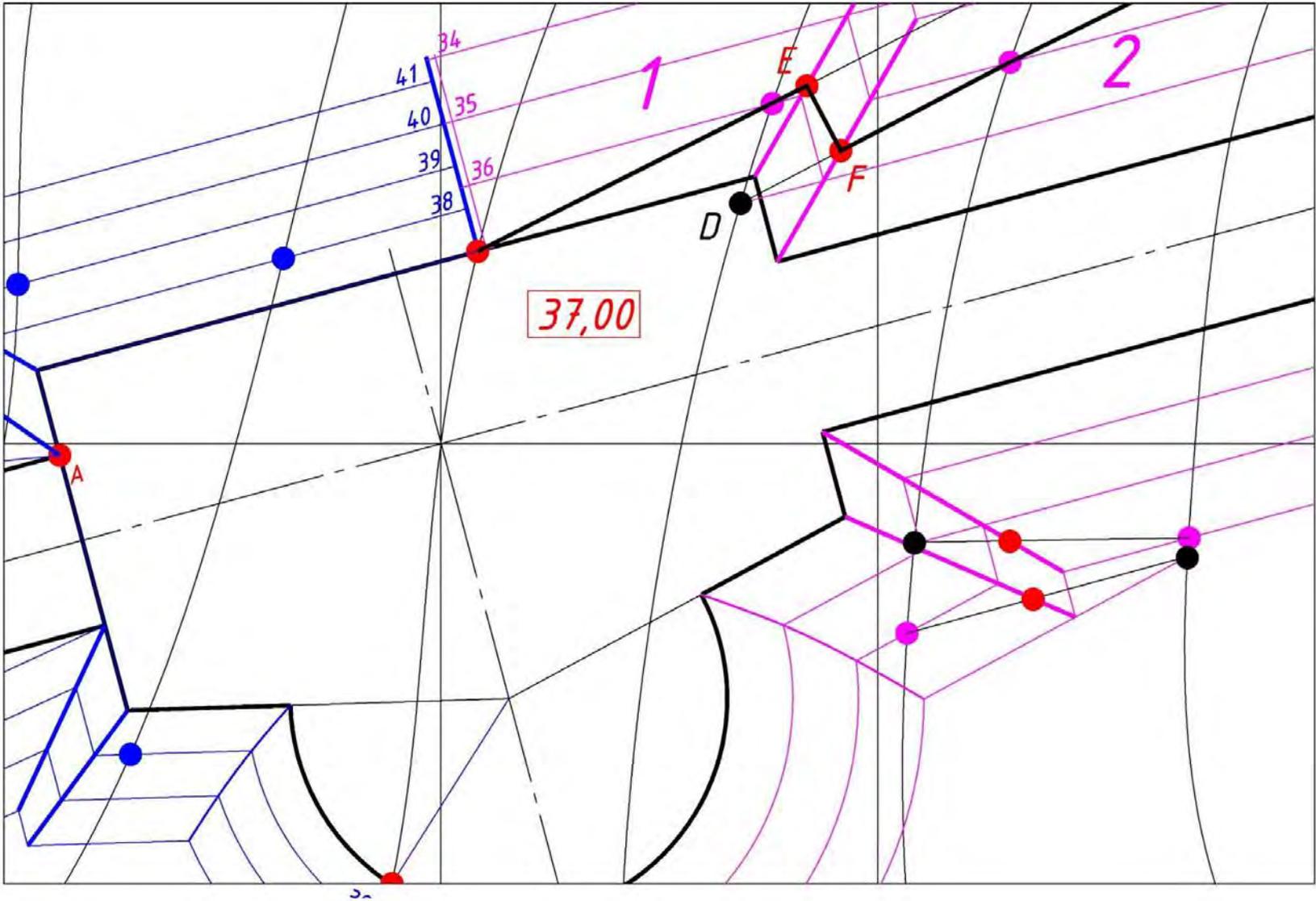


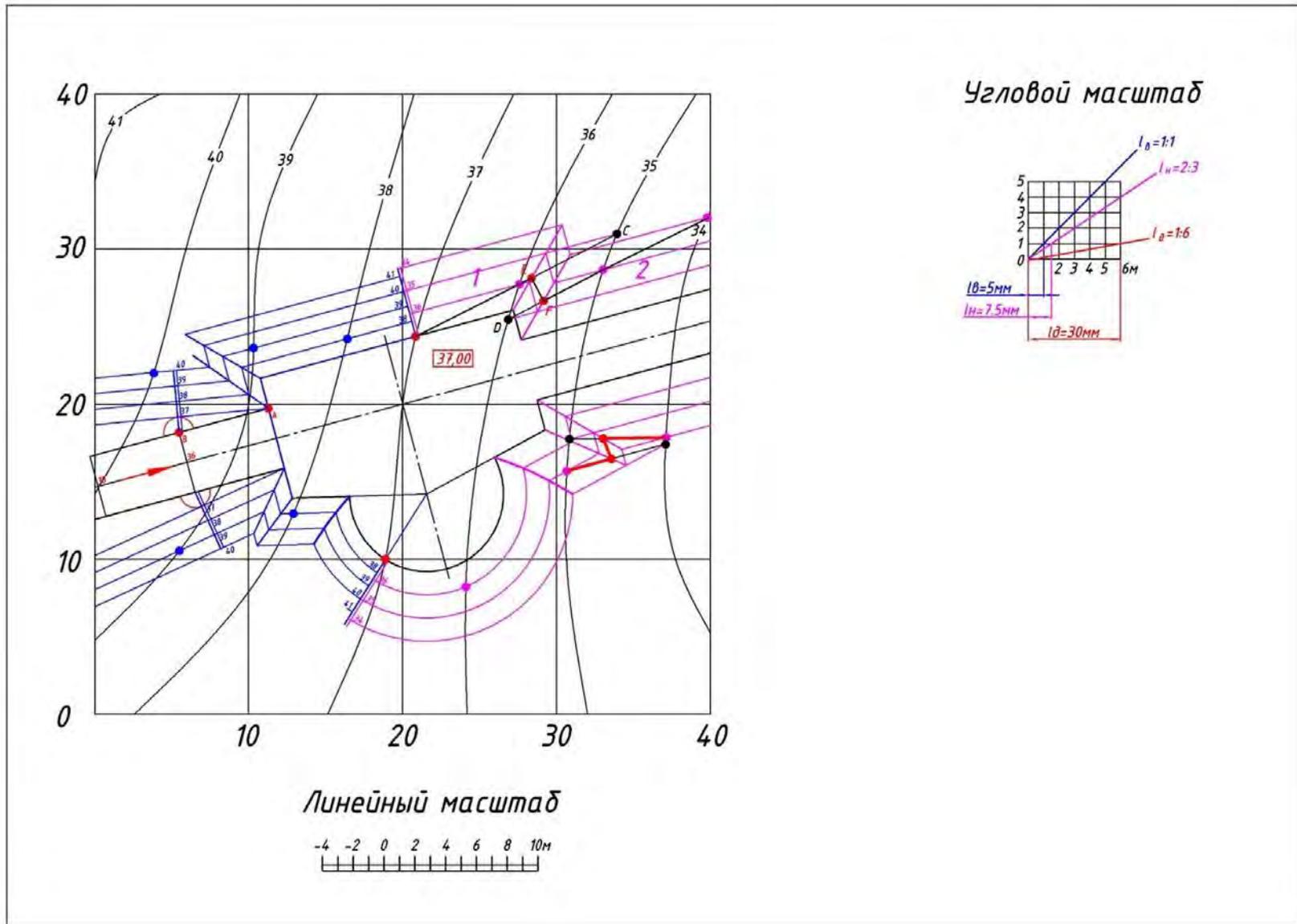


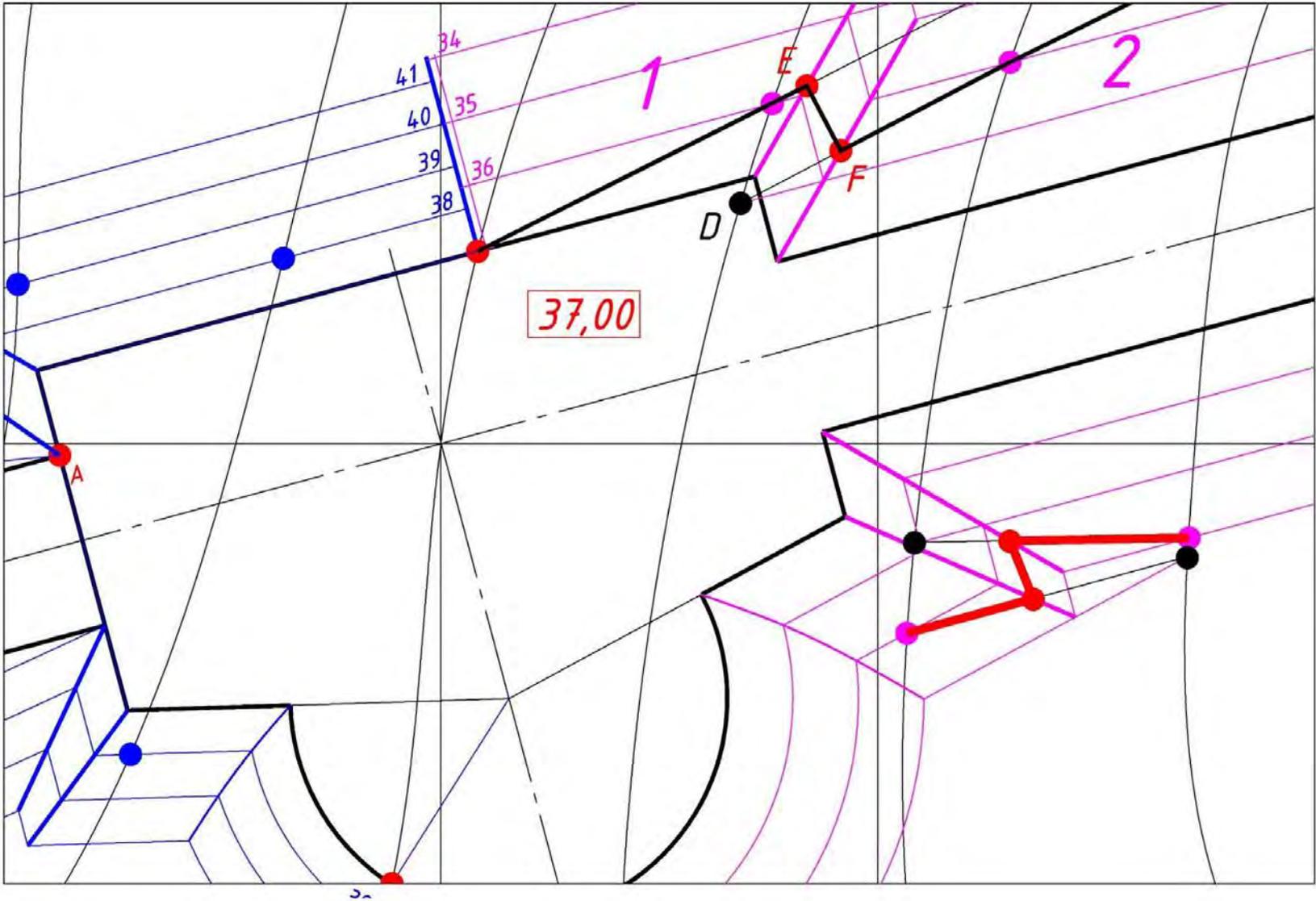


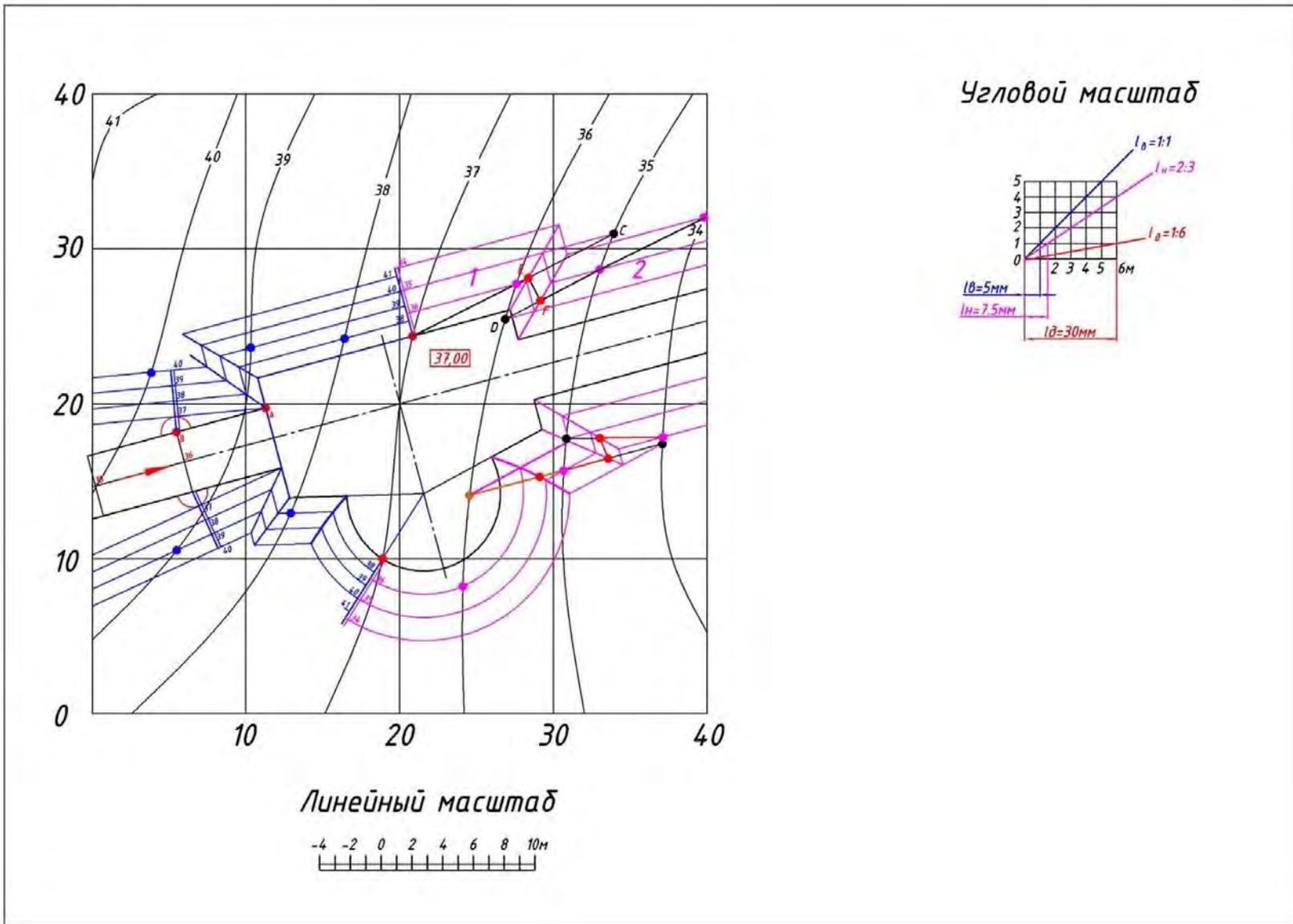


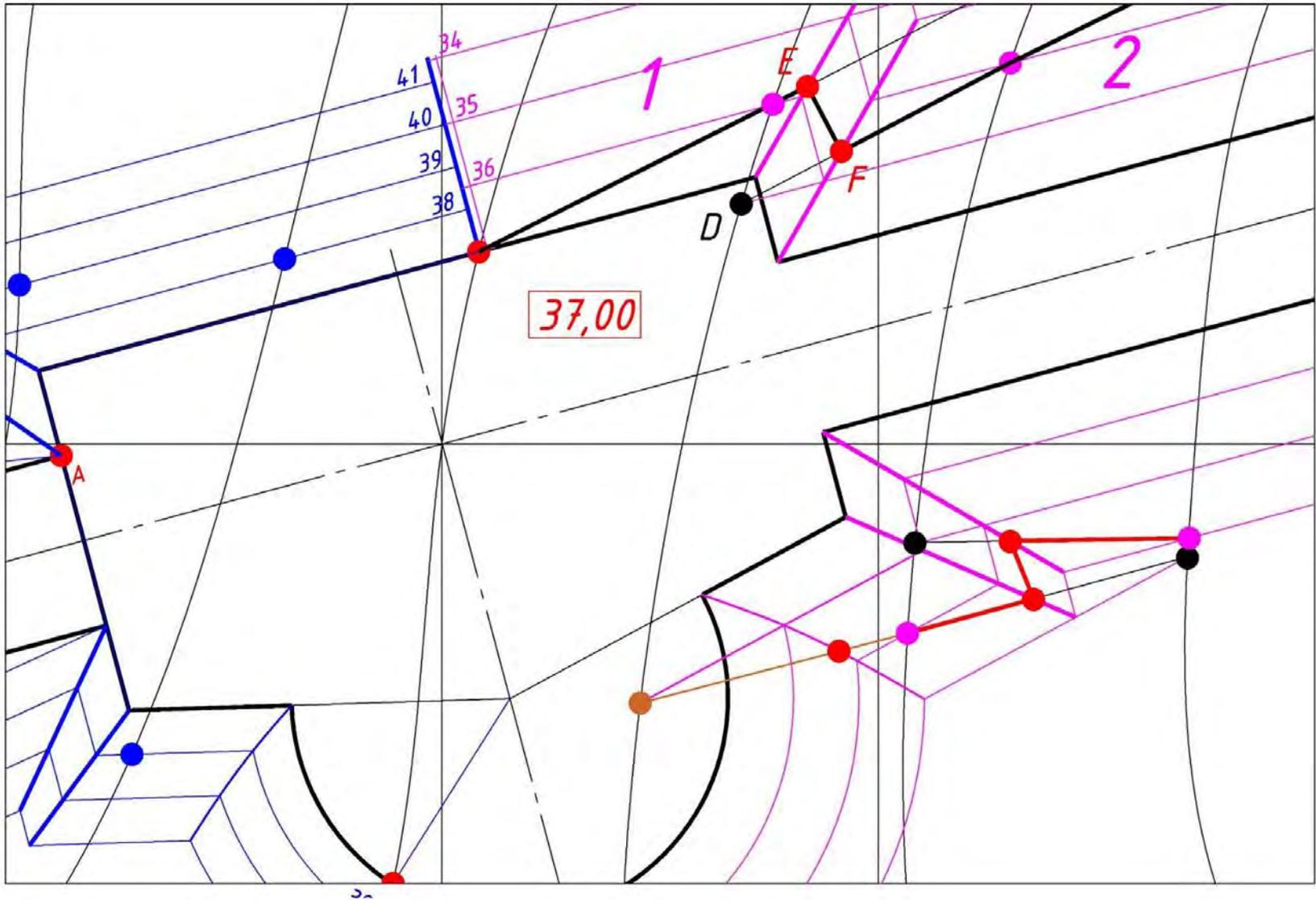


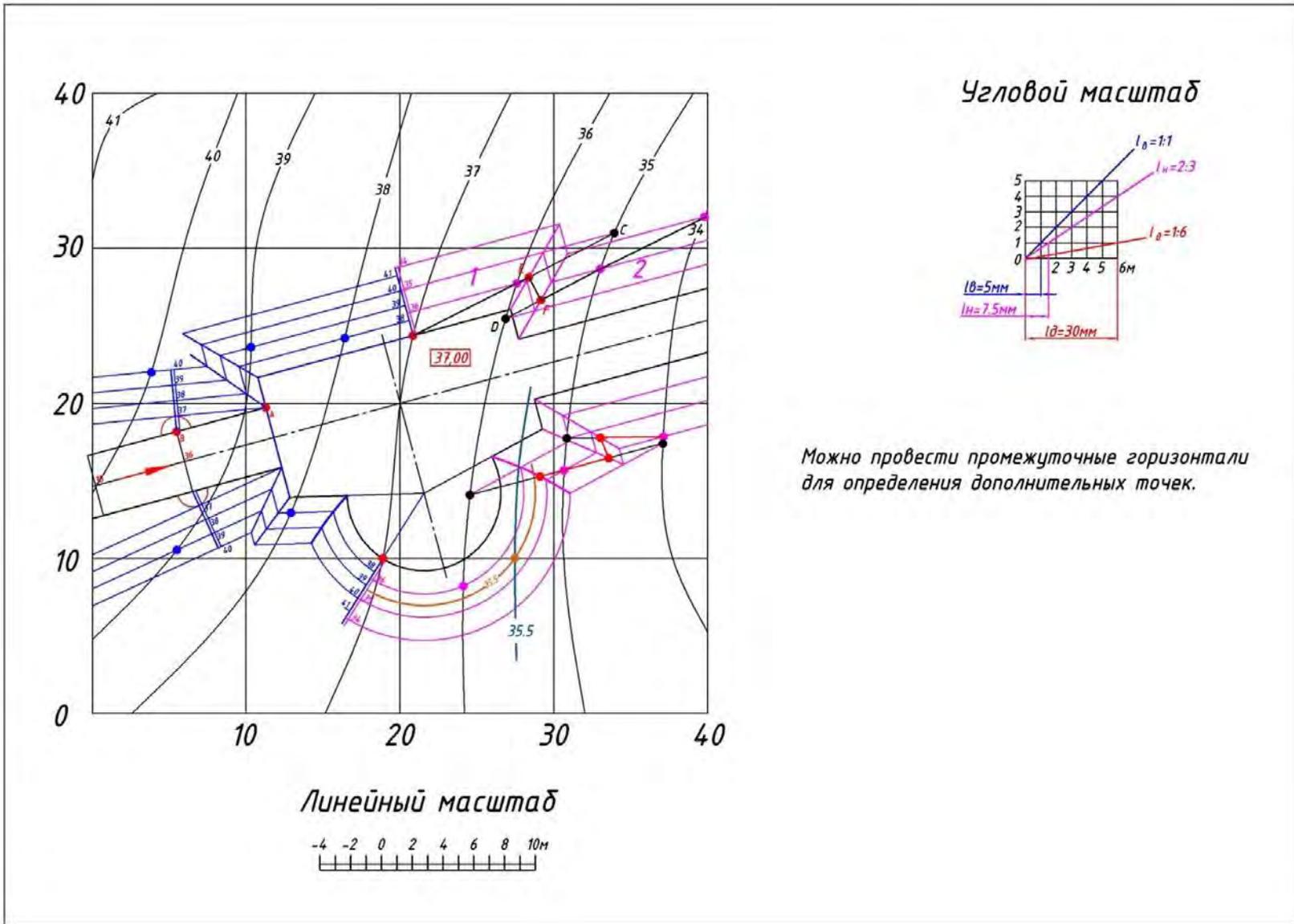


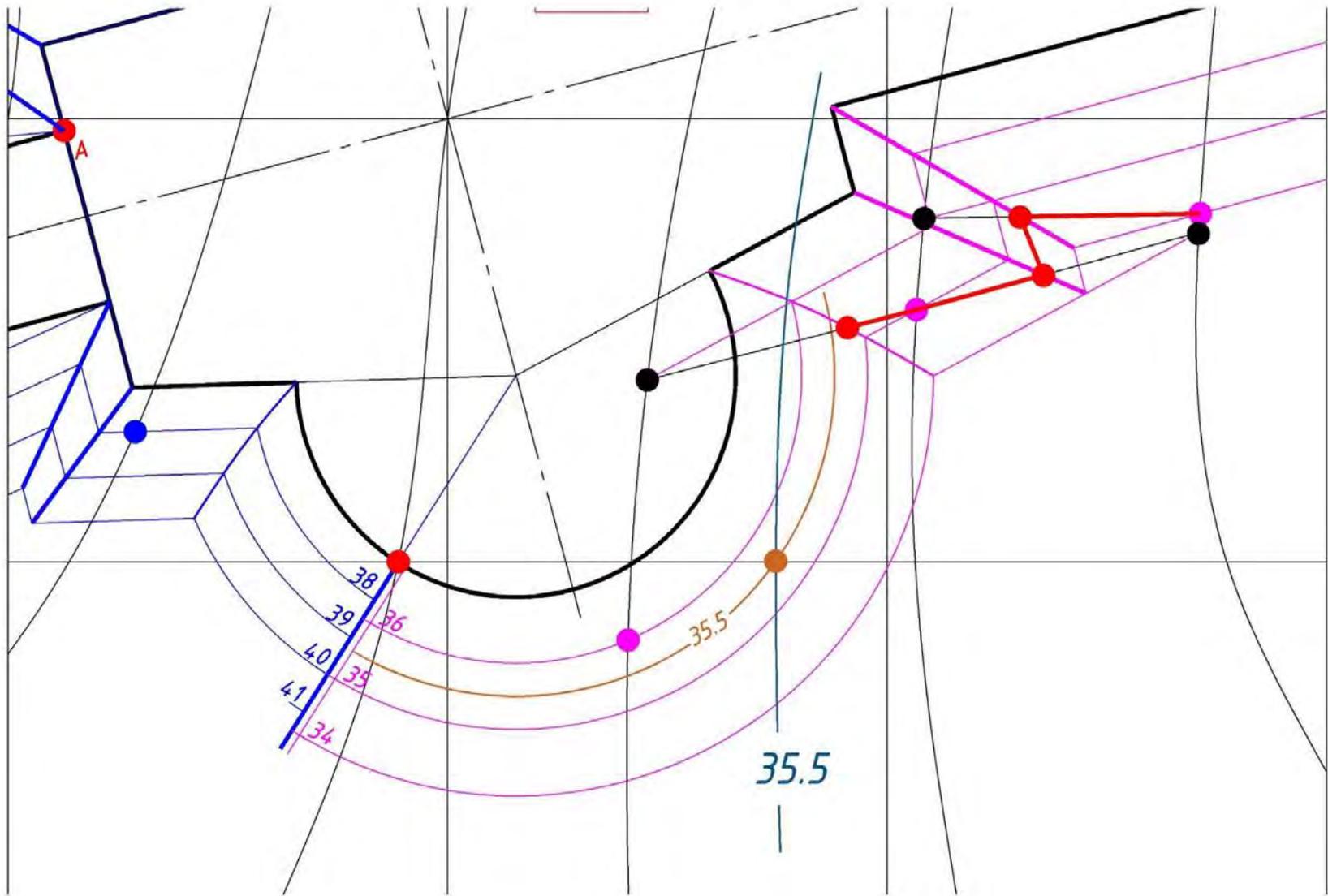


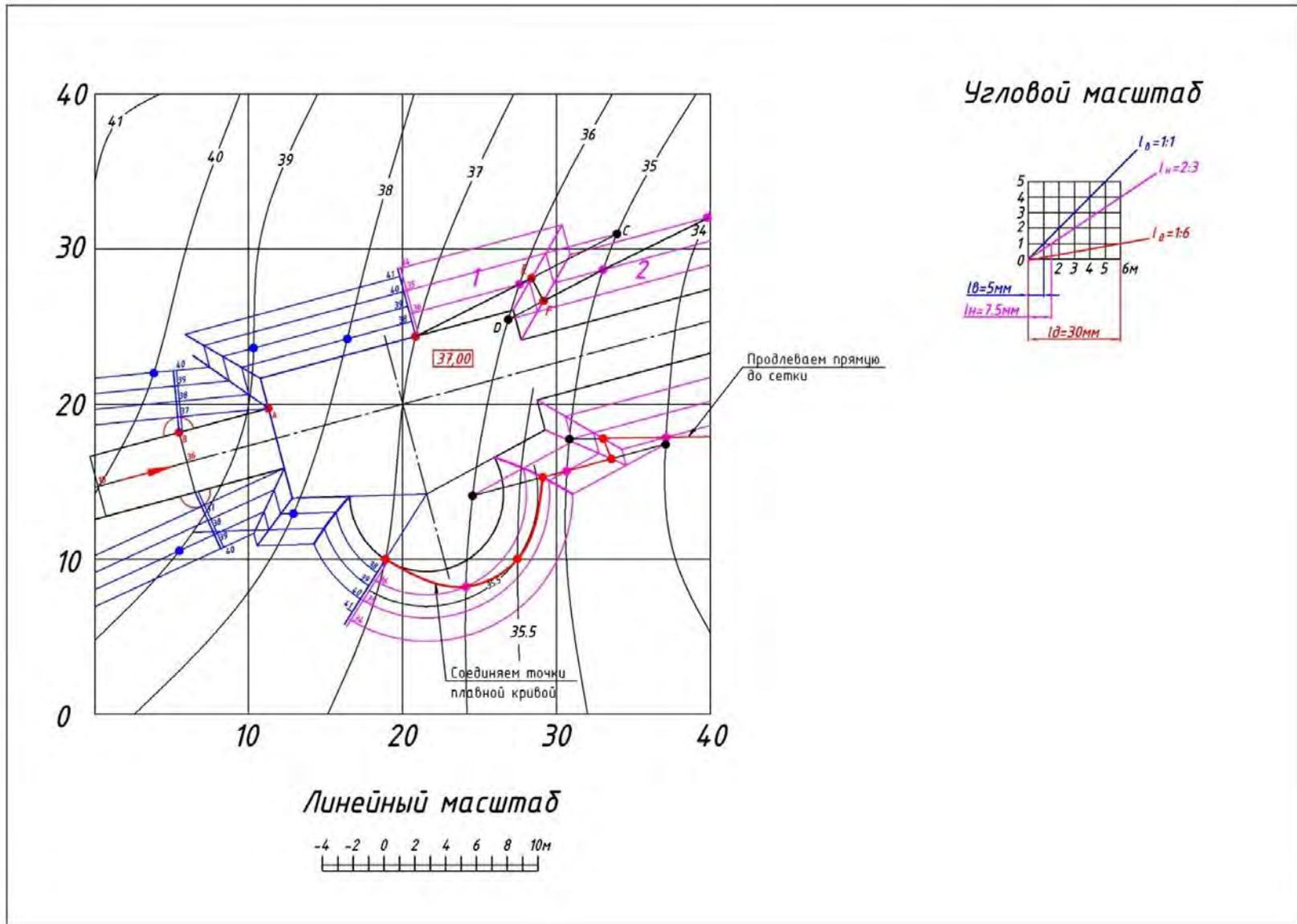


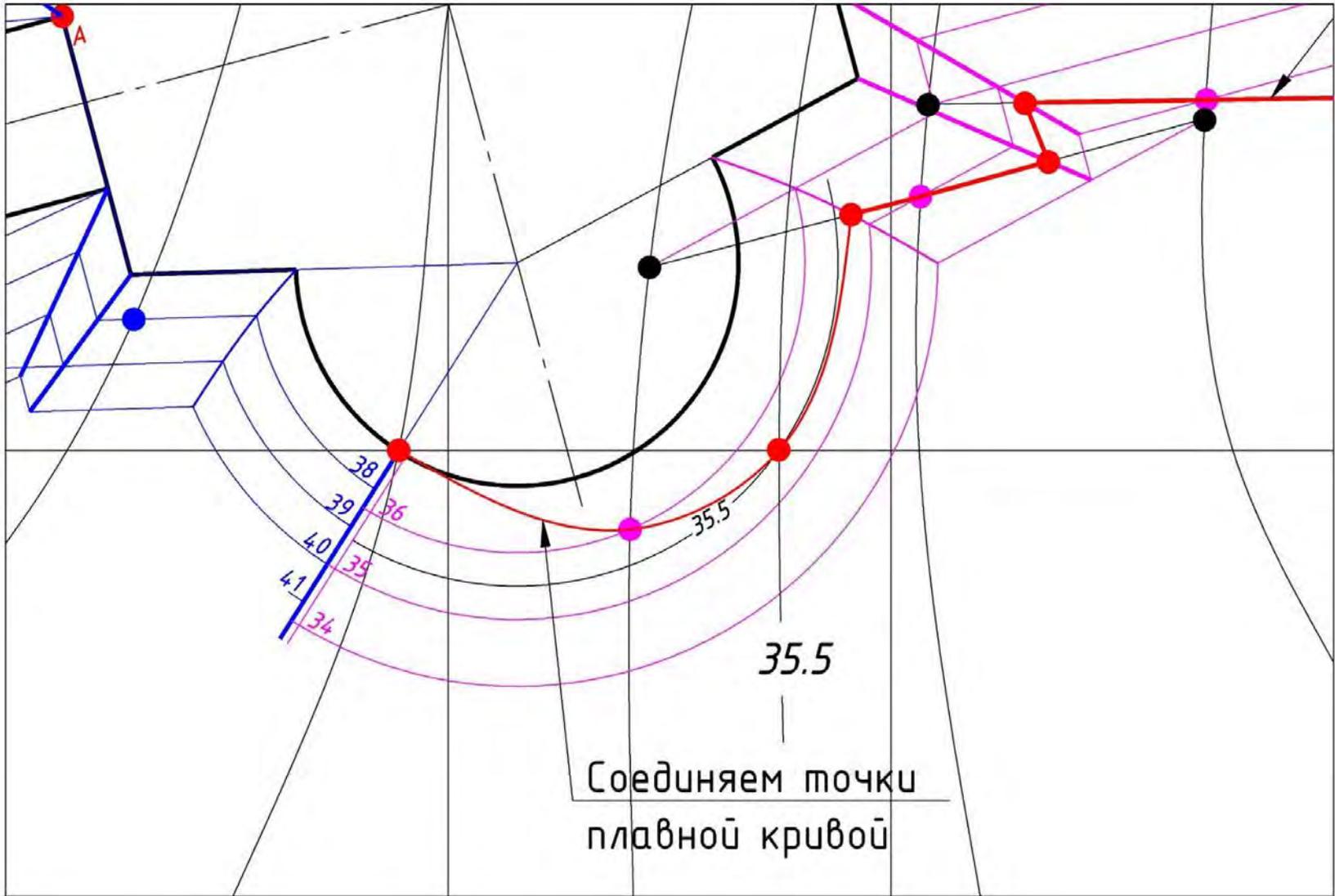


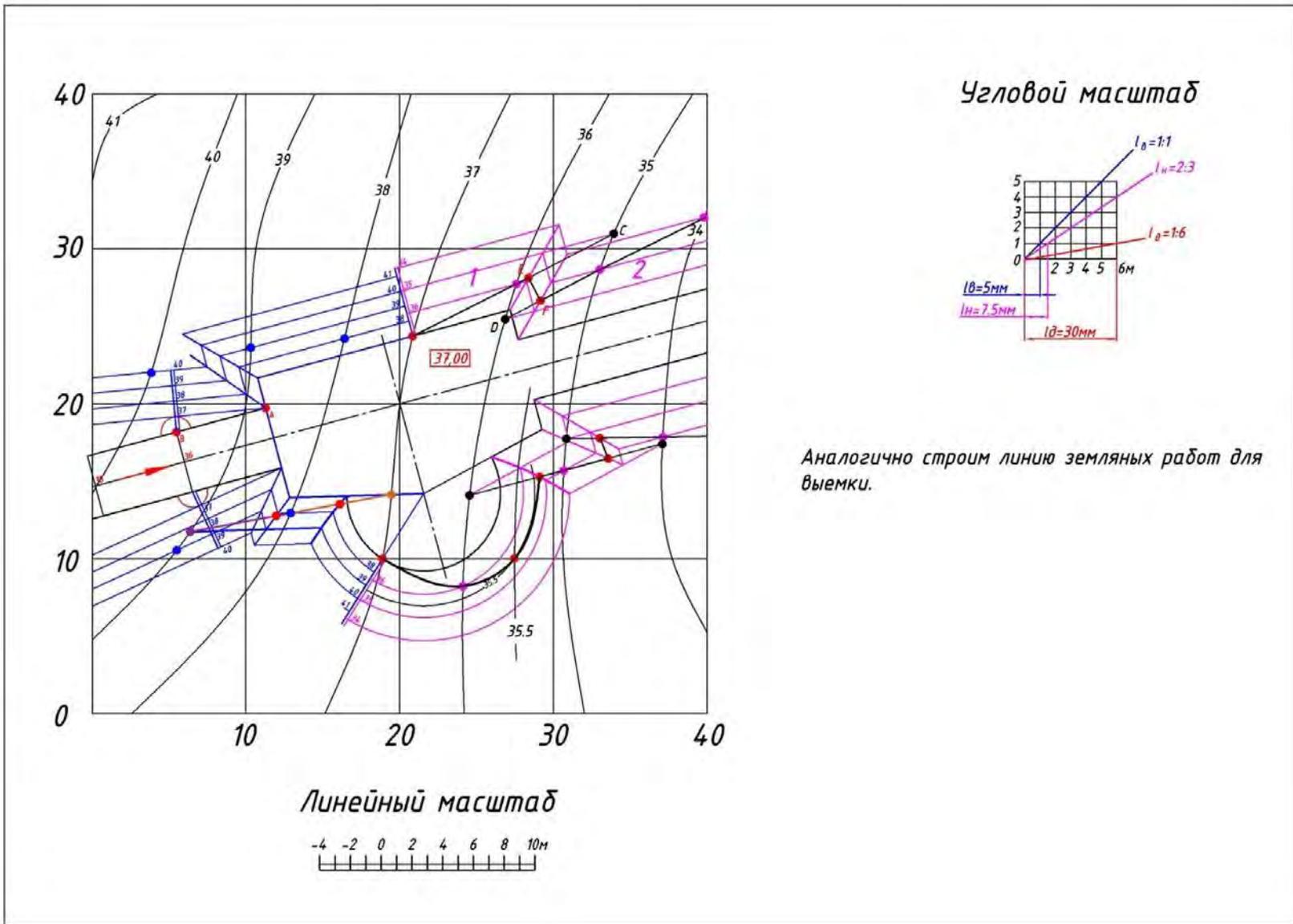




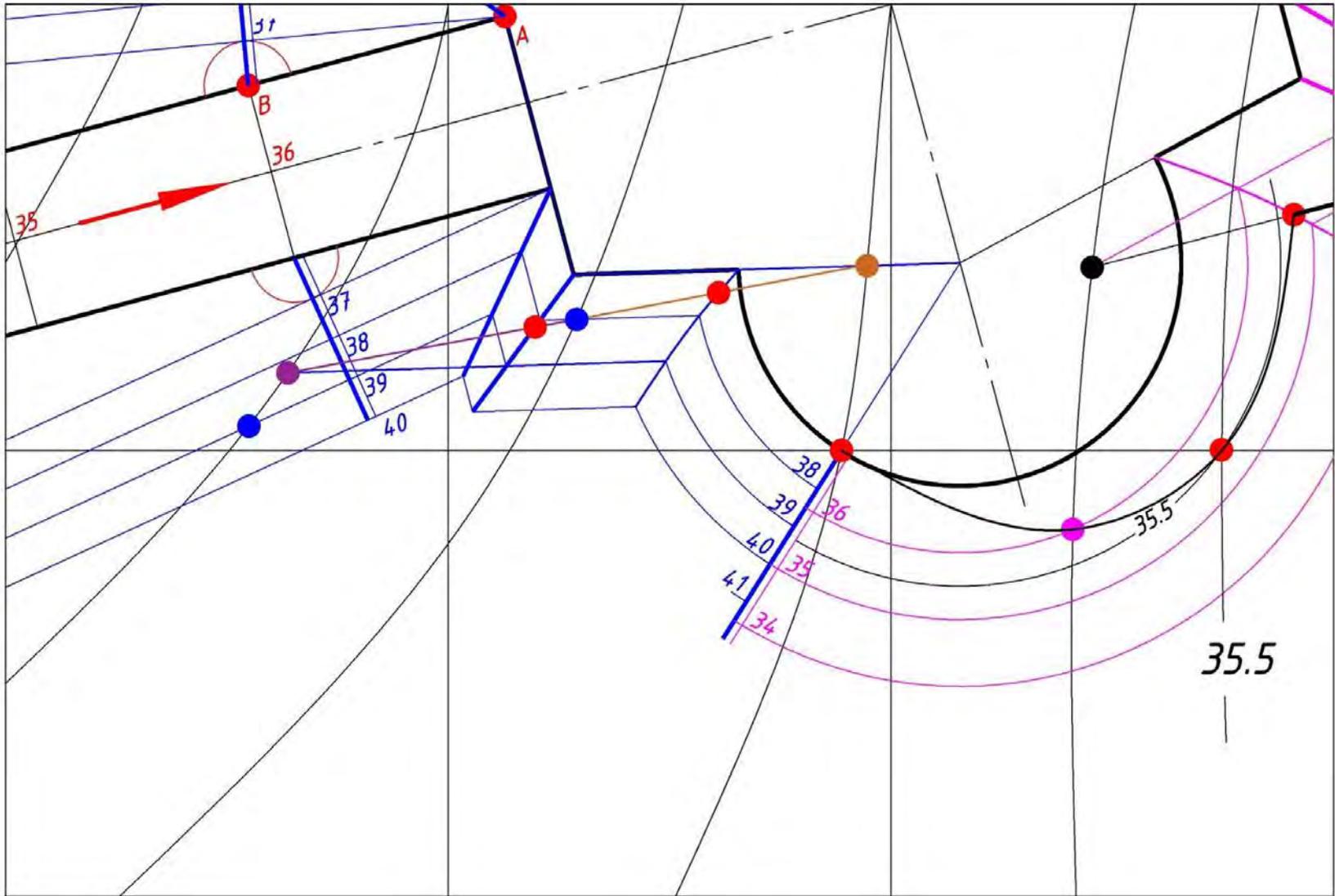


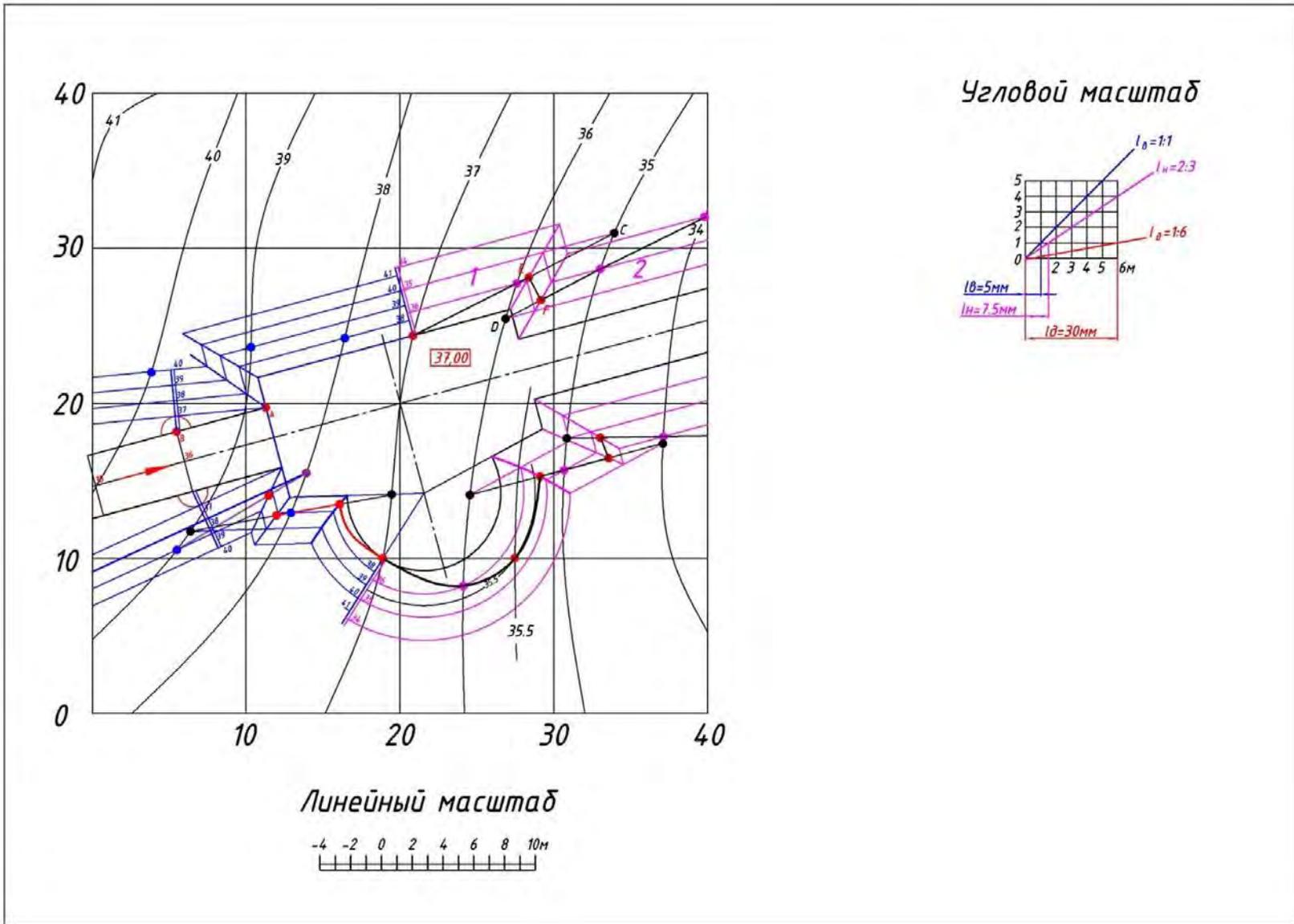


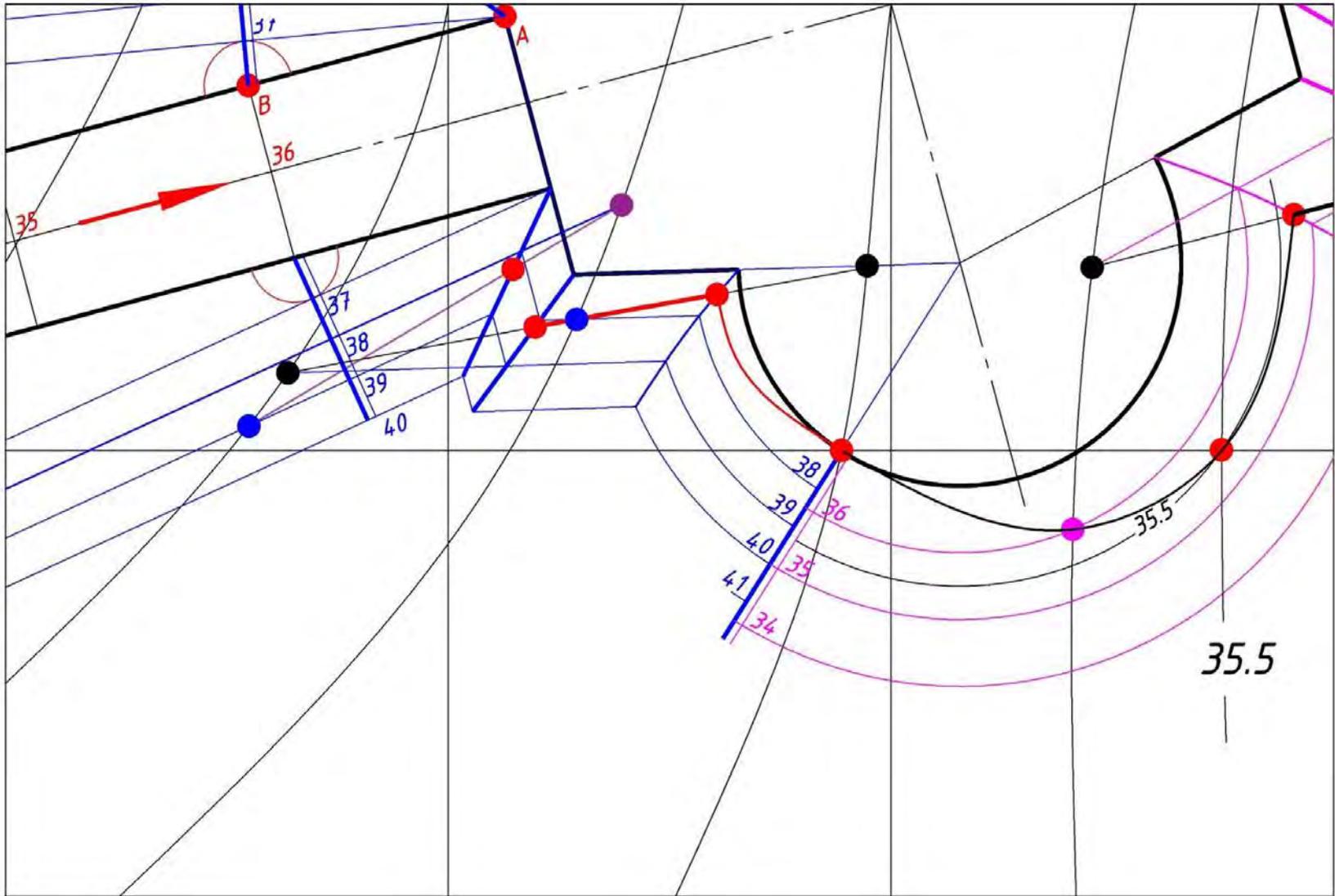


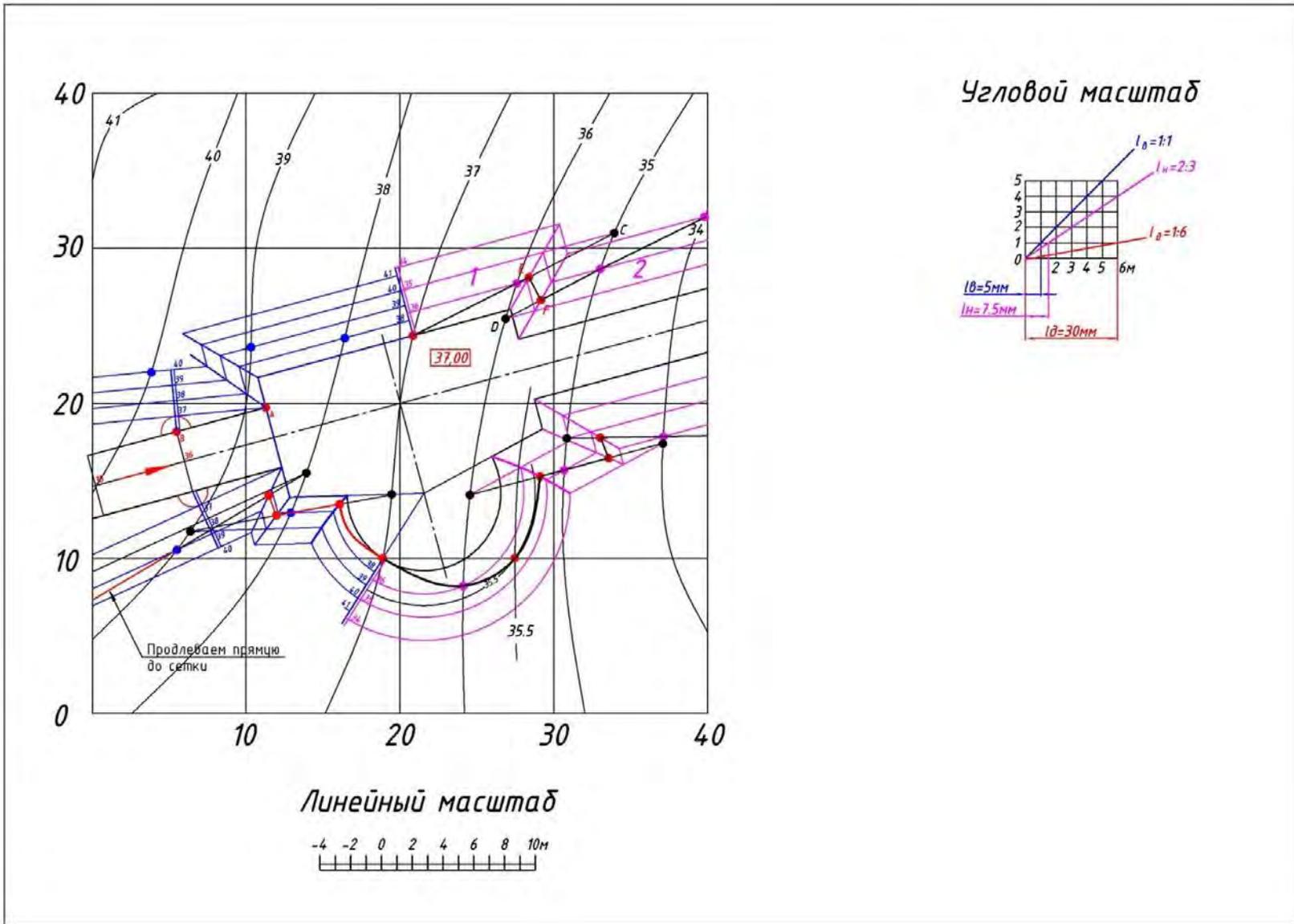


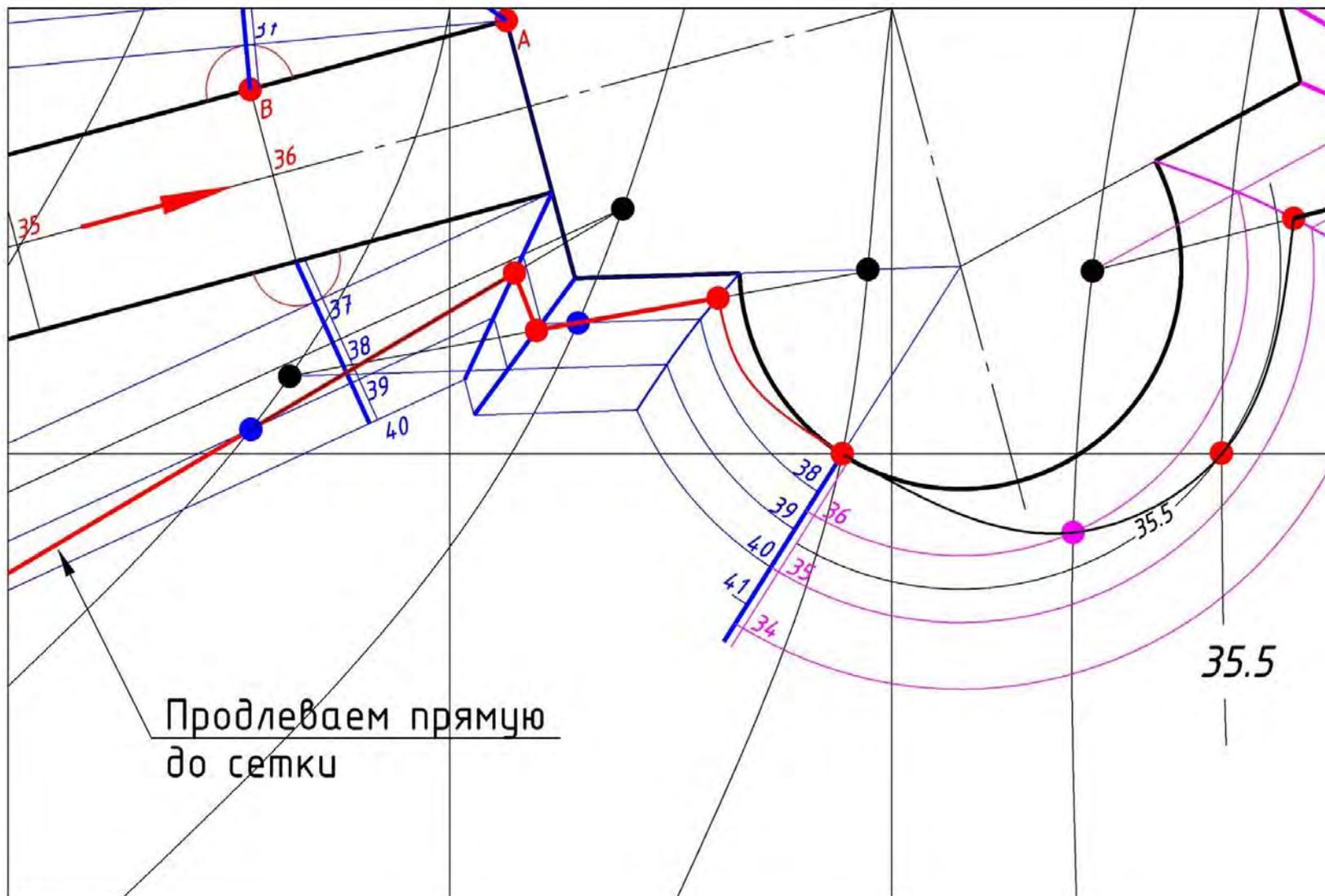
Аналогично строим линию земляных работ для выемки.

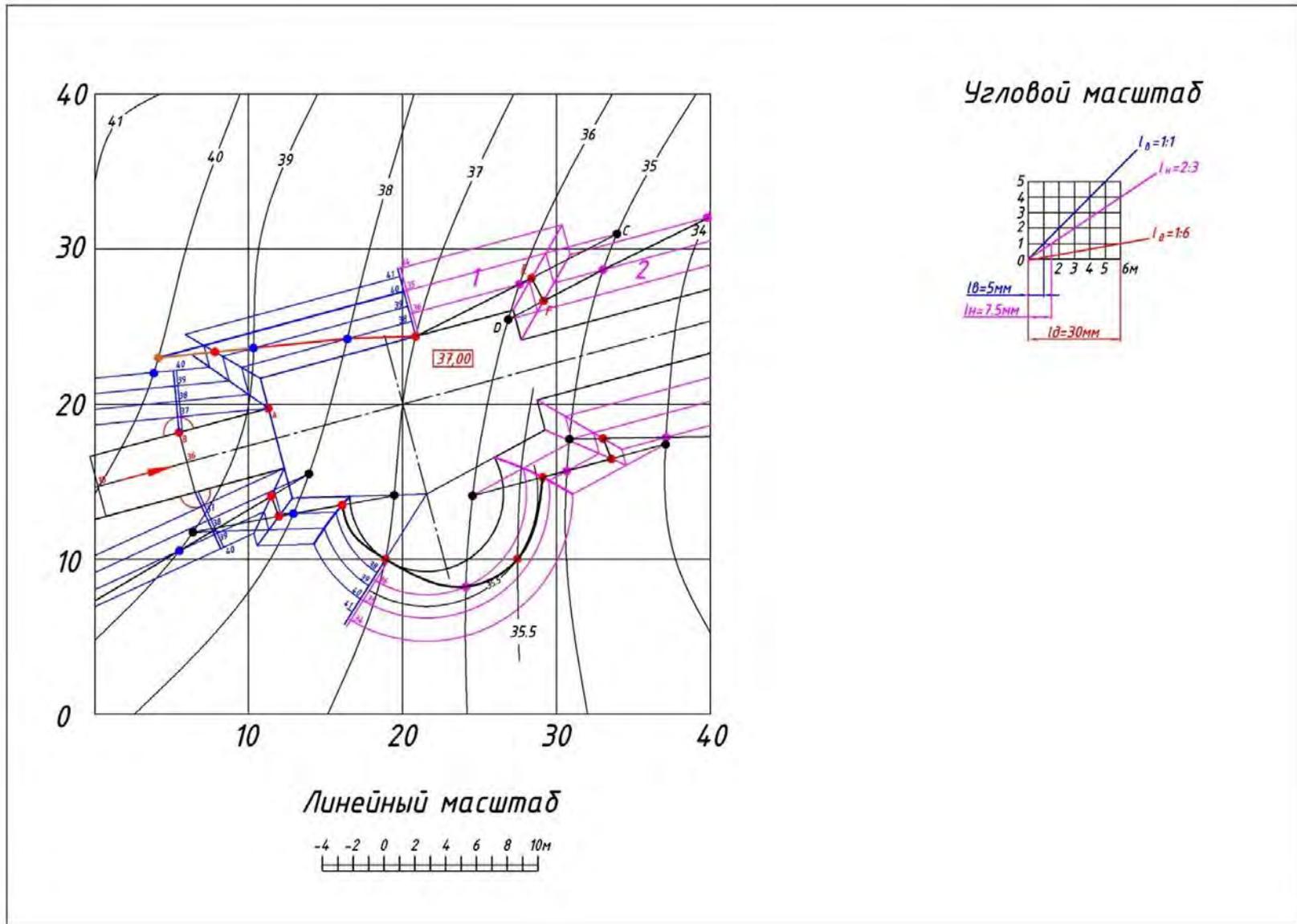


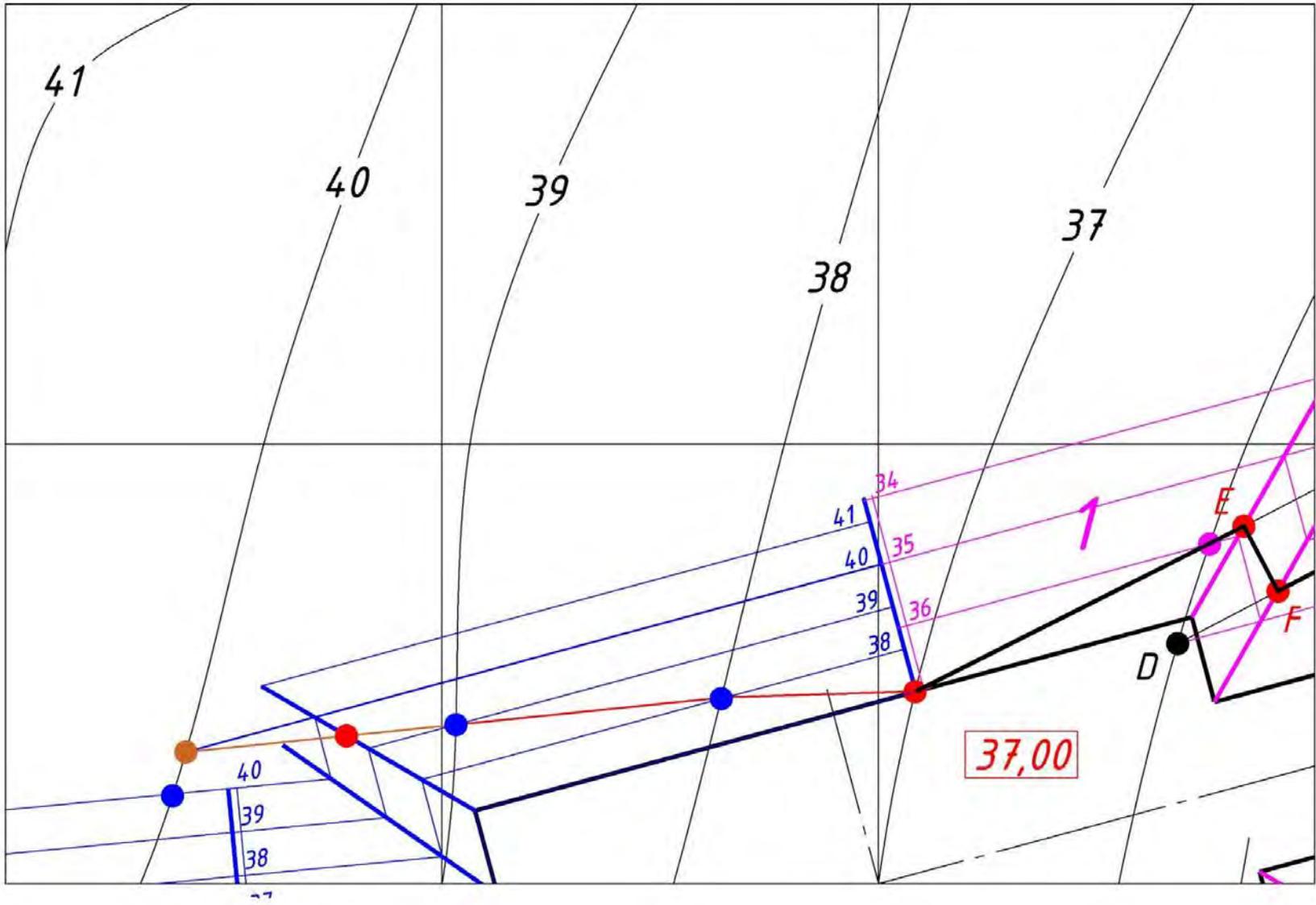


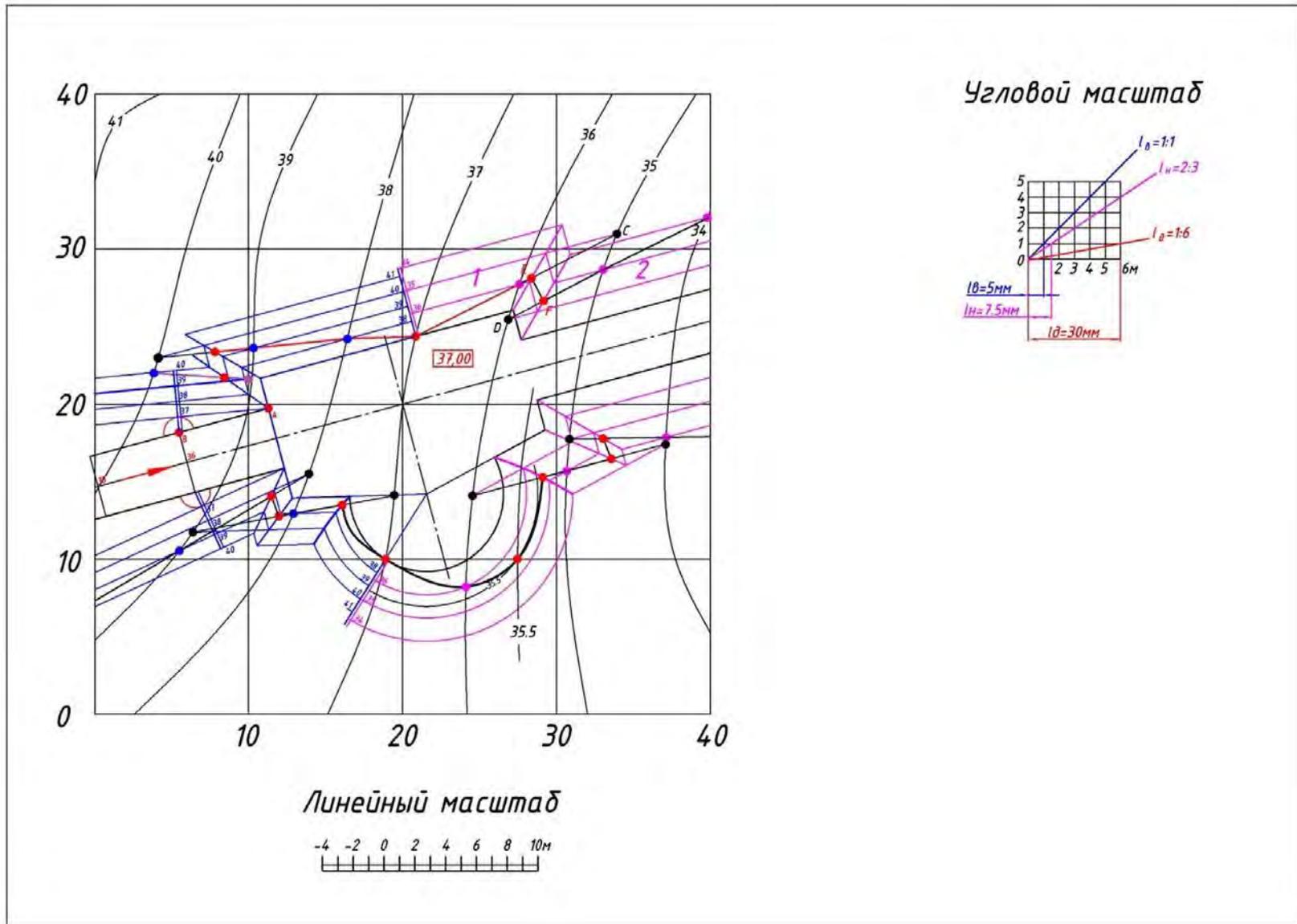


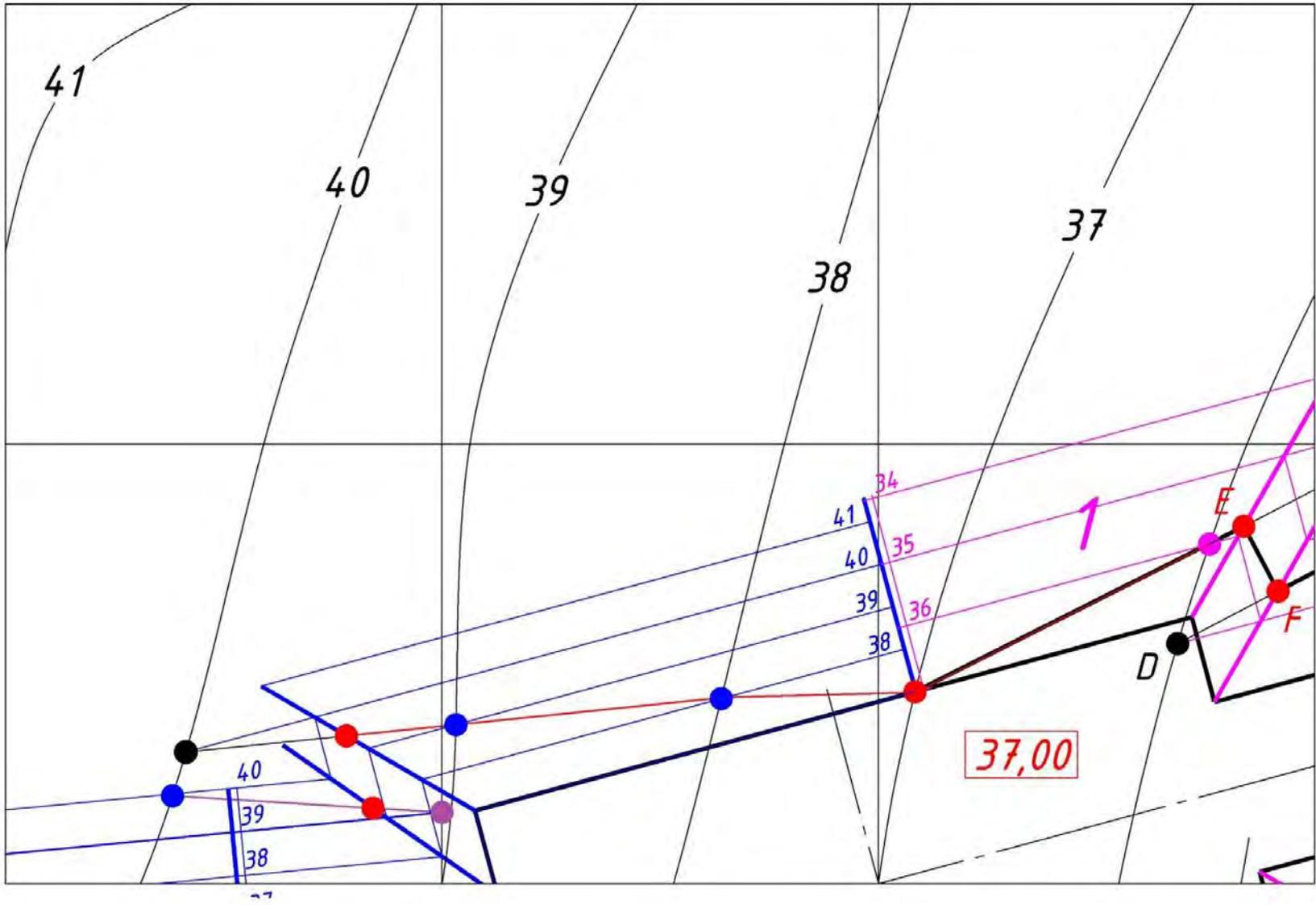


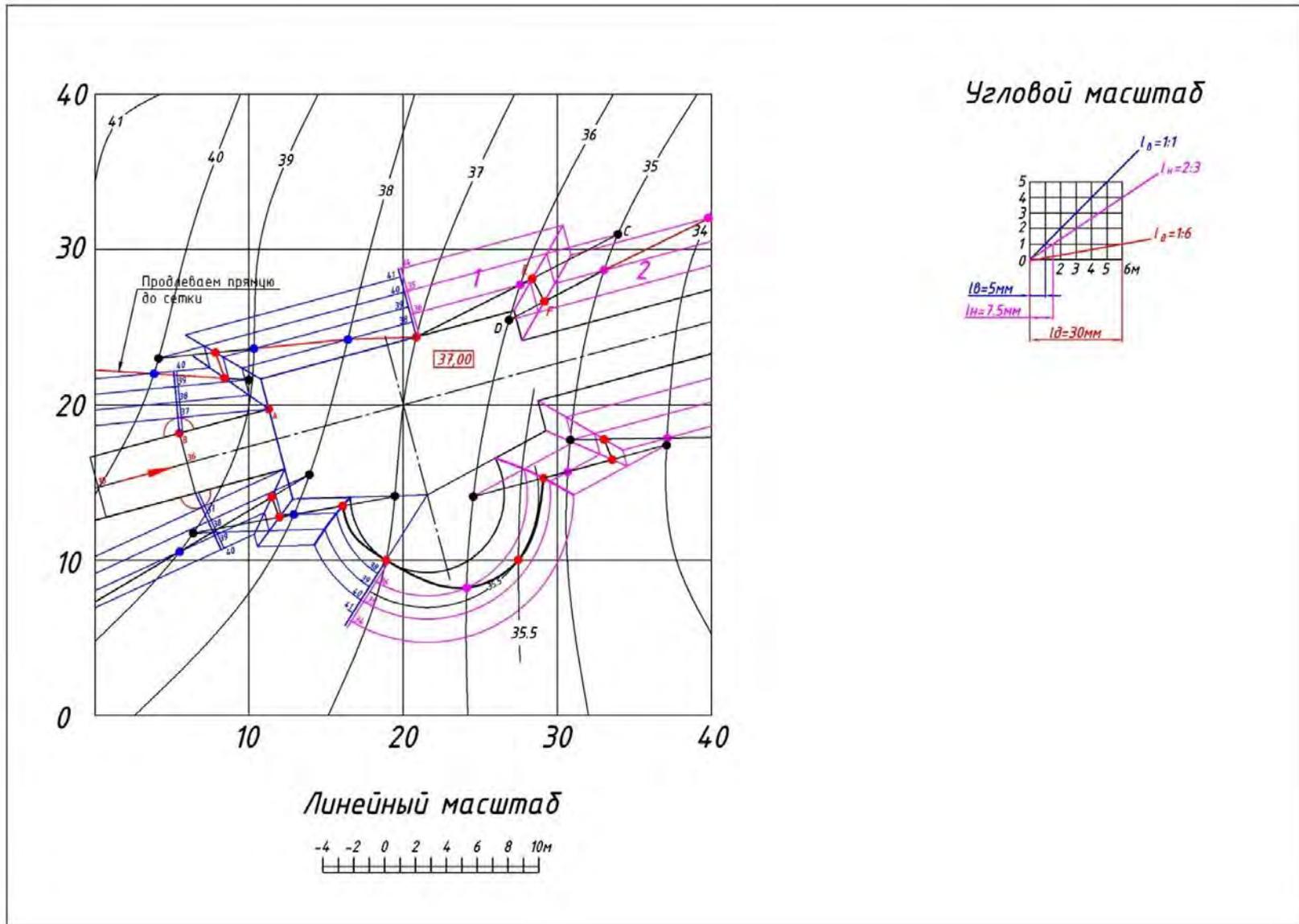


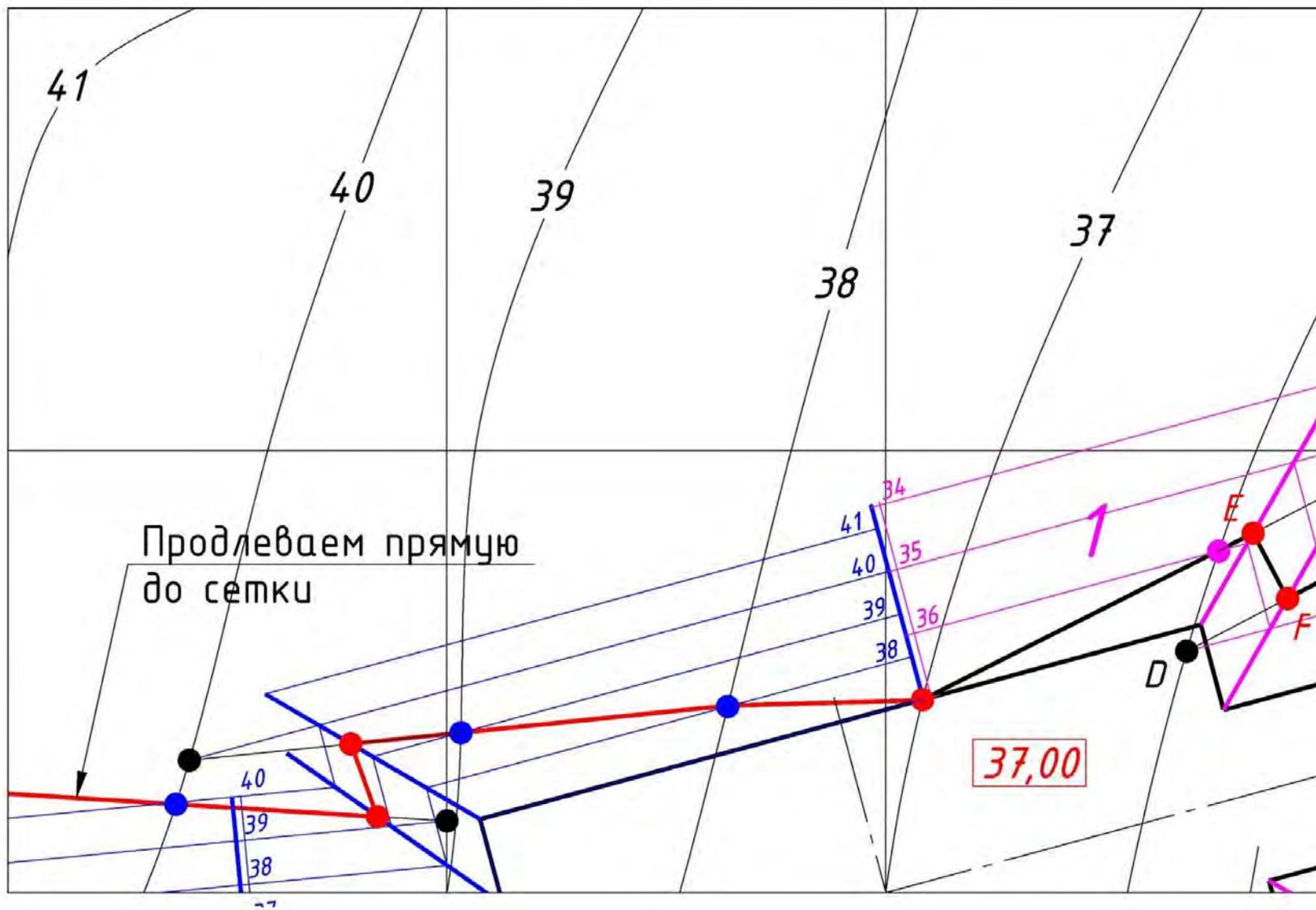


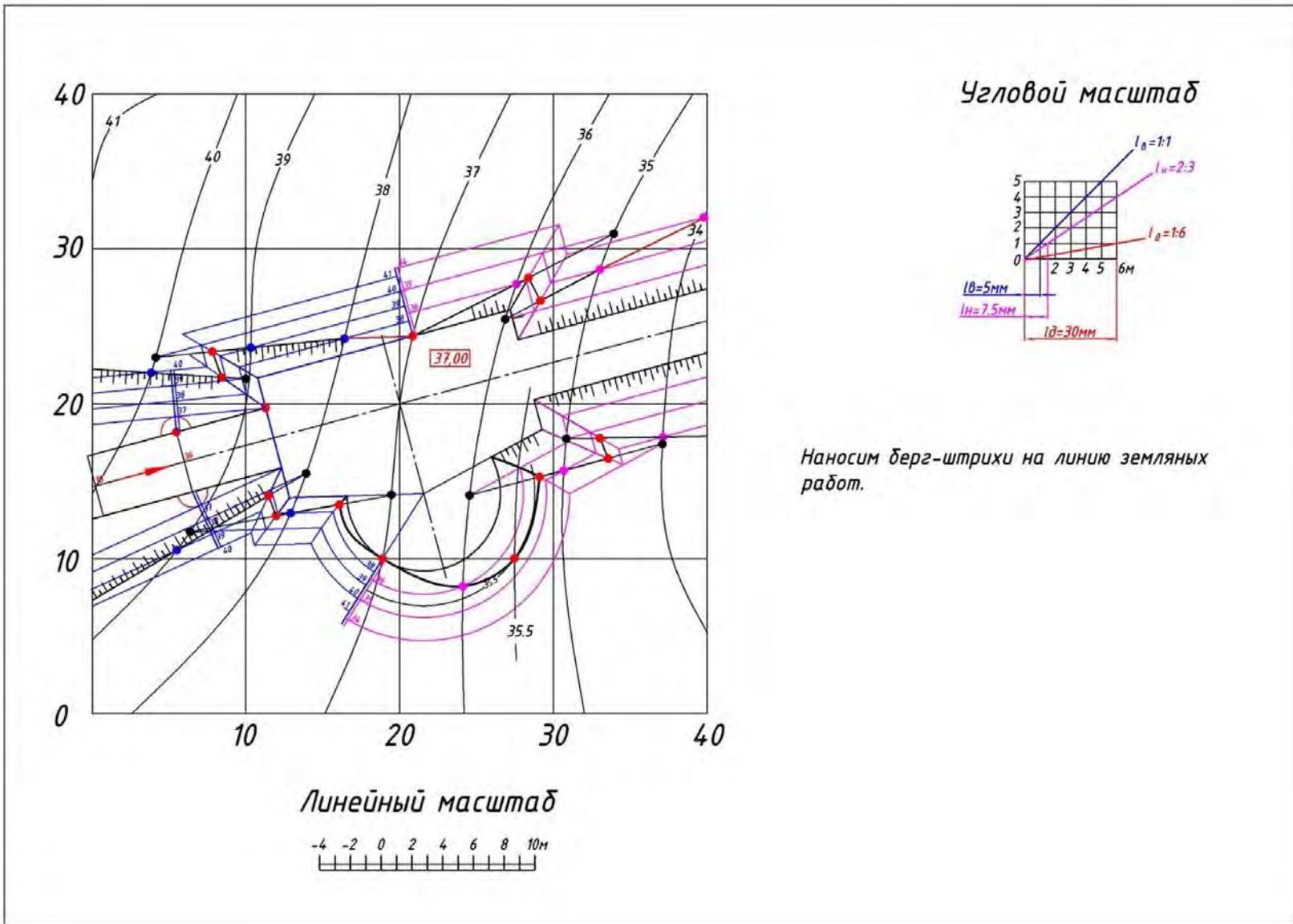


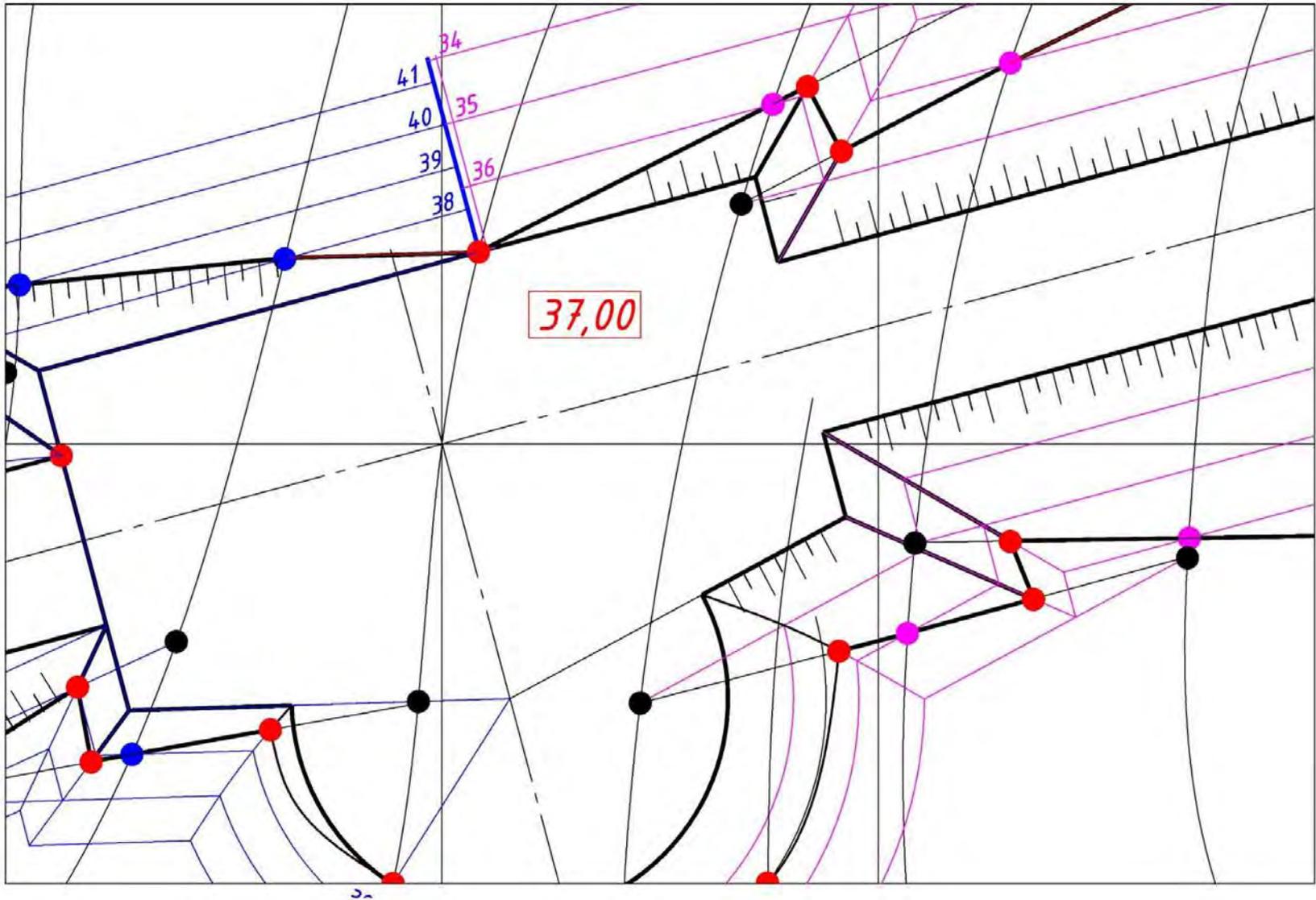


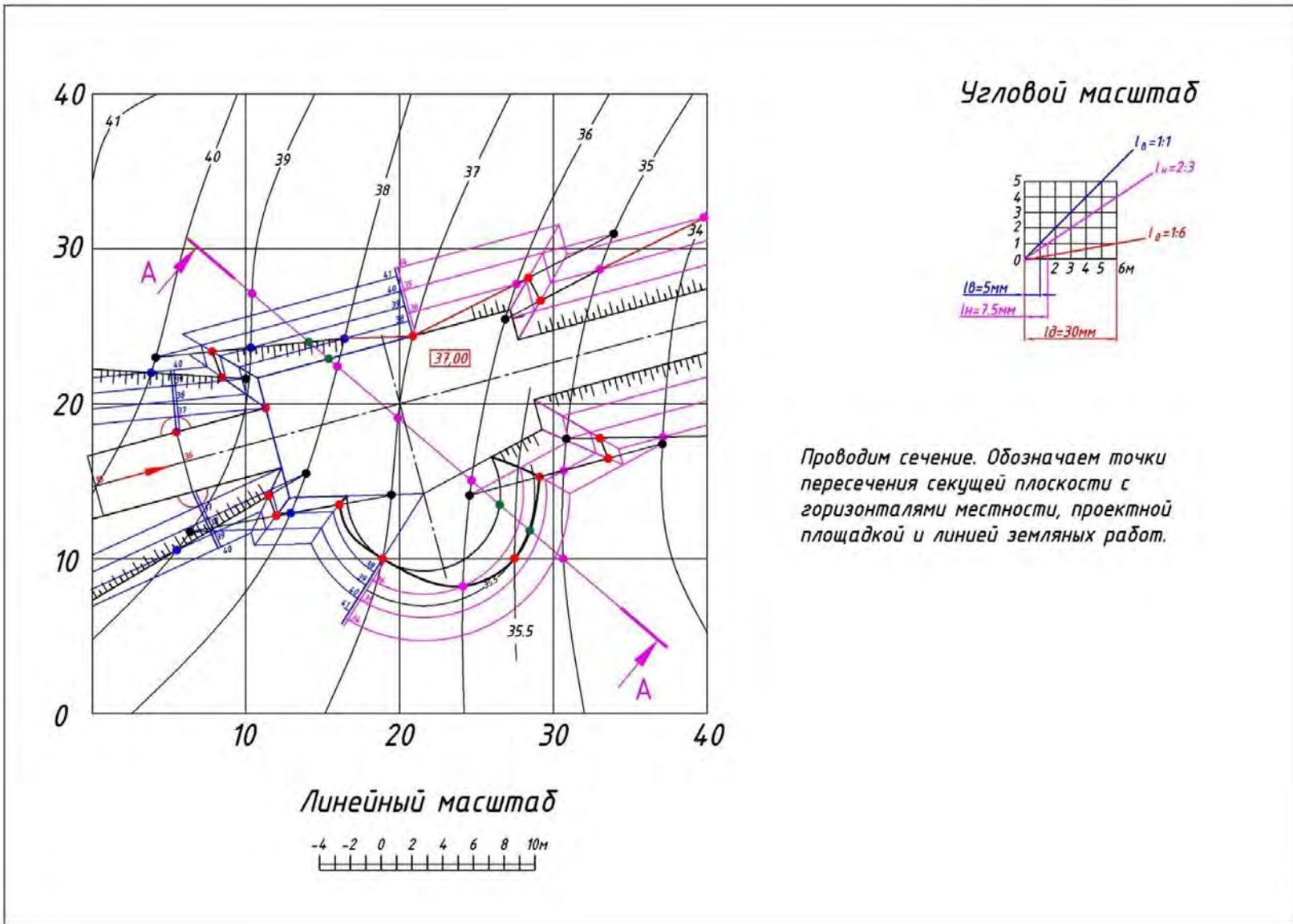




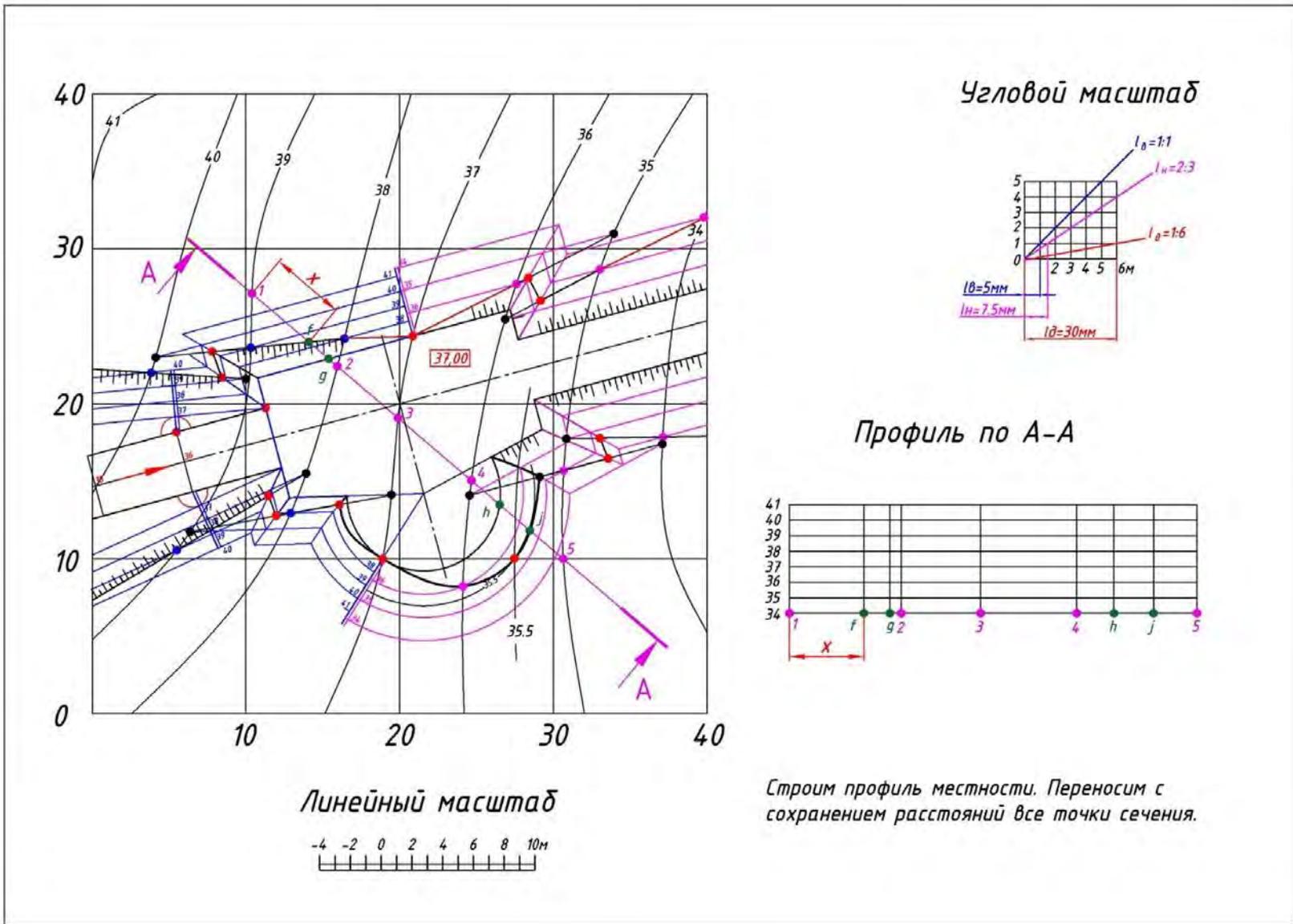






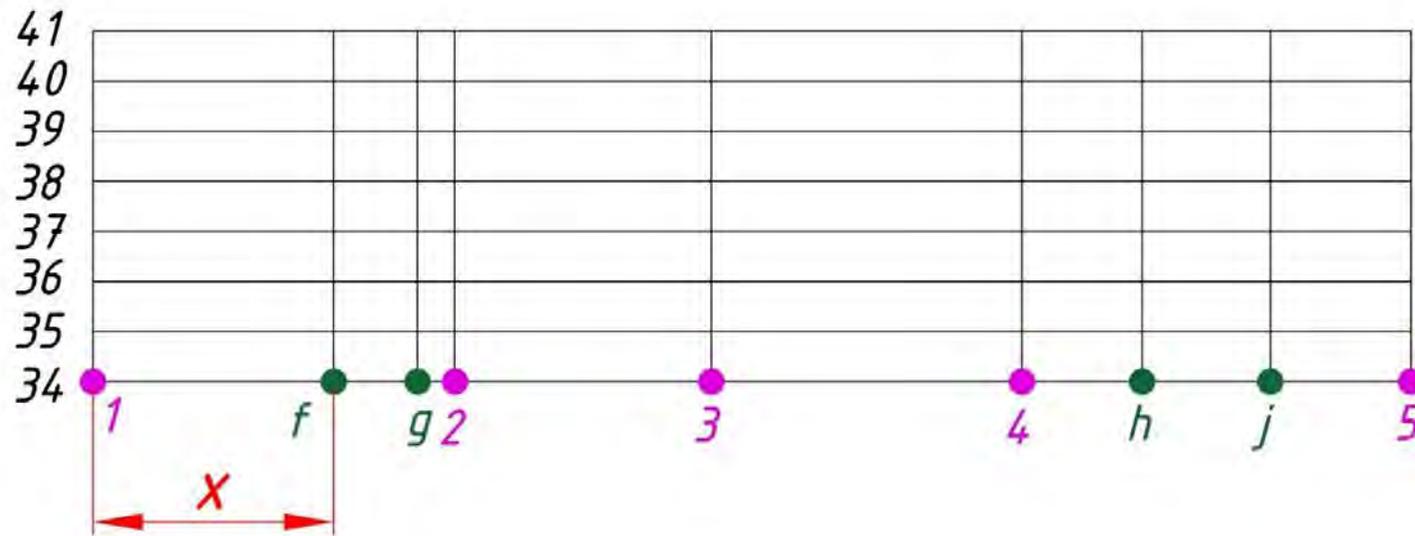


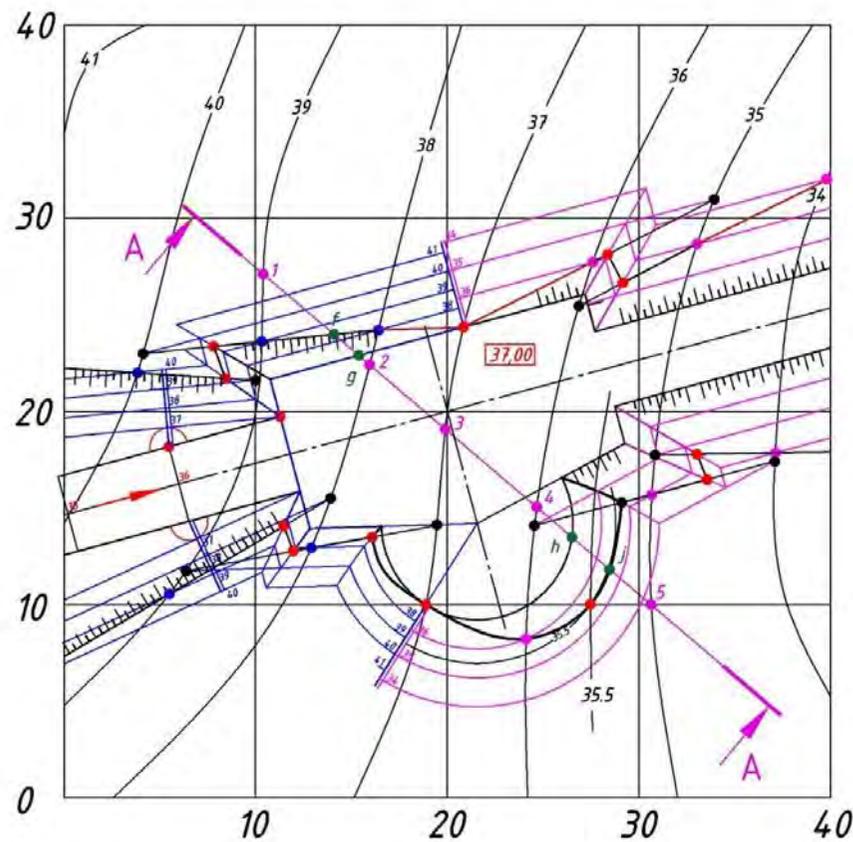
Проводим сечение. Обозначаем точки пересечения секущей плоскости с горизонталями местности, проектной площадкой и линией земляных работ.



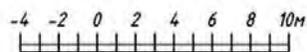
Строим профиль местности. Переносим с сохранением расстояний все точки сечения.

# Профиль по А-А

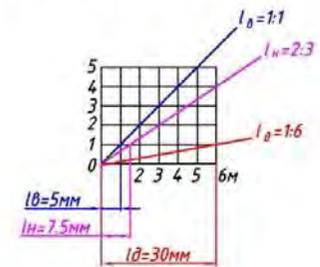




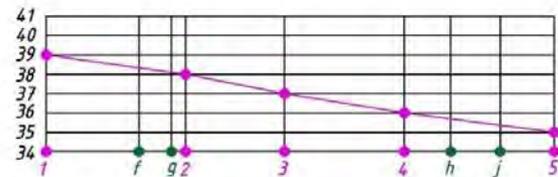
Линейный масштаб



Угловой масштаб

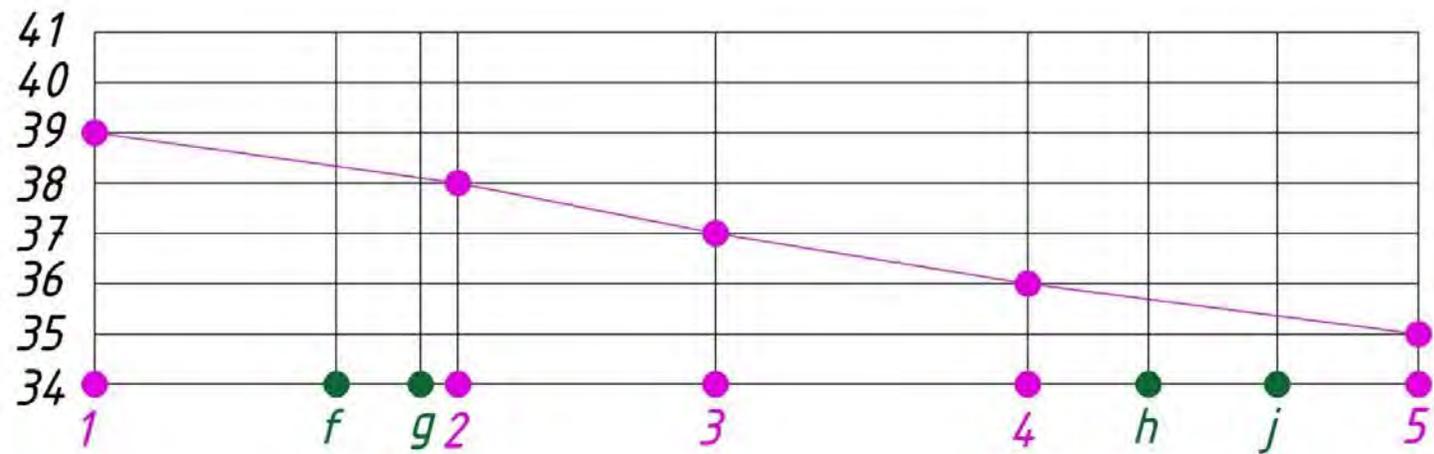


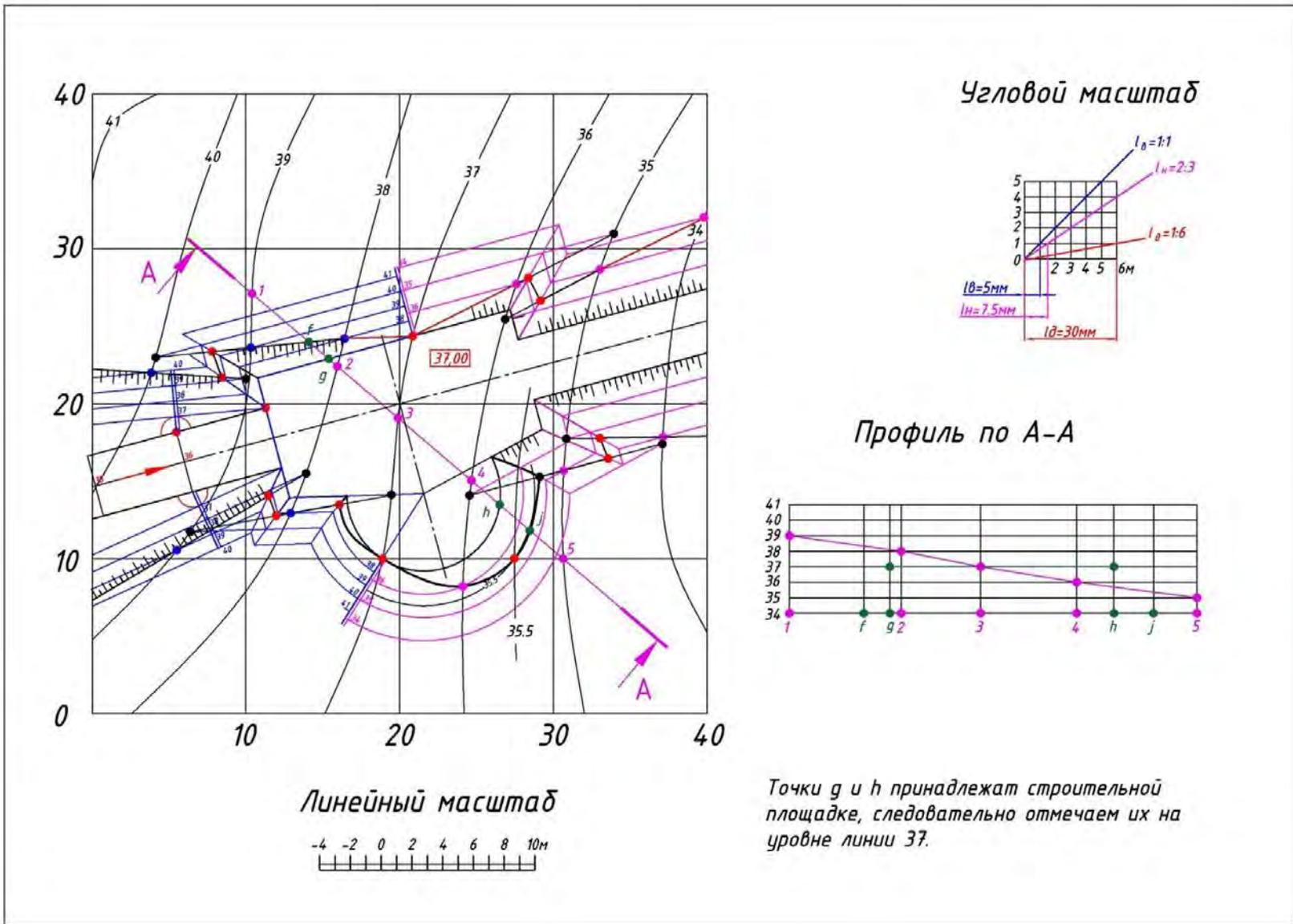
Профиль по А-А



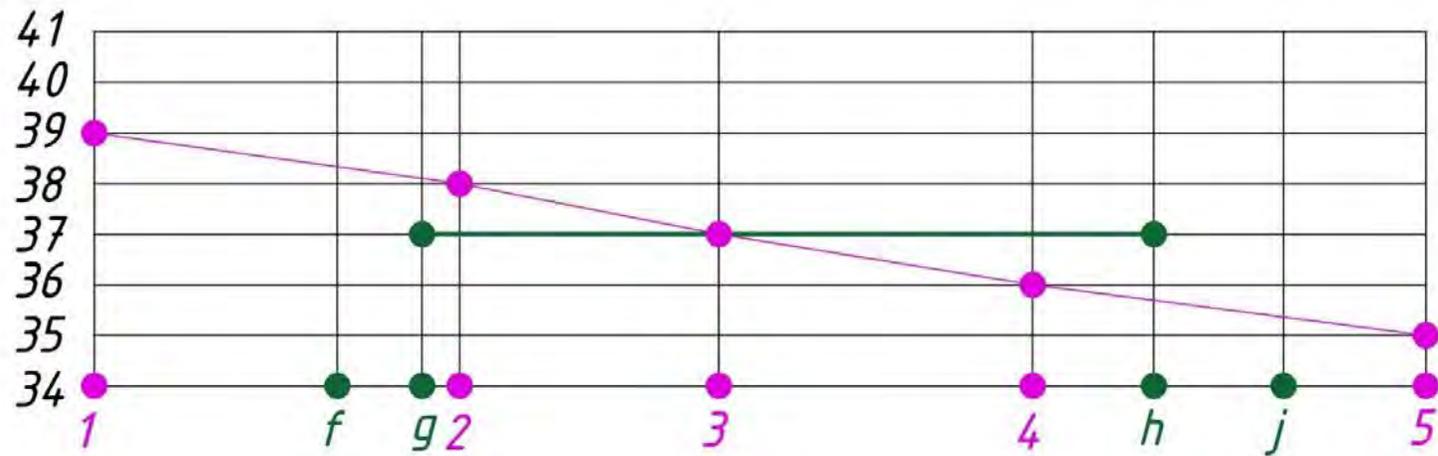
Строим профиль местности. Точка 1 принадлежит горизонтали 39 и т.д.

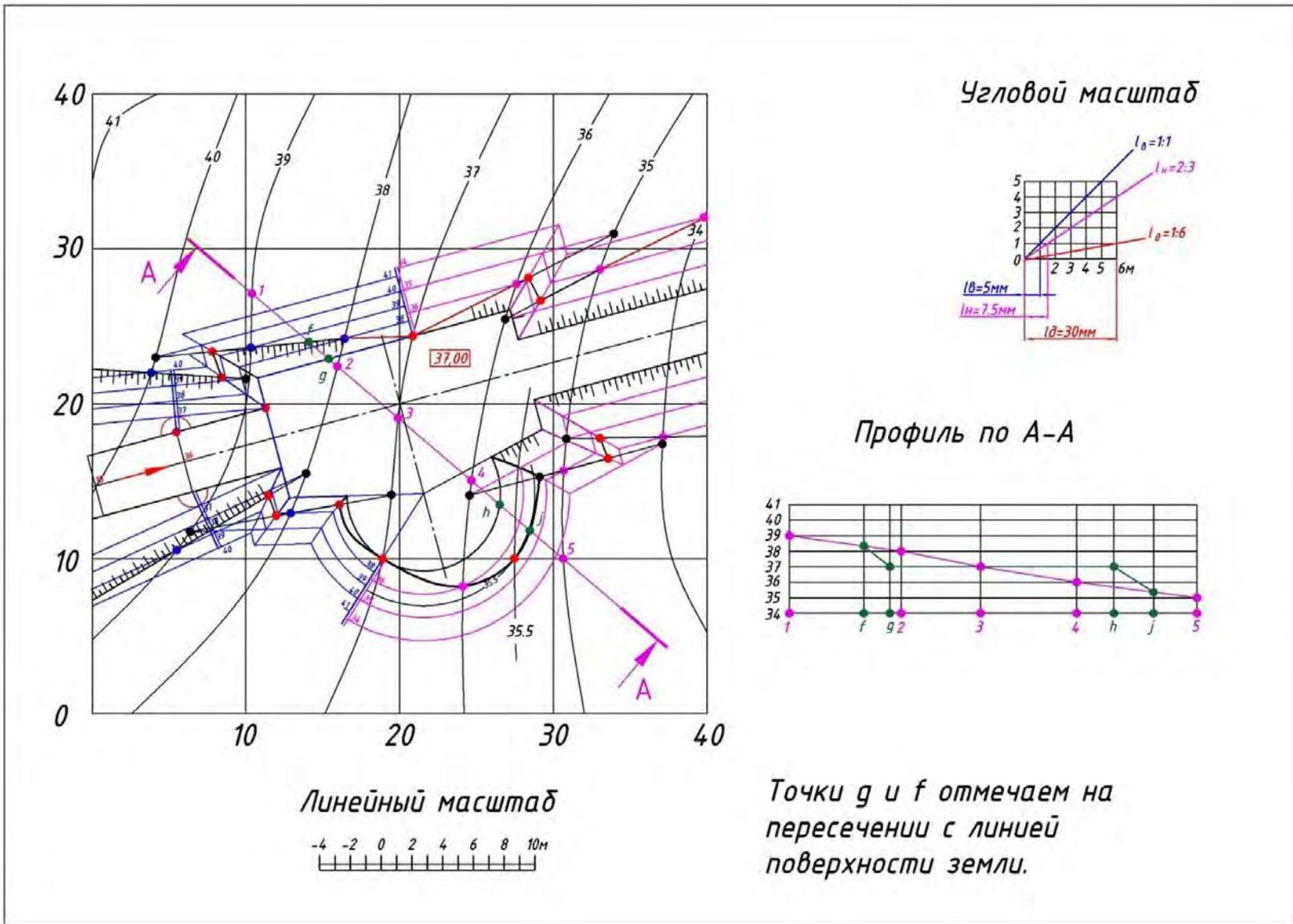
# Профиль по А-А





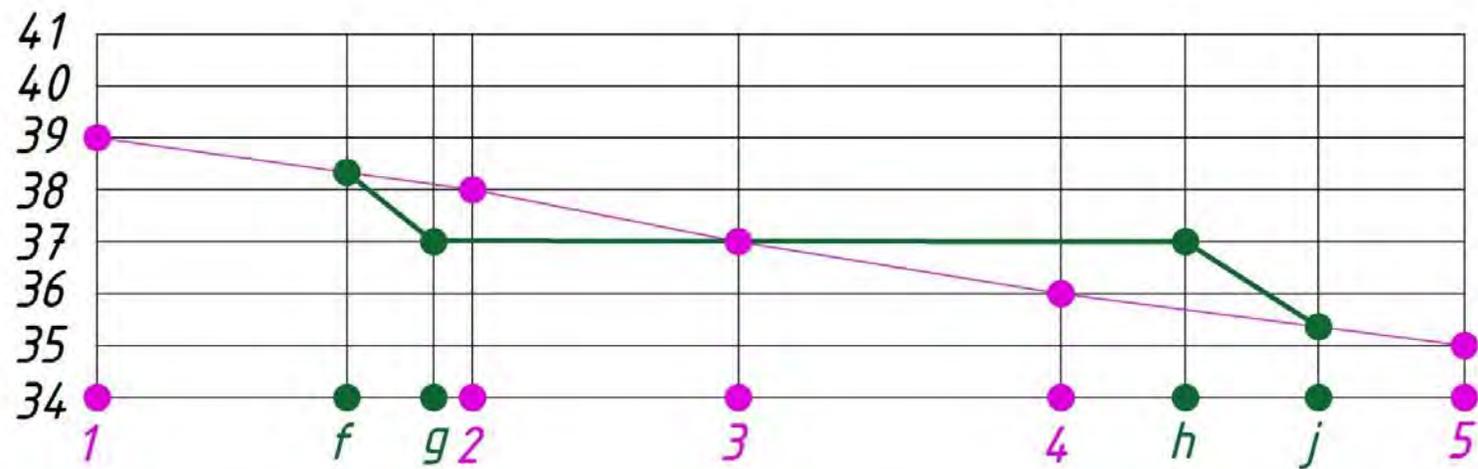
# Профиль по А-А

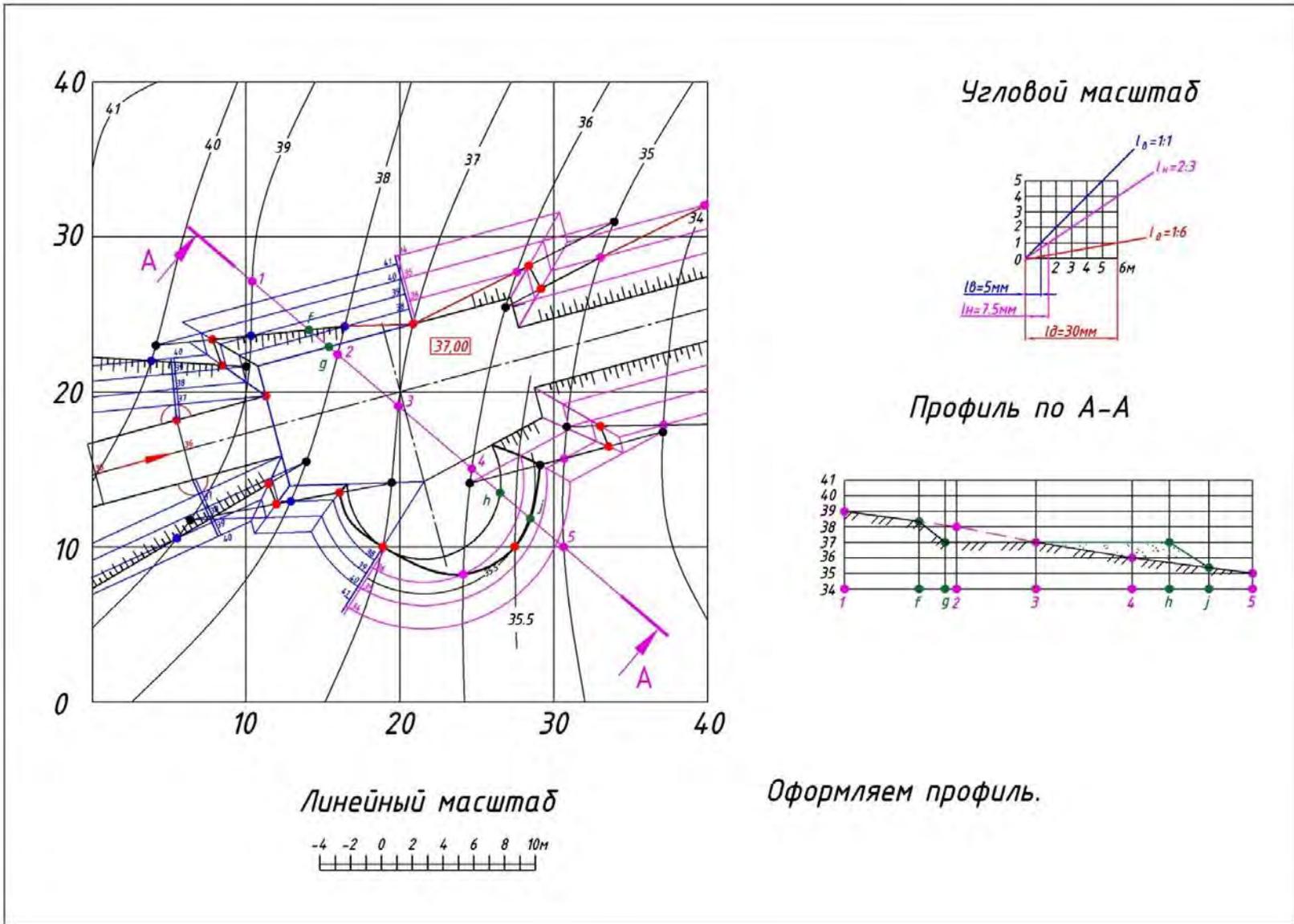




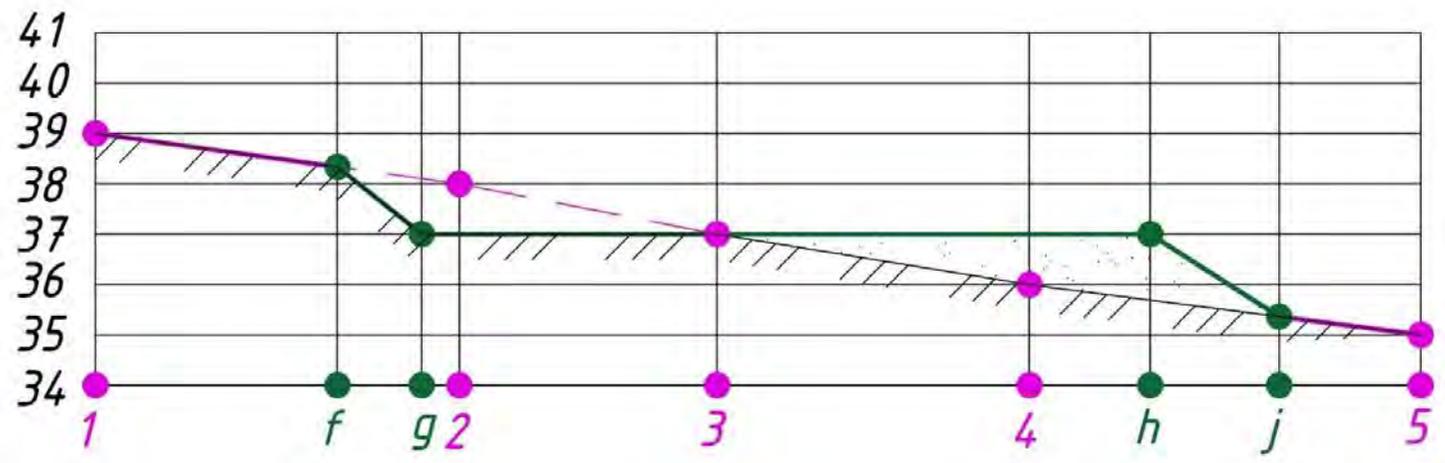
Точки g и f отмечаем на пересечении с линией поверхности земли.

# Профиль по А-А





# Профиль по А-А



2.2.7. Графическая работа № 7 «Моделирование задачи в проекциях с числовыми отметками в AutoCAD»

[#ПрактическийРаздел](#)

Задача 1. В САПР AutoCAD создать трехмерную модель задачи 1 из графической работы №6.

Задача 2. Из трехмерной модели автоматически получить горизонтальную проекцию и профиль рельефа с планировкой по сечению А-А.

Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Видеоуроки к выполнению графической работы № 7:

Акулова, О. А. Моделирование топографической поверхности в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtube.com/playlist?list=PLxYMiwfKnKJYtJ8QiKij7vFQMNl8vIQSD>.

Образец оформления графической работы № 7 представлен на рисунке 2.13.

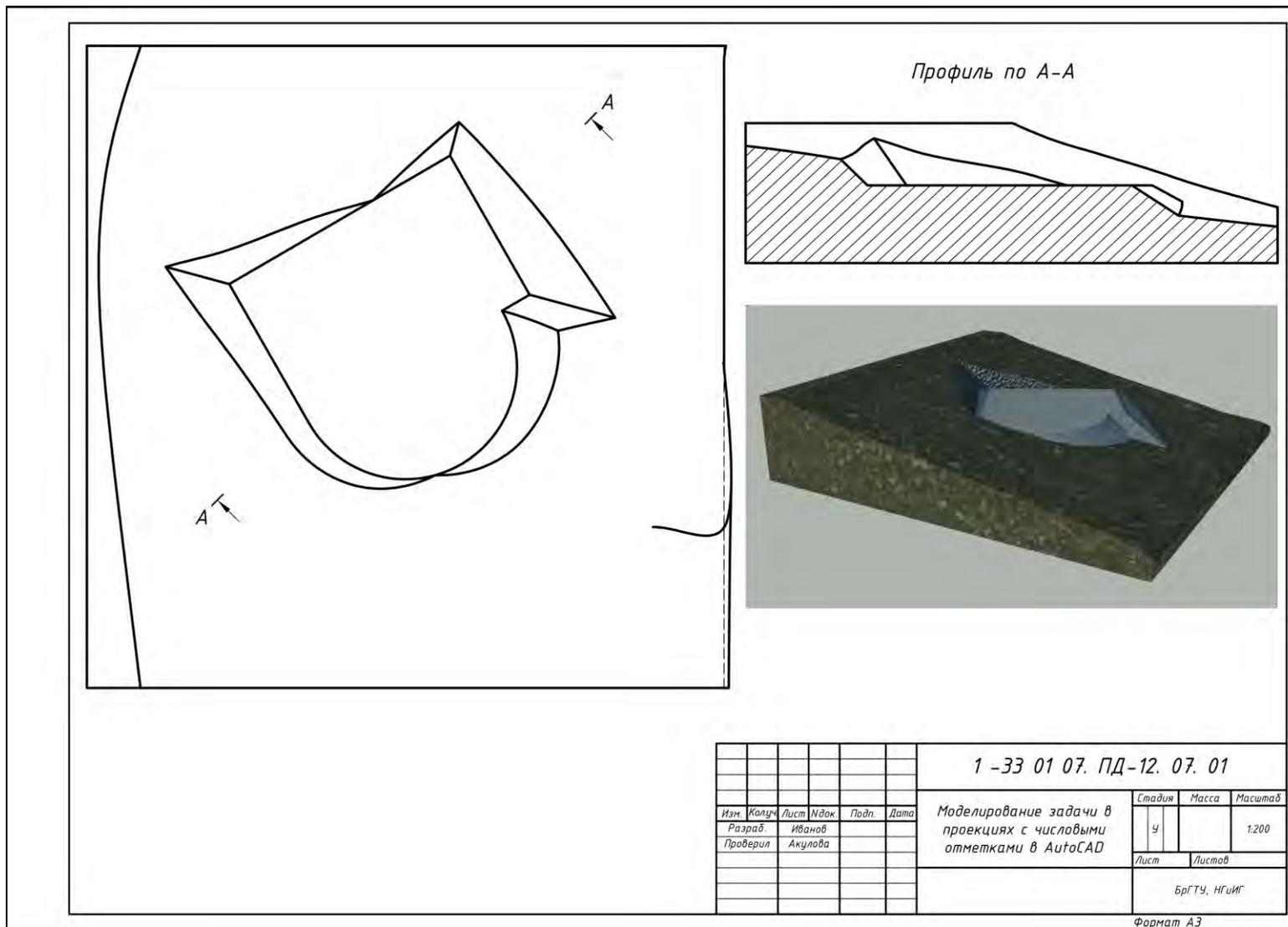


Рисунок 2.13. Образец оформления графической работы № 7

2.2.8. Графическая работа № 8 «Оцифровка топографической основы в САПР AutoCAD»

#ПрактическийРаздел

Выполнить в AutoCAD оцифровку фрагмента топографической карты в масштабе 1:10 000 с использованием соответствующих условных обозначений.

Оформить чертеж на формате А1 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Литература для выполнения графической работы № 8:

Условные знаки для топографической карты масштаба 1:10000. – М., «Недра», 1977. – 143 с.

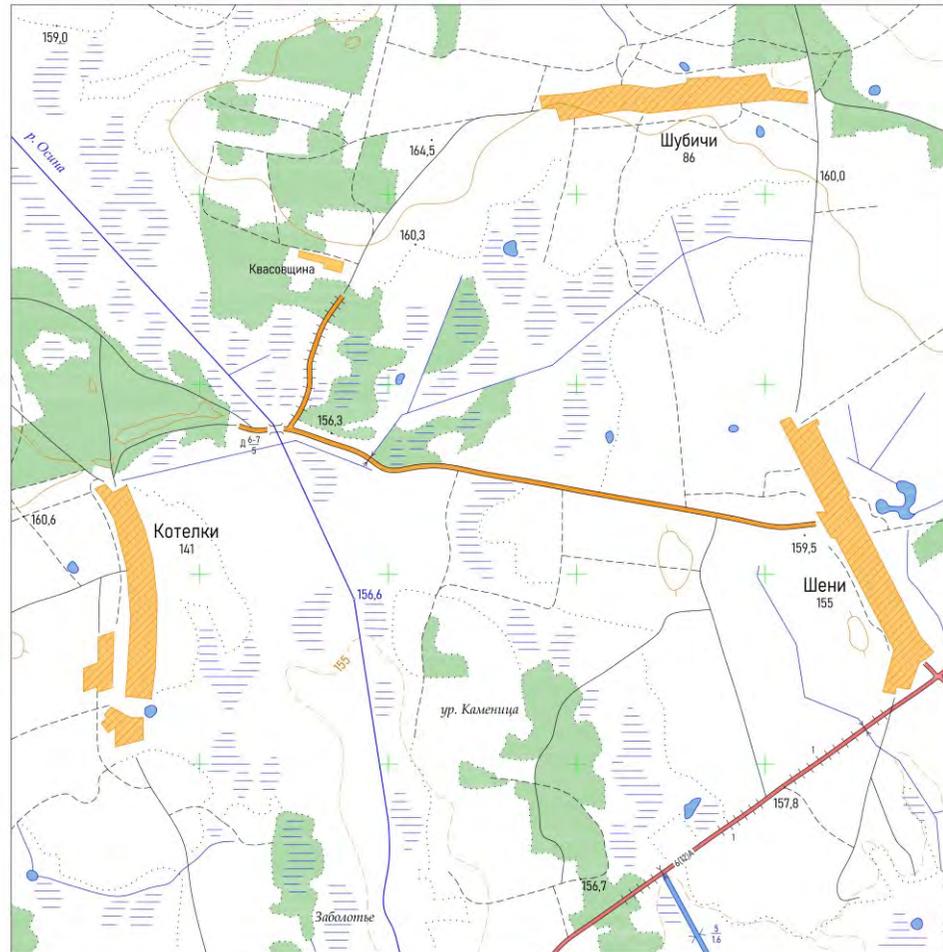
Видеоуроки к выполнению графической работы № 8:

Акулова, О. А. Оцифровка топографической основы в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtube.com/playlist?list=PLxYMiwfKnKJaHPqT6xrxZTPcjXJ2IWNwj>.

Образец оформления графической работы № 8 представлен на рисунке 2.14.



Обзорная карта района строительства



				1-33 01 07. ПД-12 07. 01			
Исполн.	Провер.	Инженер	Лист	Масштаб	Дата	Масштаб	Масштаб
Оцифровка топографической основы в САПР AutoCAD							
БрГУ, НГМИ							
Копировать				Формат А1			

Рисунок 2.14. Образец оформления графической работы № 8

2.2.9. *Графическая работа № 9 «Сборочный чертеж трубного соединения»*  
[#ПрактическийРаздел](#)

В соответствии с заданным вариантом:

1. Выполнить сборочный чертеж трубного соединения.
2. Составить спецификацию.

Оформить чертеж на формате А4 или А3 (в зависимости от принятого масштаба) в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Видеоурок к выполнению графической работы № 9:

Акулова, О. А. Сборочный чертеж трубного соединения в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/HU9zOo7jjvc>.

Образец оформления графической работы № 9 представлен на рисунке 2.15.

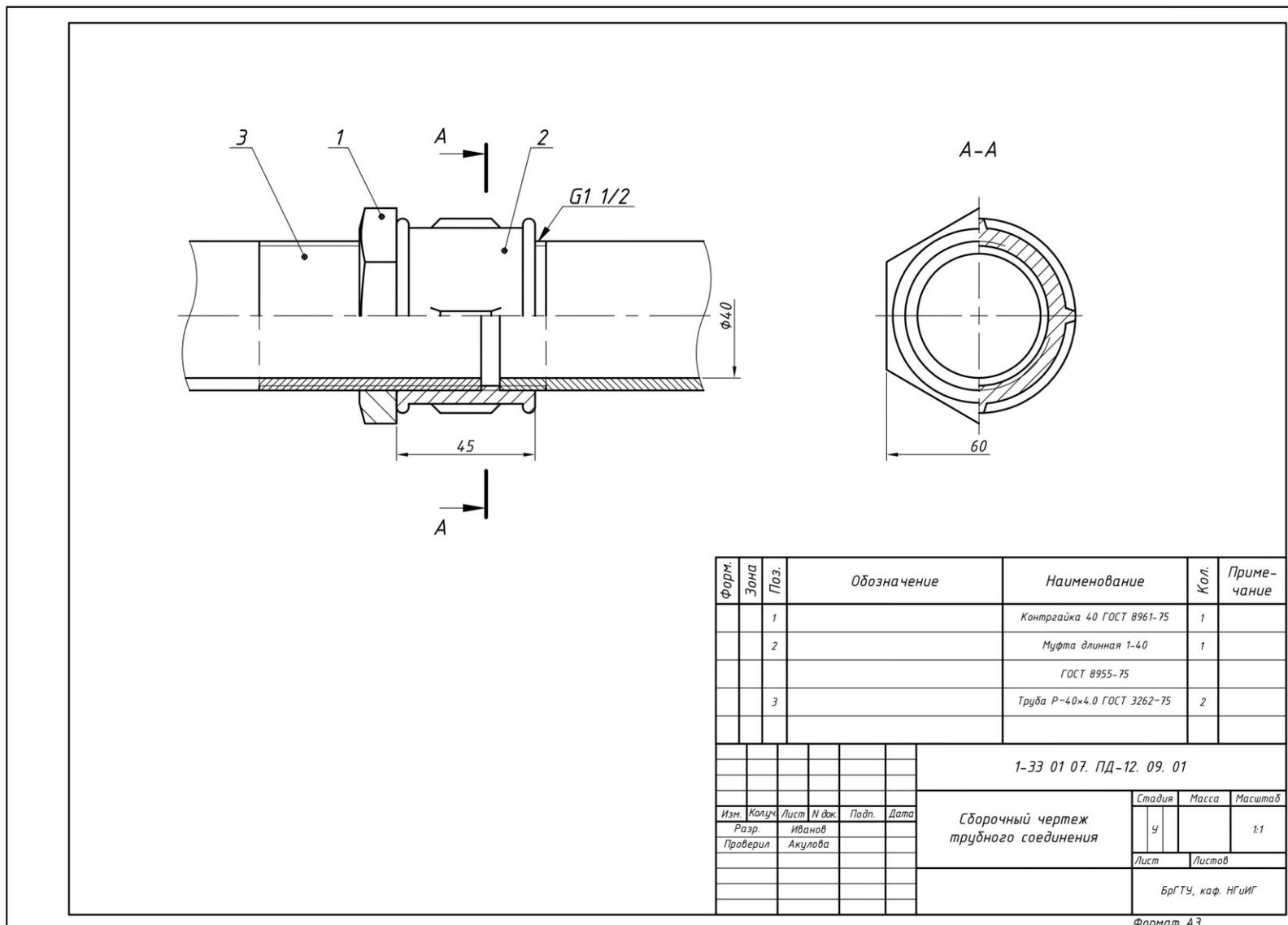


Рисунок 2.15. Образец оформления графической работы № 9

### 2.2.10. Графическая работа № 10 «План здания в САПР AutoCAD»

[#ПрактическийРаздел](#)

В соответствии с заданным вариантом:

1) В масштабе 1:100 выполнить чертеж плана здания с применением мультилиний, блоков и параметрических объектов (окна, двери).

2) Проставить необходимые размеры и площади помещений.

Оформить чертеж на формате А2 или А3 в соответствии с требованиями стандартов СПДС.

Видеоуроки к выполнению графической работы № 10:

Акулова, О. А. Архитектурно-строительный чертеж в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://youtube.com/playlist?list=PLxYMiwfKnKJZEGXRk8dJG60CE9jsHUx72>.

Образец оформления графической работы № 10 представлен на рисунке 2.16.

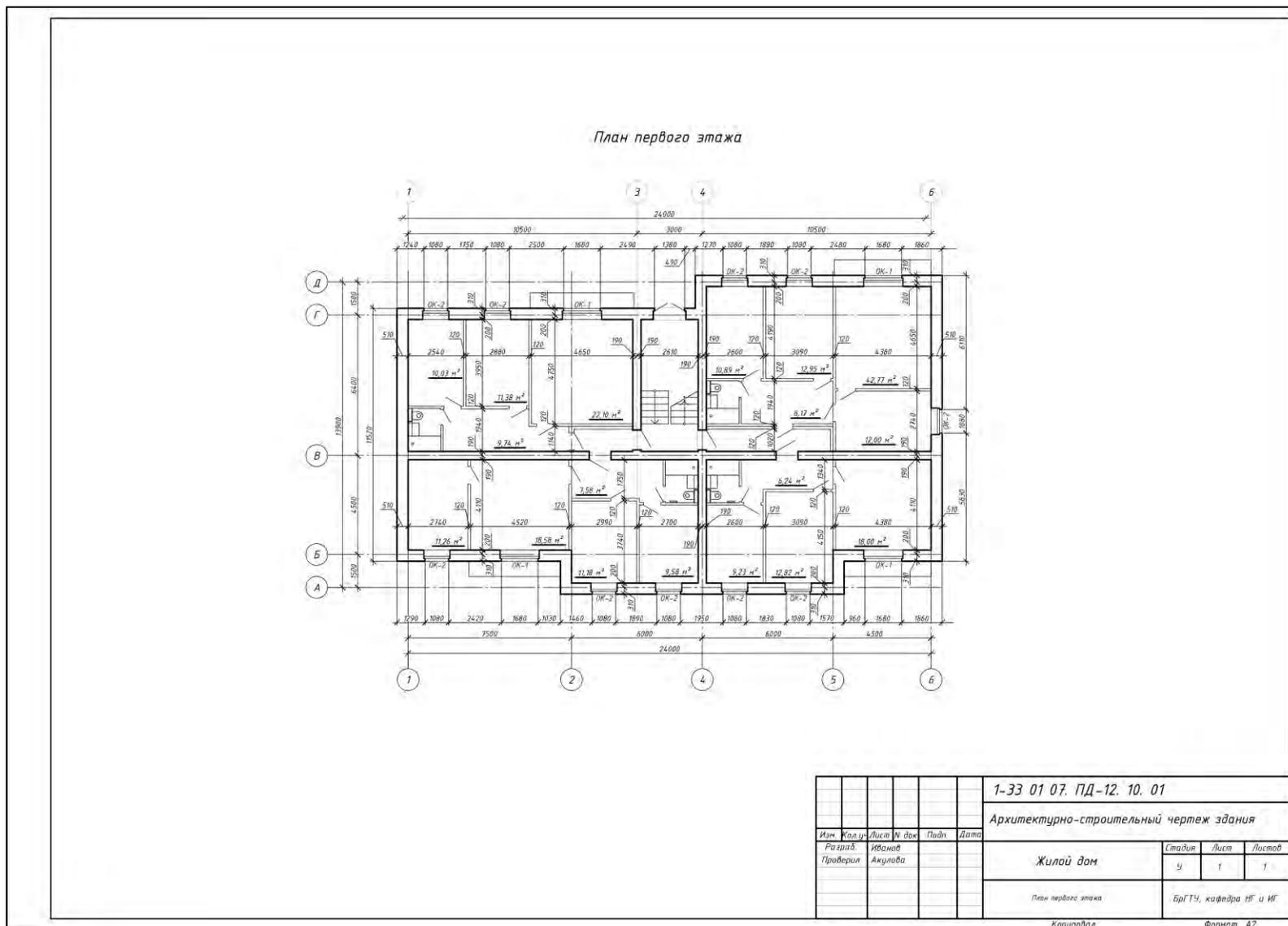


Рисунок 2.16. Образец оформления графической работы № 10

### 2.3. Подготовка альбома индивидуальных графических работ

[#ПрактическийРаздел](#)

Все индивидуальные графические работы должны быть подшиты в альбом формата А4 в порядке их подготовки. Первым листом в альбоме является титульный лист (образец приведен на рисунке 2.17).

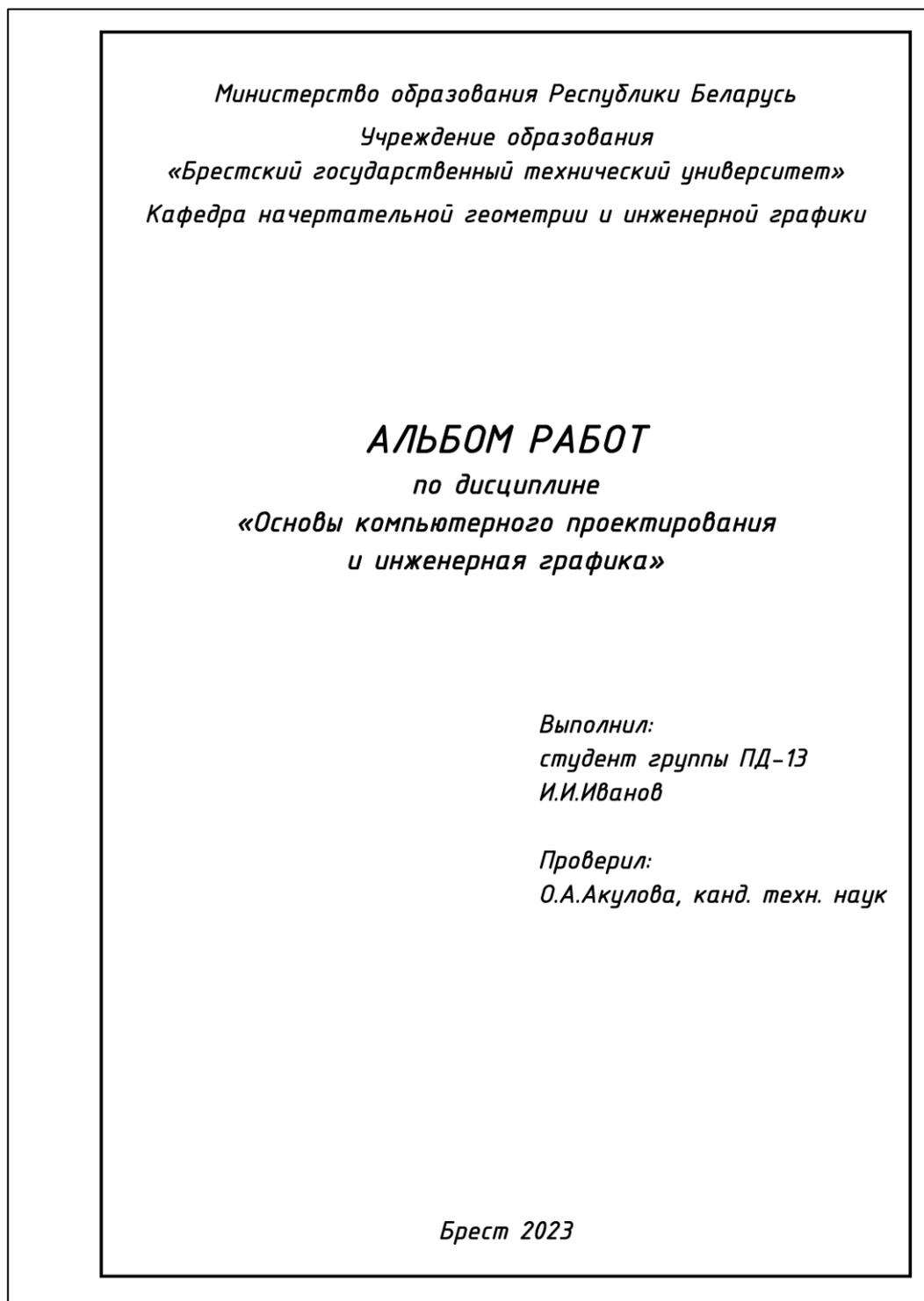


Рисунок 2.17. Образец оформления титульного листа

Видеоуроки для подготовки альбома индивидуальных графических работ:

Миширук, О. М. Часть 1\_Как сложить формат А3 до формата А4 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://youtu.be/MsKWaXTaBAU>;

Миширук, О. М. Часть 2\_Как сложить формат А2 до формата А4 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://youtu.be/hJz3RuEjaEA>;

Миширук, О. М. Часть 3\_Как сложить формат А1 до формата А4 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://youtu.be/ZF1rMtwHXis>;

Миширук, О. М. Часть 6\_Как подшить альбом формата А4 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://youtu.be/ZvhejO5CGRo>;

### 3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

[#СтруктураЭУМК](#)

<b>3.1. Используемые средства диагностики результатов учебной деятельности</b> .....	416
<b>3.2. Вопросы для подготовки к зачету</b> .....	417

### 3.1. Используемые средства диагностики результатов учебной деятельности

[#РазделКонтроляЗнаний](#)

Формой итогового контроля знаний по дисциплине «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» является зачет. К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие индивидуальные графические работы, предусмотренные учебной программой дисциплины.

Оценка уровня знаний студента на зачете производится отметками «зачтено», «не зачтено».

Положительной является отметка «зачтено», отметка «не зачтено» является неудовлетворительной.

Для диагностики компетенций используются следующие инструменты:

- собеседование и защита выполненных индивидуальных графических работ;
- проведение текущих контрольных опросов и текущих контрольных работ по отдельным темам;
- выступление студентов с докладом на конференции по подготовленной научной теме;
- отчеты о научно-исследовательской работе;
- публикации статей, докладов;
- внедрение результатов научно-исследовательской работы в учебный процесс и производство;
- электронные тесты;
- промежуточный контроль знаний;
- зачет.

### 3.2. Вопросы для подготовки к зачету

[#РазделКонтроляЗнаний](#)

- 1) Способы проецирования.
- 2) Свойства ортогонального проецирования.
- 3) Способы образования и задания поверхностей на чертеже.
- 4) Общий подход к решению задач на пересечение геометрических объектов.
- 5) Пересечение поверхности плоскостью.
- 6) Общие принципы и способы построения разверток поверхностей.
- 7) Способы преобразования проекций.
- 8) Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основы оформления чертежей.
- 9) Форматы чертежа. Рамки и основные надписи.
- 10) Понятие масштаба и способы его указания на чертеже.
- 11) Линии чертежа. Их структура и области применения.
- 12) Шрифты. Типы и размеры шрифтов.
- 13) Расположение и обозначение основных видов на чертеже.
- 14) Дополнительные виды. Правила их выполнения и обозначения.
- 15) Местные виды. Правила их выполнения и обозначения.
- 16) Классификация разрезов. Обозначение разрезов на чертеже.
- 17) Выполнение простых разрезов симметричных изделий.
- 18) Выполнение и обозначение сложных ступенчатых и ломаных разрезов.
- 19) Классификация сечений.
- 20) Аксонометрические проекции. Расположение осей, коэффициенты искажений.
- 21) Правила штриховки сечений в разрезах, в том числе на аксонометрических вырезах.
- 22) Метод проекций с числовыми отметками.
- 23) Проектирование земляных сооружений на топографической поверхности в проекциях с числовыми отметками.
- 24) Разъемные и неразъемные виды соединений. Их изображение и обозначение на чертеже.
- 25) Изображение резьбы на чертежах деталей (на стержне, в отверстии).
- 26) Условное, упрощенное и конструктивное изображение крепежных деталей.
- 27) Основные понятия о сборочном чертеже. Условности и упрощения изображений на сборочных чертежах.
- 28) Правила выполнения эскизов.
- 29) Детализирование сборочной единицы. Основные требования к чертежам деталей.
- 30) Условности и упрощения при выполнении чертежей деталей. Основные правила нанесения размеров на чертеже детали.
- 31) Обозначение материалов на эскизах и чертежах деталей.
- 32) Система проектной документации для строительства (СПДС).

33) Координационные оси здания, правила их изображения и маркировки на чертеже.

34) Привязка стен к координационным осям.

35) Правила выполнения плана этажа здания.

36) Структура геометрического моделирования.

37) Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD.

38) Автоматическое получение чертежей видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций из трехмерной модели в AutoCAD.

39) Визуализация в AutoCAD (текстуры, материалы, освещение).

40) Параметрическое моделирование в AutoCAD.

## 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

[#СтруктураЭУМК](#)

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» для специальности 1-33 01 07 «Природоохранная деятельность»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	423
Цели и задачи учебной дисциплины .....	423
Требования к освоению учебной дисциплины .....	423
Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием, связь с другими учебными дисциплинами .....	424
Объем учебной дисциплины .....	424
1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА.....	426
Тема 1. Методы проецирования. Проекция точки, прямой, плоскости и поверхности. ....	426
Тема 2. Пересечение геометрических объектов. Развертывание поверхностей. Решение позиционных и метрических задач. ....	426
Тема 3. Единая система конструкторской документации. Основы оформления чертежей. Оформление чертежей в САПР AutoCAD.....	426
Тема 4. Современные технологии информационного моделирования. Структура геометрического моделирования. Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD .....	426
Тема 5. Виды, разрезы, сечения. Аксонометрические проекции.....	427
Тема 6. Создание чертежей видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций из 3D-модели в AutoCAD.....	427
Тема 7. Проекция с числовыми отметками.....	427
Тема 8. Виды соединения деталей и правила их изображения на чертеже. ...	427
Тема 9. Общие требования к чертежам. Эскизы. Сборочный чертеж. Чертежи деталей.....	427
Тема 10. Общие сведения о строительных чертежах. Архитектурно-строительные чертежи зданий и сооружений. ....	428
2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	429
3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	430
3.1. Основная литература .....	430
3.2. Дополнительная литература.....	430
3.3. Примерный перечень тем лабораторных занятий .....	431

3.4. Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования для выполнения лабораторных работ .....	434
3.5. Используемые средства диагностики результатов учебной деятельности .....	435
3.6. Вопросы для подготовки к зачету .....	435
3.7. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине .....	437
3.8. Характеристика инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины.....	438

Учреждение образования  
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
\_\_\_\_\_ М.В.Нерода  
\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_

Регистрационный № УД- \_\_\_\_\_ /уч.

Основы компьютерного проектирования и инженерная графика

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине  
для специальности

1-33 01 07 Природоохранная деятельность

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-33-01 07-2021 и учебного плана учреждения образования «Брестский государственный технический университет» для специальности 1-33 01 07 Природоохранная деятельность (регистрационный № в-234-21/уч., протокол от 28.06.2021 №5).

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Акулова О. А., заведующий кафедрой начертательной геометрии и инженерной графики, кандидат технических наук

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

О. И. Грядунова, заведующий кафедрой географии и природопользования учреждения образования «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина», кандидат географических наук, доцент

А. А. Волчек, профессор кафедры природообустройства учреждения образования «Брестский государственный технический университет», доктор географических наук, профессор

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой начертательной геометрии и инженерной графики

Заведующий кафедрой

О. А. Акулова

(протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_);

Методической комиссией факультета инженерных систем и экологии

Председатель методической комиссии

О. П. Мешик

(протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_);

Научно-методическим советом БрГТУ (протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### #ВспомогательныйРаздел

Учебная программа учреждения высшего образования «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» для специальности 1-33 01 07 Природоохранная деятельность разработана в соответствии с требованиями образовательного стандарта ОСВО 1-33-01 07-2021 и Учебного плана учреждения образования «Брестский государственный технический университет» по специальности 1-33 01 07 Природоохранная деятельность Основы компьютерного проектирования и инженерная графика (регистрационный № в-234-21/уч.).

Дисциплина «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» является фундаментом инженерно-технического образования. Она не только представляет собой теорию изображений и построения чертежей, но и составляет теоретическую основу для современных технологий информационного моделирования и представления графической информации.

Она дает студентам знания, умения и навыки, необходимые для эффективного изучения последующих общеинженерных и специальных дисциплин, выполнения курсовых и дипломных проектов, а также для их будущей практической деятельности.

#### Цели и задачи учебной дисциплины

Целью изучения дисциплины «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» является формирование у студентов знаний, умений и навыков получения, хранения и обработки графической информации, в том числе с помощью программных средств компьютерной графики, ориентированных на современные информационные технологии.

В соответствии с образовательным стандартом в результате изучения учебной дисциплины «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» формируется базовая профессиональная компетенция: использовать базовые знания компьютерного проектирования и инженерной графики для выполнения экологических исследований.

#### Требования к освоению учебной дисциплины

В результате усвоения учебной дисциплины «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» студент должен:

знать:

- теоретические основы построения графических моделей (включая аксонометрические проекции);
- графические способы решения позиционных и метрических геометрических задач;
- прикладные графические программы и компьютерное моделирование;
- государственные стандарты по выполнению и оформлению чертежей;

уметь:

- решать на плоскости позиционные и метрические задачи с пространственными формами;
- строить изображения (виды, разрезы, сечения, аксонометрические проекции);
- наносить размеры на чертежах и эскизах деталей и сборных единиц;
- читать чертежи деталей и сборочных единиц;
- использовать программные процедуры, предназначенные для работы с графическими объектами;
- выполнять чертежи средствами компьютерной графики, строить трехмерные компьютерные модели деталей;

владеть:

методами построения проекций объемных тел на плоскость.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием, связь с другими учебными дисциплинами

Дисциплина «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» входит в государственный компонент модуля «Инженерно-технический» учебного плана специальности 1-33 01 07 Природоохранная деятельность (регистрационный № в-234-21/уч., протокол от 28.06.2021 №5).

Для изучения данной учебной дисциплины необходимо усвоение дисциплин «Геометрия», «Черчение», «Информатика» в объеме программы средней школы.

Дисциплина «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» является основой для успешного освоения дисциплин «Инженерные методы защиты гидросферы» (6 семестр) и «Экологическая экспертиза» (7 семестр), выполнения курсовых и дипломных проектов, а также прохождения государственной итоговой аттестации.

Объем учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» составляет 3 зачетных единицы, 118 часов, в том числе 64 часа аудиторных занятий.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам приведено в таблице 1.

Формой итогового контроля знаний является зачет.

К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие все индивидуальные графические работы, предусмотренные настоящей учебной программой.

Таблица 1 – План учебной дисциплины «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» для дневной формы получения высшего образования

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
1-33 01 07	Природоохранная деятельность	1	2	118	3	64	16	48	–	–	–	зачет

# 1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## #ВспомогательныйРаздел

Дисциплина «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» содержит следующие темы:

Тема 1. Методы проецирования. Проекция точки, прямой, плоскости и поверхности.

Методы проецирования геометрических образов. Аппарат проецирования. Свойства ортогонального проецирования. Связь проекции точки с ее координатами. Прямая. Позиционно-метрические свойства прямой. Задание плоскости на чертеже. Принадлежность точки и прямой плоскости. Взаимное положение плоскостей, прямой и плоскости. Плоские и пространственные кривые линии. Кривые второго порядка. Способы образования и задания поверхностей на чертеже. Определитель поверхности. Принадлежность точки и линии поверхности. Гранные поверхности. Линейчатые поверхности. Поверхности вращения. Винтовые поверхности.

Тема 2. Пересечение геометрических объектов. Развертывание поверхностей. Решение позиционных и метрических задач.

Общий подход к решению задач на пересечение геометрических объектов. Пересечение поверхности плоскостью. Пересечение поверхностей. Общие принципы и способы построения разверток поверхностей. Построение приближенных разверток неразвертываемых поверхностей. Построение точек и линий на развертке по их проекциям. Способы преобразования проекций. Решение позиционных и метрических задач с применением способов преобразования проекций.

Тема 3. Единая система конструкторской документации. Основы оформления чертежей. Оформление чертежей в САПР AutoCAD.

Обзор стандартов ЕСКД: форматы, основные надписи, масштабы, линии, шрифты чертежные, нанесение размеров и предельных отклонений, графические обозначения материалов и правила их нанесения на чертежах. Системы автоматизированного проектирования (далее САПР). САПР AutoCAD. Настройка рабочего пространства в AutoCAD. Команды рисования, редактирования, нанесения размеров.

Тема 4. Современные технологии информационного моделирования. Структура геометрического моделирования. Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD

PLM-технология управления жизненным циклом изделия. Понятие цифрового макета изделия. BIM-технология информационного моделирования зданий и сооружений. Стандартизация в области информационного моделирования. Параметрическое моделирование. Автоматическое получение чертежей и проектной документации из трехмерной модели. 3D сканирование. Прототипирование. 3D печать. Структура геометрического моделирования. Аппарат моделирования. Виды моделей. Моделирование трехмерных тел и

поверхностей в САПР AutoCAD. Редактирование тел и поверхностей; автоматическое построение плоских снимков ортогональных и аксонометрических проекций трехмерной модели в САПР AutoCAD. Визуализация трехмерной модели в САПР AutoCAD.

Тема 5. Виды, разрезы, сечения. Аксонометрические проекции.

Расположение основных видов. Дополнительные виды, их расположение и обозначение. Местный вид. Основные правила нанесения размеров. Компоновка чертежа. Простые разрезы. Местный разрез. Сложные разрезы, правила их выполнения и обозначения. Аппарат аксонометрических проекций. Косоугольные и прямоугольные аксонометрии. Правила построения стандартных аксонометрических проекций.

Тема 6. Создание чертежей видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций из 3D-модели в AutoCAD.

Автоматическое получение чертежей видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций из трехмерной модели с использованием команд ВИДБАЗ, Т-ВИД, Т-РИСОВАНИЕ и Т-ПРОФИЛЬ в AutoCAD. Мировая и пользовательские системы координат. Работа со слоями.

Тема 7. Проекция с числовыми отметками.

Сущность метода проекций с числовыми отметками и область его применения. Точка, прямая, плоскость в проекциях с числовыми отметками. Заложение и превышение отрезка прямой. Уклон и интервал прямой. Градуирование прямой. Масштаб уклона плоскости, угол падения и угол простирания плоскости. Задание поверхностей в проекциях с числовыми отметками. Топографическая поверхность. Решение позиционных задач на топографической поверхности. Элементы проектирования земляных сооружений на топографической поверхности в проекциях с числовыми отметками. Основы моделирования инженерных задач на топографической поверхности в САПР AutoCAD.

Тема 8. Виды соединения деталей и правила их изображения на чертеже.

Понятие о разъемных соединениях. Резьбовые соединения. Изображение резьбы. Стандартные крепежные детали с резьбой. Болтовое соединение. Шпильное соединение. Винтовое соединение. Трубное соединение. Конструктивное, упрощенное и условное изображение резьбовых соединений. Понятие о неразъемных соединениях. Сварные, паяные, клееные соединения, их изображение и обозначение на чертежах.

Тема 9. Общие требования к чертежам. Эскизы. Сборочный чертеж. Чертежи деталей.

Понятие об эскизе, как о конструктивном документе. Правила выполнения эскизов. Назначение сборочного чертежа и его место в производстве. Правила выполнения сборочного чертежа. Условности и упрощения при выполнении сборочных чертежей. Спецификация сборочного чертежа. Чертеж детали, как рабочий документ, предназначенный для изготовления детали. Правила выполнения рабочего чертежа детали.

Тема 10. Общие сведения о строительных чертежах. Архитектурно-строительные чертежи зданий и сооружений.

Система проектной документации для строительства (СПДС). Стадии проектирования. Рабочие чертежи зданий, сооружений, строительных конструкций и изделий. Условности, регламентированные ГОСТ СПДС. Комплекты строительных чертежей. Типы зданий и элементы конструкций зданий. Комплекты рабочих чертежей марок АР и АС. Правила выполнения планов этажей зданий. Продольные и поперечные разрезы зданий. Правила выполнения фасадов зданий. Фрагменты планов, фасадов, узлов. Особенности оформления строительных чертежей в AutoCAD. Приложение СПДС GraphiCS для AutoCAD.

**2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ОСНОВЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА»  
для дневной формы получения высшего образования**

#ВспомогательныйРаздел

Таблица 2

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов самост. работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия		
	2 семестр	16	48	–	–	54	118
1	Методы проецирования. Проекция точки, прямой, плоскости и поверхности	2	–	–	–	6	опрос
2	Пересечение геометрических объектов. Развертывание поверхностей. Решение позиционных и метрических задач	2	4	–	–	8	ИГР
3	Единая система конструкторской документации. Основы оформления чертежей. Оформление чертежей в САПР AutoCAD		4	–	–	8	ИГР
4	Современные технологии информационного моделирования. Структура геометрического моделирования. Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD	2	6	–	–	8	ИГР
5	Виды, разрезы, сечения. Аксонометрические проекции	2	4	–	–	4	ИГР
6	Создание чертежей видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций из 3D-модели в AutoCAD		4	–	–	4	ИГР
7	Проекция с числовыми отметками	2	10	–	–	4	ИГР
8	Виды соединения деталей и правила их изображения на чертеже	2		–	–	4	опрос
9	Общие требования к чертежам. Эскизы. Сборочный чертеж. Чертежи деталей	2	6	–	–	4	ИГР
10	Общие сведения о строительных чертежах. Архитектурно-строительные чертежи зданий и сооружений	2	10	–	–	4	ИГР

### 3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### #ВспомогательныйРаздел

#### 3.1. Основная литература

- 1) Уласевич, З. Н. Начертательная геометрия : учеб. пособие / З. Н. Уласевич, В. П. Уласевич, О. А. Якубовская. – Минск: Из-во «Белорусская энциклопедия им. П. Бровки», 2009. – 200 с.
- 2) Чекмарев, А. А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение : Учебник / А. А. Чекмарев. – М: Высш. шк., 2014. – 396 с.
- 3) Хейфец, А. Л. Инженерная 3D-компьютерная графика : учеб. пособие для бакалавров / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под ред. А. Л. Хейфеца. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 464 с.
- 4) Короев, Ю. И. Черчение для строителей / Ю. И. Короев. М.: Академия, 2001. – 257 с.
- 5) Государственные стандарты Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).
- 6) Государственные стандарты Системы проектной документации для строительства (СПДС).

#### 3.2. Дополнительная литература

- 7) Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский. – М.: Высш. шк., 2009. – 272 с.
- 8) Фролов, С. А. Начертательная геометрия: учебник / С. А. Фролов. – М.: Академия, 2008. – 286 с.
- 9) Кокошко, А. Ф. Начертательная геометрия: учебное пособие / А. Ф. Кокошко, С. А. Матюх. – Минск : ИВЦ Минфина, 2013. – 392 с.
- 10) Большаков, В. П. Инженерная и компьютерная графика. Теоретический курс и тестовые задания: учеб. пособие / В. П. Большаков, А. В. Чагина. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 384 с.
- 11) Полещук, Н. Н. AutoCAD в инженерной графике / Н. Н. Полещук, Н. Г. Карпушкина. – СПб.: Питер, 2005. – 493 с.
- 12) Перепелица, Ф. А. Компьютерное конструирование в AutoCAD 2016. Начальный курс. Учебно-методическое пособие / Ф. А. Перепелица. – СПб.: НИУ ИТМО, 2015. – 192 с.
- 13) Журавлев, А. С. AutoCAD для конструкторов. Стандарты ЕСКД в AutoCAD 2009/2010/2011. Практические советы конструктора / А. С. Журавлев. – СПб.: Наука и Техника, 2010. – 384 с.
- 14) Хейфец, А. Л. Компьютерная графика для строителей : учебник для академического бакалавриата / А. Л. Хейфец, В. Н. Васильева, И. В. Буторина ; под ред. А. Л. Хейфеца. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 204 с.
- 15) Георгиевский, О. В. Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей / О. В. Георгиевский. – М.: Интербук-бизнес, 2001. – 80 с.

### 3.3. Примерный перечень тем лабораторных занятий

На лабораторных занятиях рассматриваются алгоритмы решения задач, в том числе с применением современного программного обеспечения.

Примерный перечень тем лабораторных занятий:

1. Пересечение гранной поверхности плоскостью частного положения (ГР № 1, таблица 3) – 2 часа.
2. Развертывание гранных поверхностей (ГР № 1, таблица 3) – 2 часа.
3. Единая система конструкторской документации. Основы оформления чертежей (ГР № 2, таблица 3) – 2 часа.
4. Основы оформления чертежей в AutoCAD (ГР № 2, таблица 3) – 2 часа.
5. Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD (ГР № 3 (задание 1), таблица 3) – 2 часа.
6. Редактирование тел и поверхностей; автоматическое построение плоских снимков ортогональных и аксонометрических проекций трехмерной модели в САПР AutoCAD (ГР № 3 (задание 1), таблица 3) – 2 часа.
7. Визуализация трехмерной модели в САПР AutoCAD (ГР № 3 (задание 2), таблица 3) – 2 часа.
8. Виды, разрезы, сечения (ГР № 4, таблица 3) – 2 часа.
9. Аксонометрические проекции (ГР № 4, таблица 3) – 2 часа.
10. Создание чертежей видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций из 3D-модели в AutoCAD (ГР № 5, таблица 3) – 4 часа.
11. Проектирование земляных сооружений на топографической поверхности в проекциях с числовыми отметками (ГР № 6, таблица 3) – 4 часа.
12. Основы моделирования инженерных задач на топографической поверхности в САПР AutoCAD (ГР № 7, таблица 3) – 2 часа.
13. Оцифровка топографической основы в САПР AutoCAD (ГР № 8, таблица 3) – 4 часа.
14. Сборочный чертеж трубного соединения (ГР № 9, таблица 3) – 6 часов.
15. Архитектурно-строительный чертеж здания (ГР № 9, таблица 3) – 10 часов.

В процессе изучения дисциплины, студент должен выполнить ряд индивидуальных графических работ, примерный перечень и содержание которых приведены в таблице 3.

Таблица 3. Примерный перечень графических работ и их содержание

№	Содержание графической работы
1	2
1	<p>Графическая работа № 1 «Пересечение поверхности плоскостью. Развертка»</p> <p>Задача 1. Построить проекции линии пересечения поверхности плоскостью. Решить видимость заданных геометрических образов относительно плоскостей проекций.</p> <p>Задача 2. Определить натуральную величину сечения поверхности плоскостью.</p> <p>Задача 3. Построить полную развертку заданной поверхности и нанести на нее линию пересечения поверхности плоскостью.</p> <p>Оформить чертеж на формате А2 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</p>
2	<p>Графическая работа № 2 «Геометрические построения в AutoCAD»</p> <p>В соответствии с заданным вариантом:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выполнить чертежи деталей, контур которых включает различные виды сопряжений, в САПР AutoCAD.</li> <li>2. Проставить необходимые размеры.</li> </ol> <p>Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</p>
3	<p>Графическая работа № 3 «Моделирование задачи на пересечение поверхностей»</p> <p>Задание 1. В соответствии с заданным вариантом:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В САПР AutoCAD создать трехмерную модель двух пересекающихся поверхностей.</li> <li>2. Из трехмерной модели автоматически получить ортогональные проекции и стандартную аксонометрическую проекцию.</li> </ol> <p>Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</p> <p>Задание 2. Выполнить в САПР AutoCAD визуализацию трехмерной модели двух пересекающихся поверхностей с наложением материалов, текстур, построением теней.</p> <p>Оформить задачу на формате А4</p>
4	<p>Графическая работа № 4 «Виды. Простые разрезы. Аксонометрия»</p> <p>В соответствии с заданным вариантом:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построить третий вид детали по двум заданным. Выполнить необходимые разрезы. Проставить размеры.</li> <li>2. Выполнить стандартное аксонометрическое изображение детали.</li> </ol> <p>Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</p>

Продолжение таблицы 3

1	2
5	<p>Графическая работа № 5 «Виды, разрезы, аксонометрия в AutoCAD»                      В соответствии с заданным вариантом в САПР AutoCAD:                      1. Построить трехмерную модель заданных деталей.                      2. Автоматически получить необходимые виды, разрезы детали, а также стандартную аксонометрическую проекцию заданной детали.                      Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</p>
6	<p>Графическая работа № 6 «Проекция с числовыми отметками»                      Задача 1. Построить линии пересечения откосов выемок (уклон 1:1) и насыпей (уклон 2:3) земляного сооружения между собой и с топографической поверхностью в масштабе 1:200.                      Задача 2. Построить профиль рельефа с планировкой по сечению А-А.                      Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</p>
7	<p>Графическая работа № 7 «Моделирование задачи в проекциях с числовыми отметками в AutoCAD»                      Задача 1. В САПР AutoCAD создать трехмерную модель задачи 1 из графической работы №6.                      Задача 2. Из трехмерной модели автоматически получить горизонтальную проекцию и профиль рельефа с планировкой по сечению А-А.                      Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</p>
8	<p>Графическая работа №8 «Оцифровка топографической основы в САПР AutoCAD»                      Выполнить в AutoCAD оцифровку фрагмента топографической карты в масштабе 1:10 000 с использованием соответствующих условных обозначений.                      Оформить чертеж на формате А1 в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</p>
9	<p>Графическая работа № 9 «Сборочный чертеж трубного соединения»                      В соответствии с заданным вариантом:                      1. Выполнить сборочный чертеж трубного соединения.                      2. Составить спецификацию.                      Оформить чертеж на формате А4 или А3 (в зависимости от принятого масштаба) в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД</p>
10	<p>Графическая работа № 10 «План здания в САПР AutoCAD»                      В соответствии с заданным вариантом:                      1. В масштабе 1:100 выполнить чертеж плана здания с применением мультилиний, блоков и параметрических объектов (окна, двери).                      2. Проставить необходимые размеры и площади помещений.                      Оформить чертеж на формате А3 в соответствии с требованиями стандартов СПДС</p>

3.4. Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования для выполнения лабораторных работ

Реализация учебной дисциплины требует наличия учебного кабинета, оборудованного рабочими местами для выполнения графических работ по количеству обучающихся, рабочим местом преподавателя, учебными наглядными пособиями, моделями, плакатами, раздаточным материалом.

При проведении лекционных и лабораторных занятий преподавателем используется компьютер с установленным лицензионным программным обеспечением и мультимедийный проектор.

Лабораторные занятия по компьютерной графике проводятся в компьютерном классе, оборудованном персональными компьютерами с установленным лицензионным программным обеспечением, а также возможностью доступа к локальной компьютерной сети университета.

Для выполнения графических работ по инженерной компьютерной графике используется САПР Autodesk AutoCAD.

Рекомендуемые методические указания:

1. Матюх, С. А. Методические указания к выполнению индивидуальных графических заданий по инженерной компьютерной графике / С. А. Матюх, Т. В. Шевчук. – Брест, из-во БрГТУ, 2018. – 59 с.

2. Матюх, С. А. Методические указания по инженерной графике к выполнению заданий по темам: геометрические построения, виды, разрезы, сечения, аксонометрия / С. А. Матюх, В. А. Морозова. – Брест, из-во БрГТУ, 2019. – 65 с.

Рекомендуемые видеоуроки:

1. Акулова, О. А. Геометрические построения в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtube.com/playlist?list=PLxYMiwfKnKJaYvM8UWESD1-62bNuiQeX9>. – Дата доступа: 24.05.2021.

2. Омесь, Д. В. Шрифты чертежные [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://youtu.be/D5p\\_X-aL4eo](https://youtu.be/D5p_X-aL4eo). – Дата доступа: 24.05.2021.

3. Акулова, О. А. Пересечение поверхностей в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtube.com/playlist?list=PLxYMiwfKnKJb5PbYRvKknugcdyHJrOZsC>. – Дата доступа: 24.05.2021.

4. Акулова, О. А. Виды, простые разрезы, аксонометрия в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtube.com/playlist?list=PLxYMiwfKnKJY1VNYdJKGC0zxPXPNUlxJM>. – Дата доступа: 24.05.2021.

5. Акулова, О. А. Моделирование топографической поверхности в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtube.com/playlist?list=PLxYMiwfKnKJYtJ8QiKij7vFQMNl8vIQSD>. –

Дата доступа: 24.05.2021.

6. Акулова, О. А. Оцифровка топографической основы в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtube.com/playlist?list=PLxYMiwfKnKJaHPqT6xrxZTPcjXJ2IWNwj>. –

Дата доступа: 24.05.2021.

7. Акулова, О. А. Сборочный чертеж трубного соединения в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtu.be/HU9zOo7jjvc>. – Дата доступа: 24.05.2021.

8. Акулова, О. А. Архитектурно-строительный чертеж в AutoCAD [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtube.com/playlist?list=PLxYMiwfKnKJZEGXRk8dJG60CE9jsHUX72>. –

Дата доступа: 24.05.2021.

9. Миширук, О. М. Как правильно подшить альбом графических работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://youtube.com/playlist?list=PLlAg7uCZsIWXRpEXsFdEdw4IxvaD0oxrv>. –

Дата доступа: 24.05.2021.

### 3.5. Используемые средства диагностики результатов учебной деятельности

Формой итогового контроля знаний по дисциплине является зачет. К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие индивидуальные графические работы, предусмотренные настоящей учебной программой.

Оценка уровня знаний студента на зачете производится отметками «зачтено», «не зачтено».

Положительной является отметка «зачтено», отметка «не зачтено» является неудовлетворительной.

Для диагностики компетенций используются следующие инструменты:

- собеседование и защита выполненных индивидуальных графических работ;
- проведение текущих контрольных опросов и текущих контрольных работ по отдельным темам;
- выступление студентов с докладом на конференции по подготовленной научной теме;
- отчеты о научно-исследовательской работе;
- публикации статей, докладов;
- внедрение результатов научно-исследовательской работы в учебный процесс и производство;
- электронные тесты;
- промежуточный контроль знаний;
- зачет.

### 3.6. Вопросы для подготовки к зачету

- 1) Способы проецирования.
- 2) Свойства ортогонального проецирования.
- 3) Способы образования и задания поверхностей на чертеже.

- 4) Общий подход к решению задач на пересечение геометрических объектов.
- 5) Пересечение поверхности плоскостью.
- 6) Общие принципы и способы построения разверток поверхностей.
- 7) Способы преобразования проекций.
- 8) Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Основы оформления чертежей.
- 9) Форматы чертежа. Рамки и основные надписи.
10. Понятие масштаба и способы его указания на чертеже.
- 11) Линии чертежа. Их структура и области применения.
- 12) Шрифты. Типы и размеры шрифтов.
- 13) Расположение и обозначение основных видов на чертеже.
- 14) Дополнительные виды. Правила их выполнения и обозначения.
- 15) Местные виды. Правила их выполнения и обозначения.
- 16) Классификация разрезов. Обозначение разрезов на чертеже.
- 17) Выполнение простых разрезов симметричных изделий.
- 18) Выполнение и обозначение сложных ступенчатых и ломаных разрезов.
- 19) Классификация сечений.
- 20) Аксонометрические проекции. Расположение осей, коэффициенты искажений.
- 21) Правила штриховки сечений в разрезах, в том числе на аксонометрических вырезах.
- 22) Метод проекций с числовыми отметками.
- 23) Проектирование земляных сооружений на топографической поверхности в проекциях с числовыми отметками.
- 24) Разъемные и неразъемные виды соединений. Их изображение и обозначение на чертеже.
- 25) Изображение резьбы на чертежах деталей (на стержне, в отверстии).
- 26) Условное, упрощенное и конструктивное изображение крепежных деталей.
- 27) Основные понятия о сборочном чертеже. Условности и упрощения изображений на сборочных чертежах.
- 28) Правила выполнения эскизов.
- 29) Детализирование сборочной единицы. Основные требования к чертежам деталей.
- 30) Условности и упрощения при выполнении чертежей деталей. Основные правила нанесения размеров на чертеже детали.
- 31) Обозначение материалов на эскизах и чертежах деталей.
- 32) Система проектной документации для строительства (СПДС).
- 33) Координационные оси здания, правила их изображения и маркировки на чертеже.
- 34) Привязка стен к координационным осям.
- 35) Правила выполнения плана этажа здания.
- 36) Структура геометрического моделирования.
- 37) Моделирование геометрических тел и поверхностей в AutoCAD.
- 38) Автоматическое получение чертежей видов, разрезов, сечений и

аксонометрических проекций из трехмерной модели в AutoCAD.

39) Визуализация в AutoCAD (текстуры, материалы, освещение).

40) Параметрическое моделирование в AutoCAD.

### 3.7. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине

Самостоятельная работа – вид учебной деятельности студентов в процессе освоения образовательных программ высшего образования, осуществляемой самостоятельно вне аудитории с использованием различных средств обучения и источников информации.

Цель самостоятельной работы:

- активизация учебно-познавательной деятельности студентов;
- формирование у студентов умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний;
- формирование у студентов умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике;
- саморазвитие и самосовершенствование.

Научно-методическое обеспечение самостоятельной работы по дисциплине «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» включает:

- перечень и содержание индивидуальных графических работ (таблица 3);
- учебно-методическую литературу (п. 3.1, п. 3.2);
- методические рекомендации и видеоуроки (п. 3.4.) по выполнению индивидуальных графических работ по дисциплине;
- свободный доступ каждого студента к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам.

Приведенное в таблице 2 время, отведенное на самостоятельную работу, студенты используют на:

- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;
- решение задач;
- выполнение чертежей, индивидуальных графических работ;
- выполнение исследовательских работ;
- подготовку тематических докладов и презентаций;
- выполнение практических заданий.

Примерный перечень вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение, с указанием рекомендуемой литературы, методических указаний и видеоуроков:

- Способы образования и задания поверхностей на чертеже (п. 3.1 [1], п. 3.2. [7–9], п. 3.4, методические указания [1]);
- Общий подход к решению задач на пересечение геометрических объектов (п. 3.1 [1], п. 3.2. [7–9], п. 3.4, методические указания [1]);
- САПР AutoCAD. Настройка рабочего пространства в AutoCAD. Команды рисования, редактирования, нанесения размеров (п. 3.1 [3], п. 3.2. [11–13], п. 3.4, видеоурок 1);
- Шрифты. Типы и размеры шрифтов (п. 3.1 [2], п. 3.2. [10], п. 3.4, видеоурок 2);
- 3D сканирование. Прототипирование. 3D печать (п. 3.1 [3]);

- Сложные разрезы, правила их выполнения и обозначения (п. 3.1 [2], п. 3.2. [10], п. 3.4, методические указания [2]);
- Автоматическое получение чертежей видов, разрезов, сечений и аксонометрических проекций из трехмерной модели с использованием команд Т-ВИД, Т-РИСОВАНИЕ и Т-ПРОФИЛЬ в AutoCAD (п. 3.4, видеоурок 4);
- Условные обозначения на топографических картах (п. 3.4, видеоурок 6);
- Понятие о неразъемных соединениях. Сварные, паяные, клееные соединения, их изображение и обозначение на чертежах (п. 3.1 [2; 3], п. 3.2. [10–13], п. 3.4, методические указания [1]);
- Правила выполнения рабочего чертежа детали (п. 3.1 [2; 3], п. 3.2. [10–13]);
- Правила выполнения фасадов зданий. Фрагменты планов, фасадов, узлов (п. 3.1 [4], п. 3.2. [14; 15]).

### 3.8. Характеристика инновационных подходов к преподаванию учебной дисциплины

В процессе изучения дисциплины «Основы компьютерного проектирования и инженерная графика» реализуется комплексный системный подход, отражающий неразрывную взаимосвязь между ее основными разделами.

При этом получение наглядных изображений трехмерных моделей в системах автоматизированного проектирования рассматривается как результат реализации соответствующих геометрических аппаратов проецирования (центрального и параллельного) начертательной геометрии, которая является теоретической основой для геометрического моделирования и инженерной компьютерной графики, а также эффективного использования различных графических сред в процессе решения инженерных задач.

При освоении студентами учебной дисциплины широко применяются:

- электронные презентации в PowerPoint, которые содержат цели и задачи, основные рассматриваемые вопросы, теоретический материал; поэтапное решение практических задач; примеры оформления графических работ;
- авторские видеоуроки (п. 3.4) по выполнению графических работ в САПР, которые размещены в открытом доступе на YouTube;
- элементы дистанционного обучения (группы в социальных сетях, платформы MOODLE, Google-class и др.);
- современные образовательные методики для организации самостоятельной активной познавательной деятельности студентов (ценностная ориентировка; тематические обсуждения; использование поисковых и исследовательских технологий; работа в группах; действие по образцу).

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Инженерные методы защиты гидросферы 2. Экологическая экспертиза	Кафедра природообустройства		

Содержание учебной программы согласовано с выпускающей кафедрой

Заведующий кафедрой  
 природообустройства, кандидат  
 технических наук, доцент

О. П. Мешик