Практическое занятие № 2. Методы преобразования чертежа. Поверхности.

Название работы: Построить линии пересечения откосов и насыпей автомобильной дороги с топографической поверхностью.

Цель работы:

- приобретение навыков построения комплексных чертежей геометрических тел и проекций точек, лежащих на их поверхности.
- способствование развитию пространственного воображения, логического мышления;
- развитие способности к сопоставлению нового и ранее изученного материала.

Для выполнения работы вам потребуются такие инструменты: лист чертежной бумаги А3, карандаш твердо-мягкий, линейка, треугольник, мягкая резинка, циркуль.

Краткие сведения из теории.

Способы преобразования чертежа

Многие задачи решаются легко и просто, если прямые линии, плоские фигуры (основания, грани, ребра, оси) рассматриваемых ниже некоторых из основных геометрических тел находятся в частном положении. Такое частное, наивыгоднейшее взаимное расположение геометрического элемента и плоскостей проекций может быть обеспечено преобразованием чертежа.

Рассмотрим два основных способа преобразования чертежа прямой линии или плоской фигуры общего положения в чертеж с их частным положением. Они заключаются в следующем:

- в одном случае заменяют заданную систему плоскостей проекций на новую так, чтобы относительно них исходные объекты оказались в частном положении, не меняя своего расположения в пространстве;
- в другом случае изменяют положение исходных объектов в пространстве так, чтобы они приняли частное положение относительно плоскостей проекций.

В первом случае преобразование чертежа называют способом перемены плоскостей проекций, во втором – способом вращения. В курсе инженерной графики обычно рассматривают способ вращения вокруг проецирующей прямой. Рассмотрим указанные способы.

Способ перемены плоскостей проекций.

Сущность способа перемены плоскостей проекций заключается в следующем: положение точек, линий, плоских фигур, поверхностей в пространстве не изменяется, а система H/V дополняется плоскостями, образующими с H или V системы двух взаимно перпендикулярных плоскостей, принимаемых за плоскости проекций.

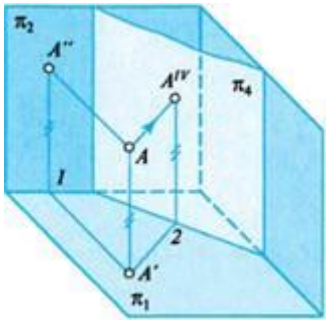


Рис. 2.1

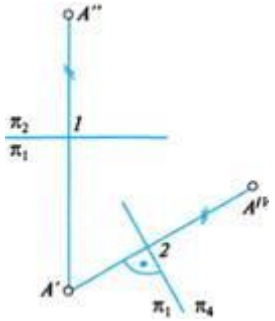


Рис. 2.2

Каждая новая система выбирается так, чтобы по отношению к заданным геометрическим элементам она заняла положение, наиболее удобное для выполнения требуемого построения.

На рис. 2.1 показано преобразование проекций точки A из системы π_2/π_1, в систему π_1/π_4, в которой вместо плоскости π_2 введена новая плоскость π_4, а плоскость π_1 осталась неизменной. При этом $\pi_4 \perp \pi_1$. В системе π_1/π_4, горизонтальная проекция A' точки A осталась неизменной. Проекция A^{1V} точки A на плоскости π_4 находится от плоскости π_1, на том же расстоянии, что и проекция A'' точки на плоскости π_2. Это условие позволяет легко строить проекцию точки на чертеже (рис. 2.2) на новой плоскости проекций. Для этого в новой системе (π_1, π_4) из проекции точки (A') на сохраняющейся плоскости проекций проводят линию связи, перпендикулярную новой оси проекций $\left(\frac{\pi_4}{\pi_1}\right)$. На этой линии связи отмечают расстояние от оси $\frac{\pi_4}{\pi_1}$ до проекции A^{1V} точки на новой плоскости проекций π_4, равное расстоянию от преобразуемой проекции A'' точки до оси $\frac{\pi_2}{\pi_1}$ проекций в системе π_2, $\pi_1(|A^{IV}2| = |A''1|)$.

При введении новой плоскости проекций, перпендикулярной фронтальной плоскости проекций (например, плоскости π_4 на рис. 2.3), расстояние от проекции (B^{IV}) до новой оси проекций $\left(\frac{\pi_4}{\pi_2}\right)$ равно рас-

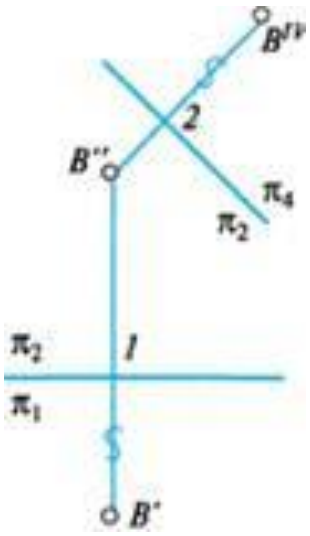


Рис. 2.3

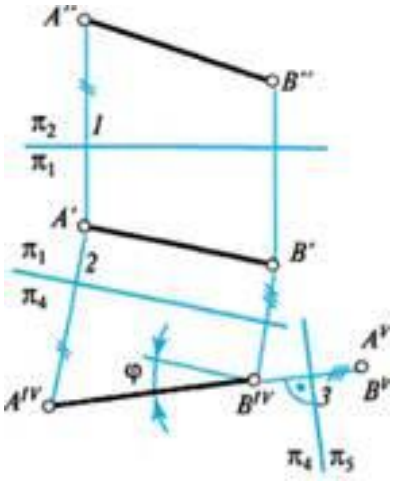


Рис. 2.4

-стоянию от горизонтальной проекции *(B')* до оси $\frac{\pi_2}{\pi_1}$ $(|B'1| = |B^{IV}2|)$.

В дальнейшем при введении новой плоскости проекций ось проекций можно обозначать в виде дроби, черта которой лежит на оси; каждую букву при этом пишут как бы на "своей" плоскости.

Перемену плоскостей проекций можно производить несколько раз.

Рассмотрим некоторые примеры.

Определение длины отрезка *AB* общего положения показано на рис. 2.4. Для этого плоскость π2 заменена на новую плоскость проекций π4, параллельную отрезку (ось π,/π4 параллельна проекции *A' B').*

Расстояния от оси $\left(\frac{\pi_1}{\pi_4}\right)$ до A^{IV} и B^{IV} равны расстояниям от Л "и *B "* по оси π2/π J соответственно $(|A^{IV}2| = |A''1|)$. Одновременно с определением натуральной величины отрезка определена величина φ угла наклона отрезка *AB* к плоскости π,.

Приведение отрезка прямой общего положения в проецирующее положение. На рис. 2.5 новая система плоскостей проекций π4/π, относительно отрезка *AB* находится в частном положении (пл. π4 *A B).* Введем еще одну новую плоскость проекций π5, перпендикулярную плоскости проекций π4 и отрезку *A B* (ось проекций π4/π5 перпендикулярна проекции *A* >ν*B*ιν). Относительно этой плоскости проекций π5 отрезок *AB* занимает проецирующее положение (проекции *A*ν и *B* ν совпадают, $|A'2| = |A^V3|$)

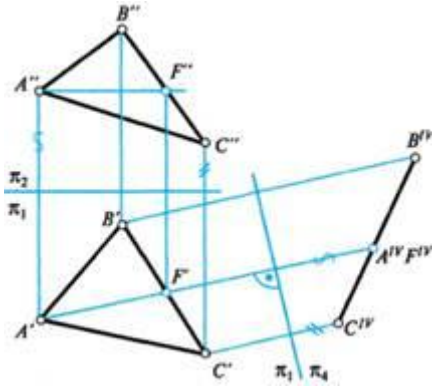


Рис. 2.5

Заметим, что для преобразования проекций отрезка общего положения на чертеже в проецирующее положение требуется введение двух новых плоскостей проекций последовательно, первой – параллельно отрезку, второй – перпендикулярно ему; при этом должны выполняться рассмотренные условия перпендикулярности между исходными и новыми плоскостями проекций.

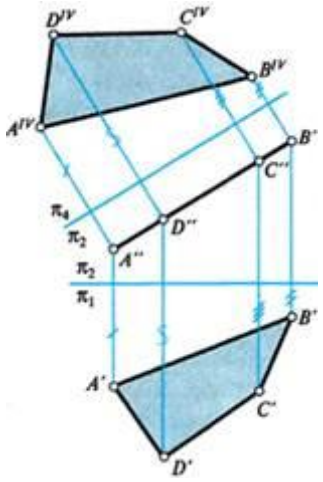


Рис. 2.6

Приведение плоской фигуры общего положения в проецирующее положение. Построение выполняют с помощью одной из линий частного положения, например, горизонтали с проекциями *A "F", A 'F'* (рис. 2.5). Новая плоскость проекций π4 в этом случае выбрана перпендикулярно горизонтали *AF*(ось π,/∏⅜ перпендикулярна проекции *A'F')* и соответственно перпендикулярно плоскости H1.

Определение натурального вида плоской фигуры, расположенной в проецирующем положении (рис. 2.6). Построение выполнено путем введения новой плоскости проекций π4, перпендикулярной плоскости π2 и параллельной плоскости четырехугольника с проекциями *A" B"C" D",A 'B'C'D'* (ось $\frac{\pi_4}{\pi_2}$ параллельна проекции/!" *B"C" D").*

Проекция *A* lv5 ivC lvOιv является натуральным видом заданного четырехугольника.

Следовательно, последовательным введением двух новых плоскостей проекций может быть определен натуральный вид плоской фигуры, принадлежащей плоскости общего положения.

Определение расстояния между двумя скрещивающимися прямыми. Это расстояние выражается длиной общего перпендикуляра *MN* к заданным прямым *AB* и *CD* (рис. 2.7, *а)*. Для определения его длины удобно, чтобы одна из прямых располагалась перпендикулярно плоскости проекций. Для этого надо последовательно ввести две новые плоскости проекций (рис. 5.7, *б),* например:

пл. $\pi_4 \parallel (AB)$, $\perp$ пл. π_1; ось $\frac{\pi_1}{\pi_4} \parallel (A'B')$;

пл. $\pi_5 \perp (AB)$, $\perp$ пл. π_4; ось $\frac{\pi_4}{\pi_5} \perp (A^{IV}B^{IV})$.

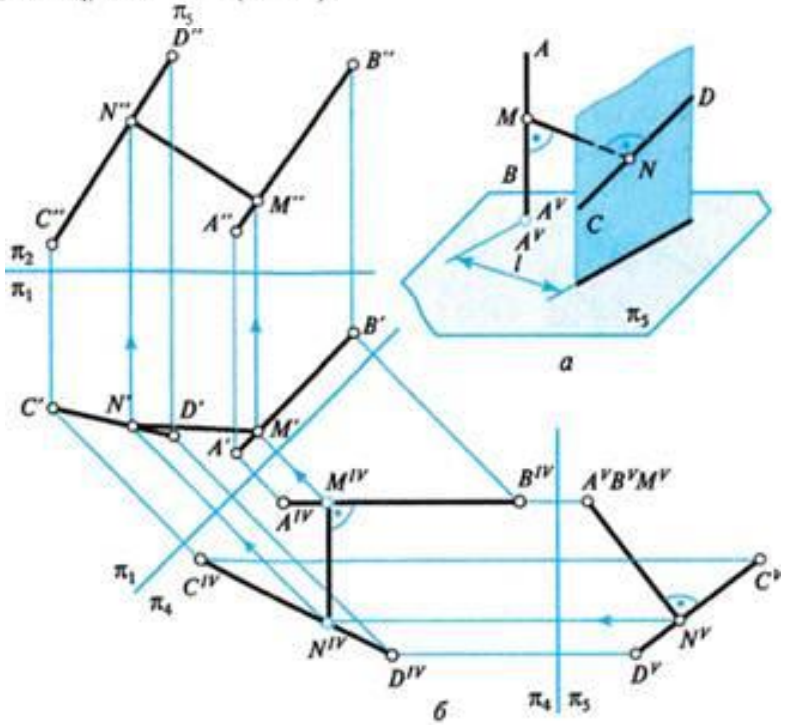


Рис. 2.7

На плоскость π5 прямая *AB* проецируется в точку *A*y = *B*v. Проведя перпендикуляр из точки *A* v = *B* ν на проекцию *C*v*D*v, находим проекцию *N* ν точки *N* пересечения его с прямой *CD*. Отметим проекцию *M* v точки *M,* совпадающую с проекциями точек *A*v, *B*s. Искомое расстояние определено – MvNv. На чертеже стрелками указано построение проекций *M'N'* и *M''N''* общего перпендикуляра к двум скрещивающимся прямым в системе π2, π,.

Способ вращения

Как известно, при вращении некоторой точки вокруг оси она описывает окружность, расположенную в плоскости, перпендикулярной оси вращения.

Для применения способа вращения в целях преобразования чертежа отметим следующие четыре элемента (рис. 2.8): ось вращения *(MN);*

плоскость вращения точки (пл. $\eta \perp (MN)$);

центр вращения *(O;* пл. $\eta \cap (MN) = O$);

радиус вращения (*R*; $R = |OA|$).

В качестве оси вращения обычно используют прямые, перпендикулярные или параллельные плоскостям проекций. Рассмотрим вращение относительно осей, перпендикулярных плоскостям проекций.

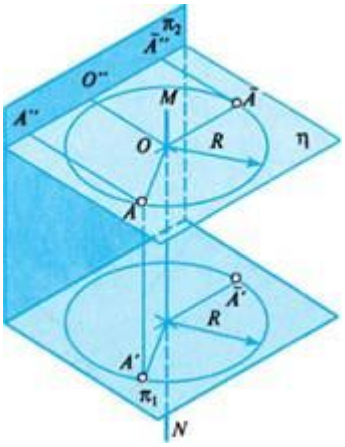


Рис. 2.8

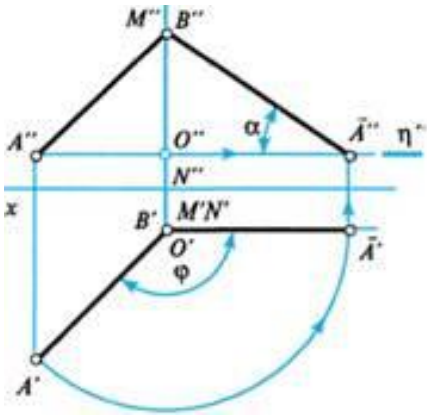


Рис. 2.9

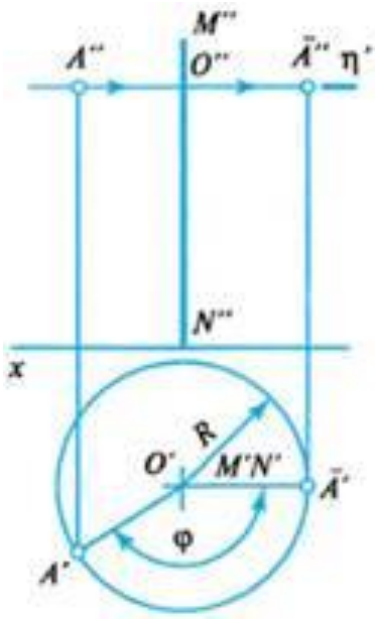


Рис. 2.10

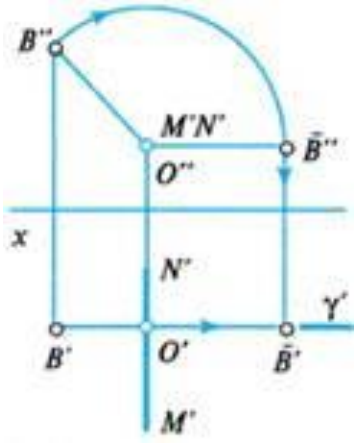


Рис. 2.11

Вращение точки *A* на чертеже относительно оси *MN*, перпендикулярной плоскости η, показано на рис. 2.9. Плоскость вращения η параллельна плоскости π, и на фронтальной проекции изображена следом η". Горизонтальная проекция *O'* центра вращения O совпадает с

проекцией *M'N'* оси, а горизонтальная проекция *O Á '* радиуса вращения *OA* является его натуральной величиной. Поворот точки *A* на рис. 2.9 произведен на угол <p против часовой стрелки так, чтобы в новом положении точки с проекциями *A "*, *A '* радиус вращения был параллелен плоскости π2. При вращении точки вокруг вертикальной оси ее горизонтальная проекция перемещается по окружности, а фронтальная проекция – параллельно оси *x.*

Если точку вращать вокруг оси, перпендикулярной плоскости π2, то ее фронтальная проекция будет перемещаться по окружности, а горизонтальная – параллельно оси *x.*

Вращение точки вокруг проецирующей прямой применяют при решении некоторых задач, например при определении натуральной величины отрезка прямой. Для этого (рис. 2.10) достаточно ось вращения с проекциями *M"N",M'N'* выбрать так, чтобы она проходила через одну из крайних точек отрезка, например точку с проекциями *B", B'.* Тогда при повороте точки *A* на угол φ в положение *A (OA* || пл. π2, *O Á* 'I оси x) отрезок ^ перемещается в положение *AB,* параллельное плоскости π2 и, следовательно, проецируется на нее в натуральную величину (I *B" A"* ≈ *AB* |). Одновременно в натуральную величину будет проецироваться угол а наклона отрезка *A B* к плоскости π.

Поворот (вращение) точки с проекциями *B", B'* относительно оси с проекциями *M"N", M'N',* перпендикулярной плоскости π2, показан на рис. 2.11. При вращении точка *B* перемещена в плоскости вращения γ(γ') в положение с проекциями *B", B'* так, что радиус вращения *OB* стал параллелен плоскости π, *(O "B"* || оси x).

Многогранником называется тело, ограниченное плоскими многоугольниками. Каждый из таких многоугольников называется гранью многогранника, общие соприкасающиеся стороны смежных многоугольников называются ребрами.

Краткие сведения из теории.

Линия пересечения поверхности проецирующей плоскостью представляет собой плоскую ломаную замкнутую линию, вершины которой – точки пересечения ребер, а стороны – линии пересечения граней многогранника с плоскостью. Одна проекция линии пересечения совпадает с проекцией секущей плоскости в пределах очерка пересекаемой поверхности. Вторая проекция линии пересечения строится по точкам по условию принадлежности этих точек заданной поверхности.

В первую очередь определяют опорные точки – точки, принадлежащие участвующим в пересечении ребрам многогранника (точки на ребрах).

Рассмотрим пример: построение линии пересечения пирамиды горизонтально проецирующей плоскостью (рис. 2.12).

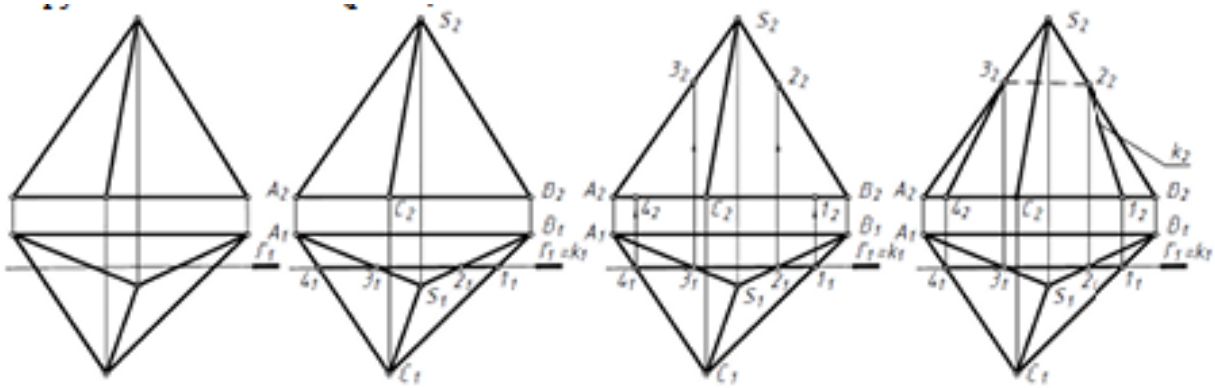


Рис. 2.12

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

На рис. 2.13 задано тело, ограниченное правильной пятиугольной пирамидой с вырезом, образованным фронтально проецирующими плоскостями. Пример выполнения задачи №1 приведен на рис. 4.

Призматический вырез образует на поверхности пирамиды замкнутую пространственную ломаную линию.

Фронтальные проекции опорных точек 1, 2, 4, 6 находим в местах пересечения видимых ребер пирамиды проецирующими плоскостями, образующими вырез.

Фронтальные проекции опорных точек 7, 8, 9, 10 находим в местах пересечения невидимых ребер пирамиды проецирующими плоскостями, образующими вырез.

Фронтальные проекции опорных точек 3, 3’, 5, 5’ находим в местах пересечения ребер призматического выреза с гранями пирамиды.

Горизонтальные и профильные проекции опорных точек находим с помощью линий связи по принадлежности рёбрам и граням пирамиды. Например, горизонтальные проекции точек 5, и 5’ построены с помощью вспомогательных отрезков прямой, принадлежащей поверхности и параллельной основанию пирамиды.

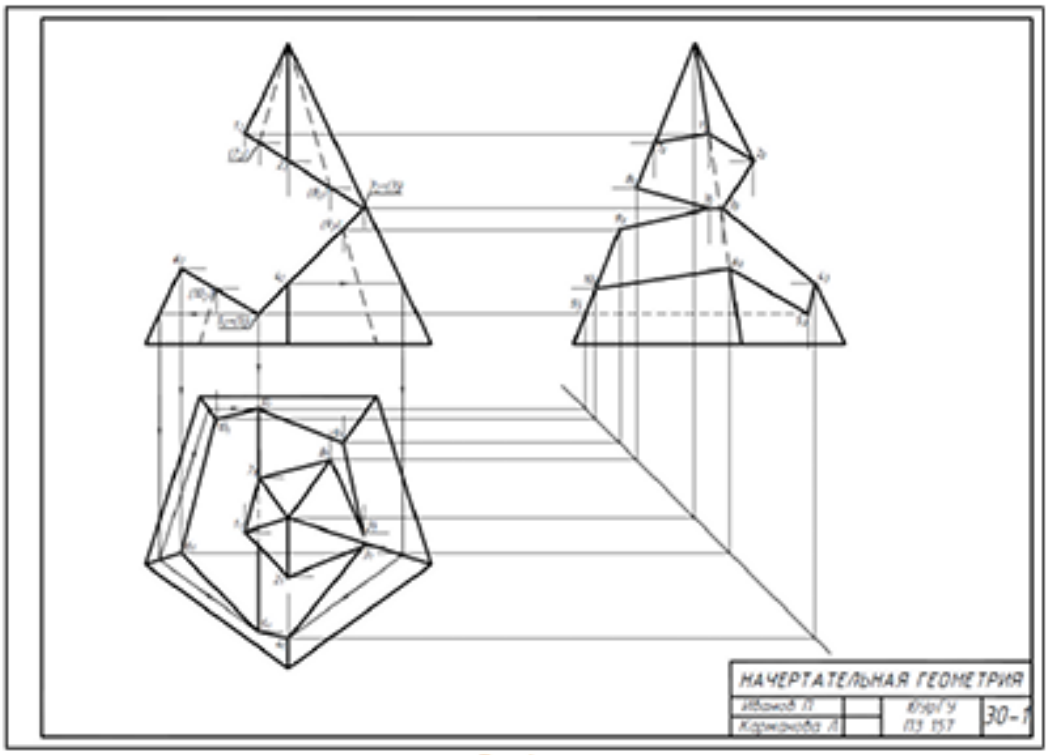


Рис. 4

Рис. 2.13

На рис. 2.14 даны три проекции сферы. Выполнить трехпроекционный чертеж сферы, усеченной плоскостью.

В сечении сферы любой плоскостью образуется окружность. В задаче секущая плоскость является фронтально-проецирующей, поэтому на горизонтальную и профильную плоскости проекций окружность (результат сечения сферы плоскостью) проецируется в виде эллипсов.

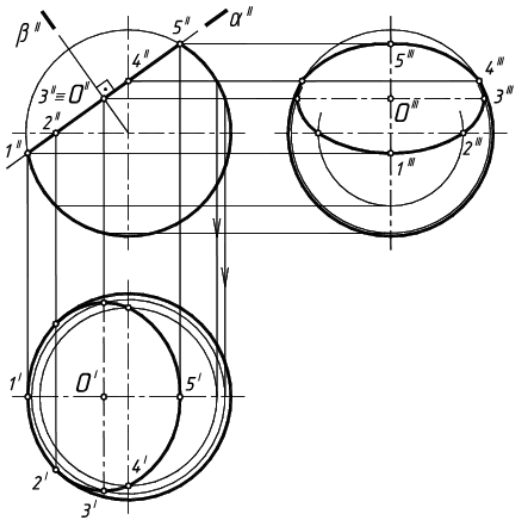


Рис. 2.13

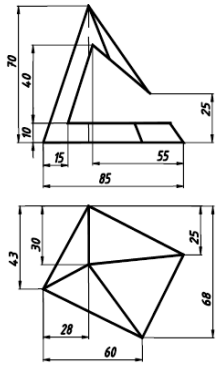
Для определения положения центра эллипса через центр сферы перпендикулярно плоскости сечения *V* проводят вспомогательную плоскость. Проекции точки О на горизонтальной и профильной плоскостях проекций строят по принадлежности оси симметрии. Проекции точек 1 и 5, лежащих на главном фронтальном меридиане, строят на горизонтальной и профильной плоскостях проекций по принадлежности проекциям меридиана.

Проекции точки 2, лежащей на экваторе, построят на горизонтальной плоскости проекций по принадлежности экватору, а на профильной – с помощью соответствующего меридиана.

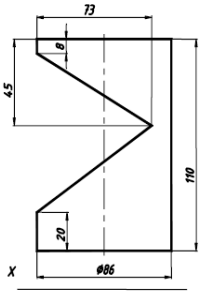
Проекции точек 3 и 4 строят на горизонтальной плоскости проекций с помощью соответствующих параллелей, а на профильной – с помощью соответствующего меридиана (точка 3) и по принадлежности главному профильному меридиану (точка 4).

Приложение

1 вариант

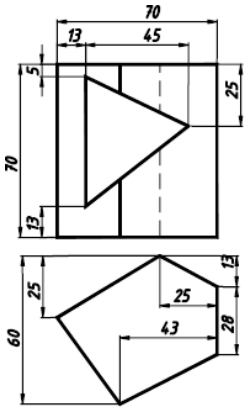


1- сурет

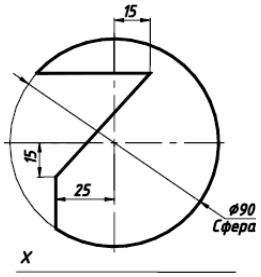


2 - сурет

2 вариант

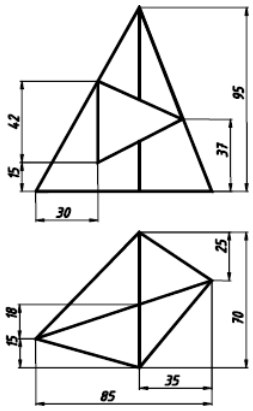


1- сурет

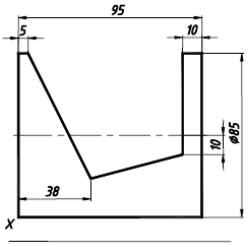


2 - сурет

3 вариант

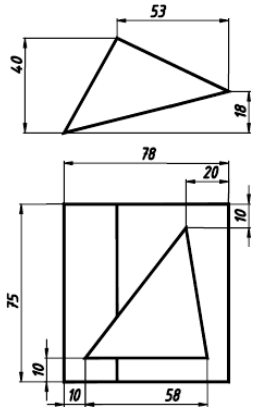


1- сурет

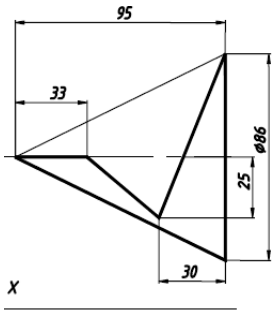


2 - сурет

4 вариант

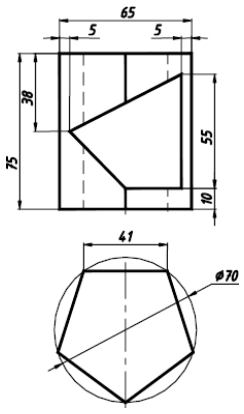


1- сурет

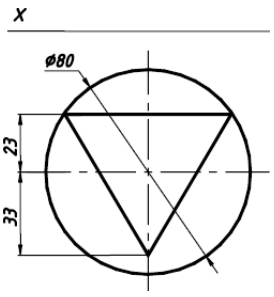


2 - сурет

5 вариант

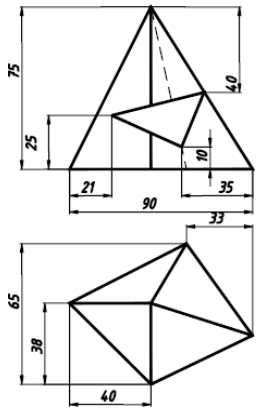


1- сурет

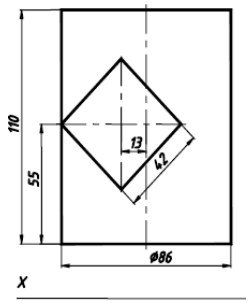


2 - сурет

6 вариант

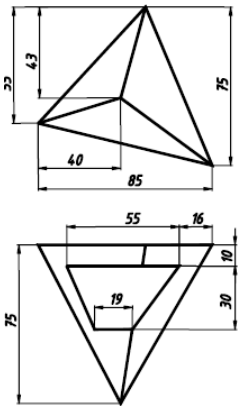


1- сурет

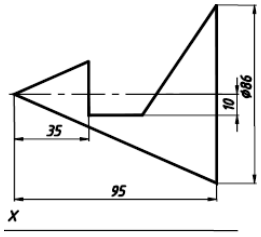


2 - сурет

7 вариант

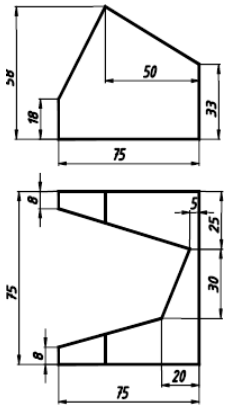


1- сурет

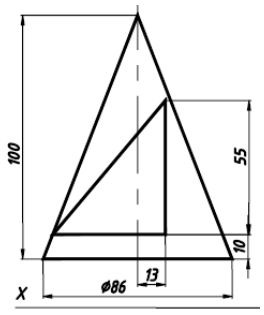


2 - сурет

8 вариант

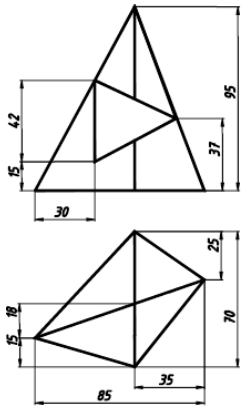


1- сурет

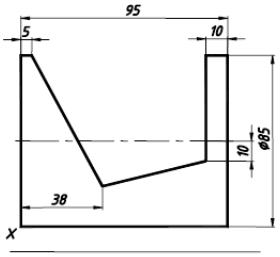


2 - сурет

9 вариант

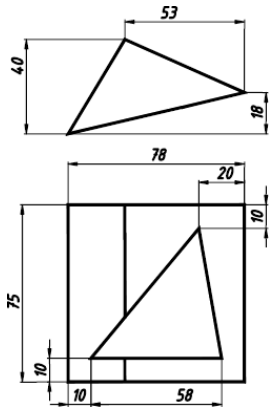


1- сурет

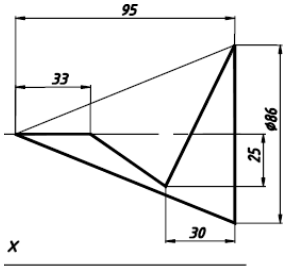


2 - сурет

10 вариант

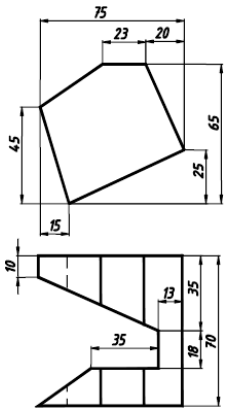


1- сурет

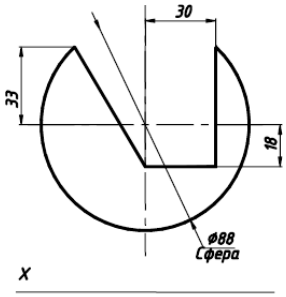


2 - сурет

11 вариант

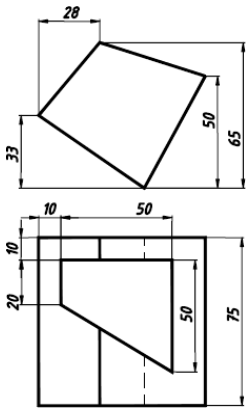


1- сурет

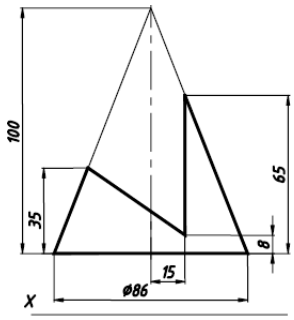


2 - сурет

12 вариант

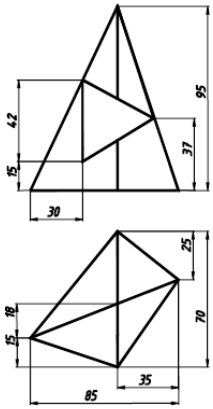


1- сурет

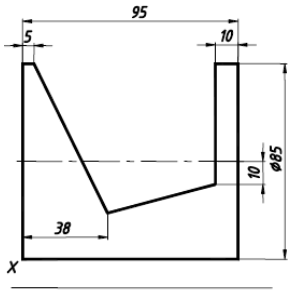


2 - сурет

13 вариант

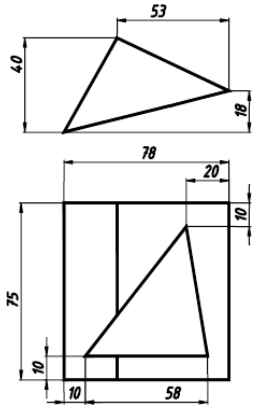


1- сурет

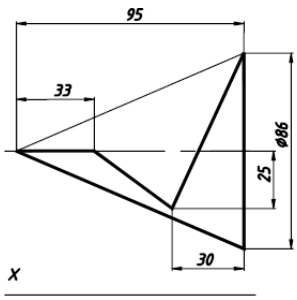


2 - сурет

14 вариант

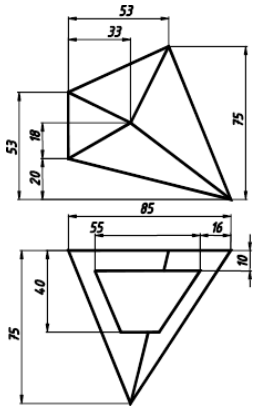


1- сурет

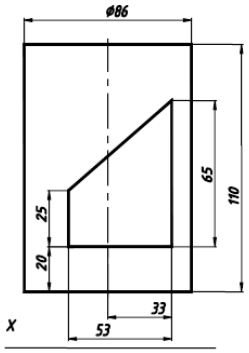


2 - сурет

15 вариант

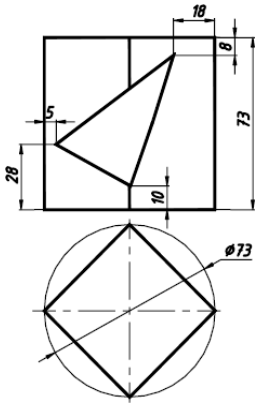


1- сурет

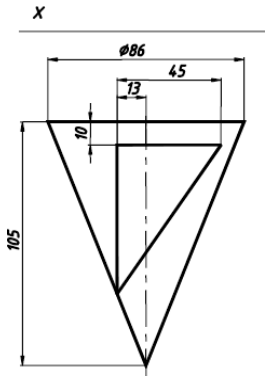


2 - сурет

16 вариант

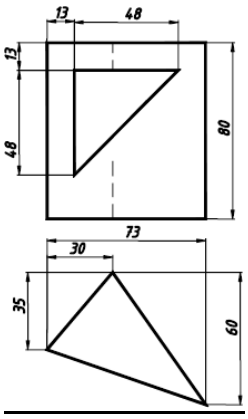


1- сурет

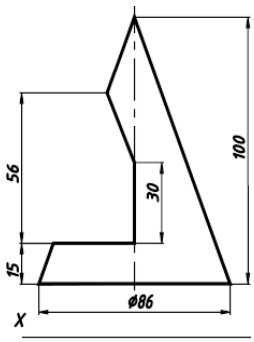


2 - сурет

17 вариант

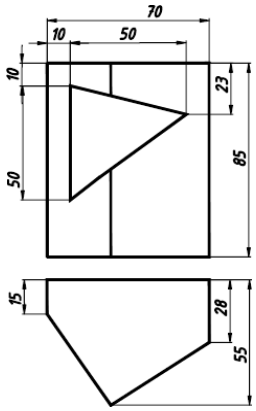


1- сурет

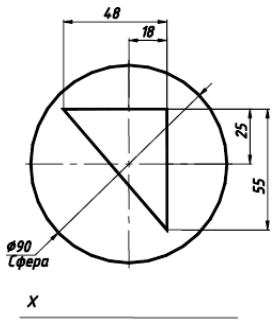


2 - сурет

18 вариант

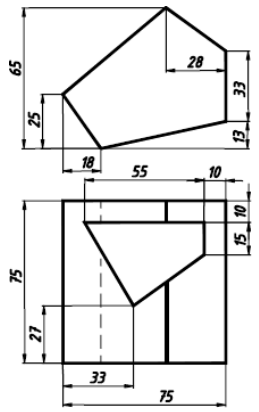


1- сурет

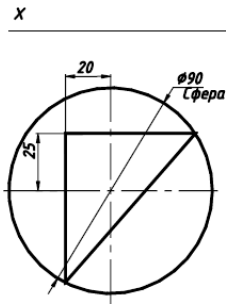


2 - сурет

19 вариант

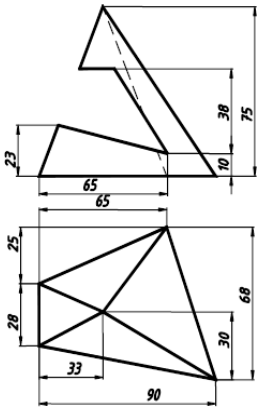


1- сурет

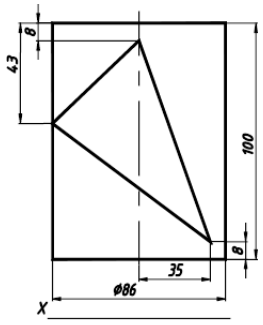


2 - сурет

20 вариант

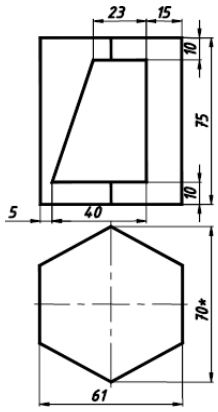


1- сурет

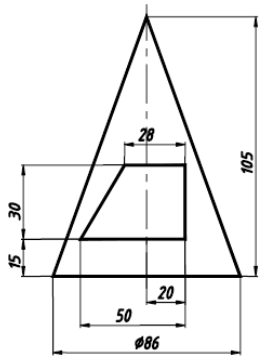


2 - сурет

21 вариант

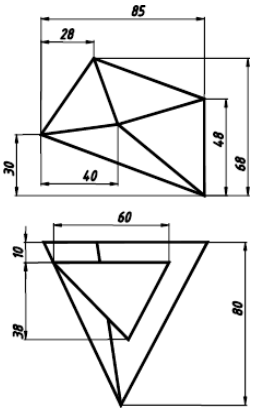


1- сурет

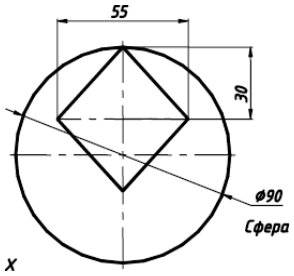


2 - сурет

22 вариант

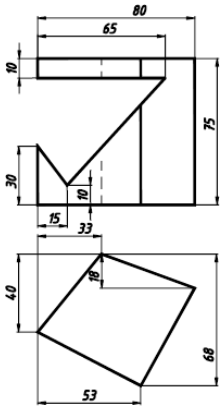


1- сурет

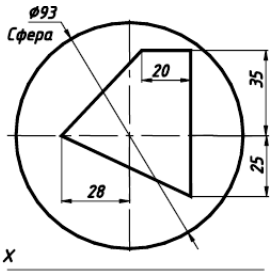


2 - сурет

23 вариант

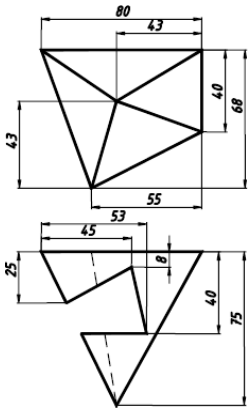


1- сурет

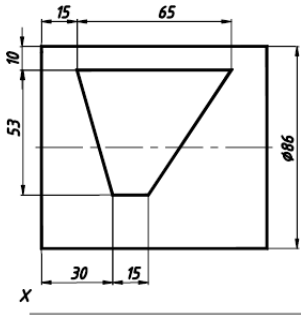


2 - сурет

24 вариант

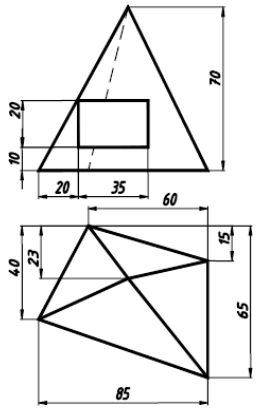


1- сурет

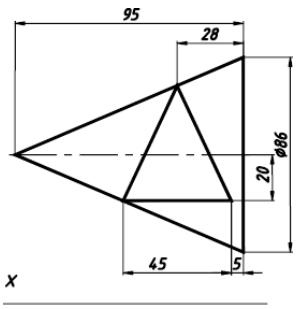


2 - сурет

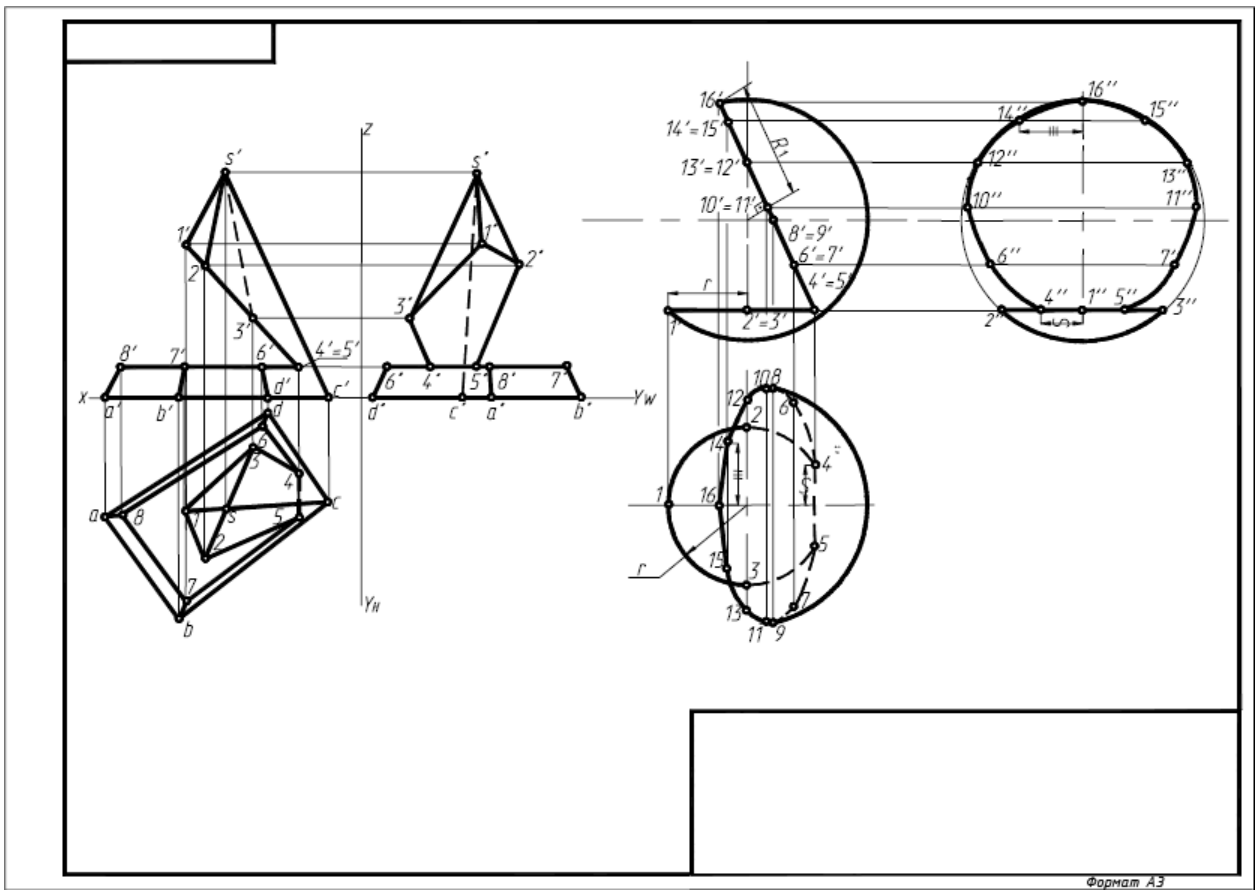
25 вариант



1- сурет



2 - сурет



Формат А3

Список литературы

1. Короев, Ю.И. Начертательная геометрия: Учебник / Ю.И. Короев.. - М.: КноРус, 2018. - 424 с.

2. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / А.А. Чекмарев. – М-во образования и науки РФ. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт,, 2018. – 471 с.

3. Белякова, Е.И. Начертательная геометрия: Учебное пособие / Е.И. Белякова. - М.: Инфра-М, 2017. - 265 с.

4. Белякова, Е.И. Начертательная геометрия. Практикум: Учебное пособие / Е.И. Белякова, П.В. Зеленый. - М.: Инфра-М, Нов. знание, 2017. - 214 с.

5 Бударин, О.С. Начертательная геометрия. Краткий курс: Учебное пособие / О.С. Бударин. - СПб.: Лань, 2019. - 360 с.

6. . Дергач, В.В. Начертательная геометрия. Учебник / В.В. Дергач, И.Г. Борисенко, А.К. Толстихин. - М.: Инфра-М, 2017. - 112 с.

7. Дергач, В.В. Начертательная геометрия: Учебное пособие / В.В. Дергач, А.К. Толстихин, И.Г. Борисенко. - М.: Инфра-М, 2020. - 319 с.

8. Зеленый, П.В. Начертательная геометрия. Практикум: Учебное пособие / П.В. Зеленый. - М.: Инфра-М, 2021. - 39 с.

9. Кочиш, И., И. Начертательная геометрия. Инженерная графика: Учебное пособие / И. И. Кочиш, Н. С. Калюжный, Л. А. Волчкова и др. - СПб.: Лань, 2019. - 308 с.

10. Кувшинов, Н.С. Начертательная геометрия. Краткий курс: Учебное пособие / Н.С. Кувшинов. - М.: КноРус, 2021. - 208 с.

11. Леонова, О.Н. Начертательная геометрия в примерах и задачах: Учебное пособие / О.Н. Леонова, Е.А. Разумнова. - СПб.: Лань, 2022. - 212 с