



Л.Н. Филонова

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА
С ОСНОВАМИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

учебное пособие

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Л.Н. ФИЛОНОВА

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА
С ОСНОВАМИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Учебное пособие

КУРГАН 2014

УДК 744. 62 (075. 8)
ББК 30. 117 я 73
Ф 55

Р е ц е н з е н т ы:

ст. преподаватель кафедры архитектуры и графики ФГБОУ ВПО «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева Ю.А. Пянзина;

доцент кафедры алгебры, геометрии и методики преподавания математики ФГБОУ ВПО «Курганский государственный университет» Н.Ф. Усынина

Печатается по решению методического совета Курганского государственного университета.

Филонова, Л. Н. Инженерная графика с основами проектирования [Текст] : учебное пособие. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2014. – 60 с.

В учебном пособии в справочной форме изложен основной теоретический материал по курсу «Инженерная графика с основами проектирования», а также даются рекомендации по выполнению практических заданий, приведены примеры решения базовых задач.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению профессиональное обучение (ДПИ и дизайн).

Рис. – 89, библиограф. – 7 назв.

ISBN 978-5-4217-0290-0

УДК 774. 62 (075. 8)
ББК 30. 117 я 73

© Курганский
государственный
университет, 2014
© Филонова Л.Н., 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
Глава 1 Точка, прямая, плоскость в системе ортогональных проекций.....	5
1.1 Центральное и параллельное проецирование.....	5
1.2 Ортогональные проекции точки.....	7
1.3 Ортогональные проекции прямой линии.....	9
1.4 Прямые общего и частного положения в пространстве.....	9
1.5 Взаимное положение прямых линий в пространстве.....	12
1.6 Плоскости общего и частного положения.....	13
1.7 Принадлежность точки и прямой плоскости.....	15
1.8 Взаимное положение прямой линии и плоскости. Взаимное положение двух плоскостей.....	16
Глава 2 Многогранники.....	20
2.1 Понятие и виды многогранников.....	20
2.2 Сечение многогранников проецирующей плоскостью.....	21
2.3 Развертки многогранников.....	22
Глава 3 Кривые поверхности.....	32
3.1 Поверхности вращения. Точки на поверхностях вращения.....	32
3.2 Сечение цилиндра плоскостью.....	34
3.3 Конические сечения.....	34
3.4 Развертки цилиндра и конуса.....	36
Глава 4 Основные правила оформления чертежа.....	42
4.1 ГОСТ 2.301-68* – Форматы.....	42
4.2 ГОСТ 2.302-68* – Масштабы.....	43
4.3 ГОСТ 2.303-68* – Линии.....	43
4.4 ГОСТ 2.304-81 – Шрифты чертежные.....	44
Глава 5 Изображения: виды, разрезы.....	46
5.1 Основные виды. Дополнительный вид.....	46
5.2 Разрезы. Классификация разрезов.....	48
Глава 6 Архитектурно-строительные чертежи.....	51
6.1 Основные правила оформления строительных чертежей.....	51
6.2 План здания.....	54
6.3 Фасад здания.....	57
Список литературы.....	59

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Инженерная графика с основами проектирования» состоит из двух разделов: «Начертательная геометрия» и «Черчение». Общим для начертательной геометрии и черчения является метод построения изображений, называемый методом проецирования. В начертательной геометрии изучают теоретические основы этого метода, в черчении – его практическое использование. Знания по построению изображений, решению проекционных задач, приобретенные в начертательной геометрии, правила составления и оформления чертежей, изученные в курсе черчения, находят широкое применение при разработке проектов и осуществлении их в натуре.

Предлагаемое учебное пособие предназначено для студентов КГУ, обучающихся по направлению 051000.62 «Профессиональное обучение (дизайн)». Особенно оно будет полезно для студентов заочного обучения, не имеющих возможность прослушать курс лекций по дисциплине.

Весь материал пособия представлен в виде глав, в которые включены теоретическая и практическая части. Теоретическая часть представлена в справочной форме, практическая – в виде поэтапного рассмотрения решения задач или выполнения конкретного задания.

Каждая глава включает вопросы для самоконтроля знаний, отвечая на которые, студент может самостоятельно оценить степень усвоения пройденного теоретического материала.

ГЛАВА 1 ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ В СИСТЕМЕ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЙ

1.1 Центральное и параллельное проецирование

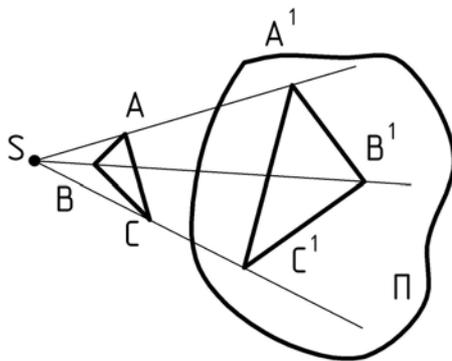
Различные способы изображения пространственных форм на плоскости основаны на методе проекций.

Сущность этого метода заключается в следующем.

В пространстве выбирают точку S – **центр проецирования** (рисунок 1) и **плоскость проекций Π** , не совпадающую с точкой S ($S \notin \Pi$).

Проецирование (от лат. «бросить вперед»), т.е. получение изображения объекта, заключается в проведении через центр проекций S и каждую точку A, B, \dots изображаемого объекта прямых линий (лучей), называемых **проецирующими лучами**.

Совокупность точек пересечения этих прямых с плоскостью проекций дает изображение, которое называют **центральной проекцией объекта**.

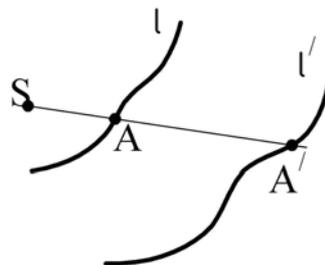


S – центр проецирования
 Π – плоскость проекций, $S \notin \Pi$
 A – любая точка пространства
 A' – центральная проекция т. A
 на плоскость Π
 $A' = [SA] \cap \Pi$
 SA – луч проецирования

Рисунок 1 – Центральное проецирование

Свойства центрального проецирования:

- 1 Проекцией точки является точка, если она не совпадает с центром S .
- 2 Проекцией прямой является прямая. Проецирующая прямая отображается в точку.
- 3 Проекцией плоскости является плоскость. Проецирующая плоскость отображается в прямую.
- 4 Если точка принадлежит какой-то линии, то ее проекция принадлежит проекции этой линии (рисунок 2).



$$A \in l \Rightarrow A' \in l'$$

Рисунок 2 – Четвертое свойство центрального проецирования

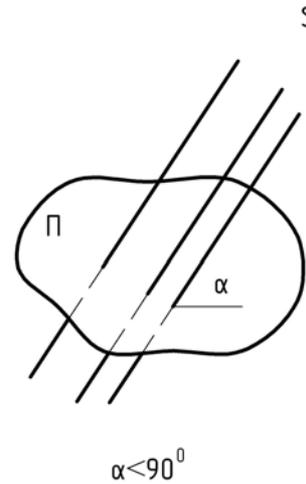
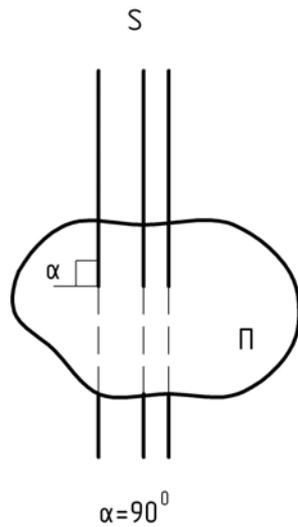
Параллельное проецирование и его свойства

Если центр проецирования S удалить в бесконечность, то проецирующие лучи будут параллельны друг другу и проецирование в таком случае называют параллельным (рисунок 3).

Выделяют два вида параллельного проецирования

прямоугольное,
когда проецирующие лучи
перпендикулярны плоскости Π

косоугольное,
когда проецирующие лучи
с плоскостью Π образуют угол, отличный
от 90°

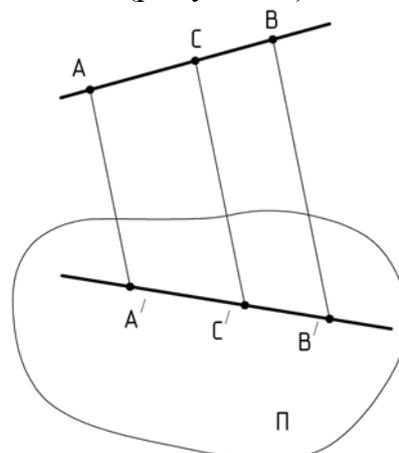


углом между прямой и плоскостью
всегда считается меньший угол

Рисунок 3 – Параллельное проецирование

Так как параллельное проецирование является частным случаем центрального проецирования, то для него справедливы свойства 1-4 центрального проецирования и добавляются следующие.

Если точка делит отрезок в каком-то отношении, то проекция точки делит отрезок в том же отношении (рисунок 4).



$$\frac{|A'C'|}{|C'B'|} = \frac{|AC|}{|CB|}$$

Рисунок 4 – Свойство параллельного проецирования

Проекции параллельных прямых параллельны между собой.

К проекционным изображениям в начертательной геометрии предъявляются следующие требования:

- *обратимость* – восстановление оригинала по его проекционным изображениям (чертежу), т.е. возможность определять форму и размеры объекта, его положение и связь с окружающей средой;

- *наглядность* – изображение должно создавать пространственное представление о форме предмета и о том, как будет выглядеть предмет в реальных условиях;

- *точность* – графические операции, выполненные на чертеже, должны давать достаточно точные результаты;

- *простота* – изображение должно быть простым по построению и допускать однозначное описание объекта в виде последовательности графических операций.

1.2 Ортогональные проекции точки

Сущность метода ортогонального проецирования заключается в том, что объект проецируется на две или три взаимноперпендикулярные плоскости проекций проецирующими прямыми, ортогональными (перпендикулярными) этим плоскостям.

Одну из плоскостей проекций Π_1 называют *горизонтальной*, вторую Π_2 – *фронтальной*, третью Π_3 – *профильной* (рисунок 5). Они разделяют пространство на восемь трехгранных углов, называемых октантами, которые нумеруются в порядке, указанном на рисунке 5. Линии пересечения плоскостей проекций называют осями координат и обозначают Ox , Oy и Oz . После проецирования объекта плоскости Π_1 , Π_2 , Π_3 совмещаются в одну плоскость, получается *эпюр* (рисунок 6).

Эпюр – это комплексный чертеж в системе ортогональных (взаимноперпендикулярных) проекций.

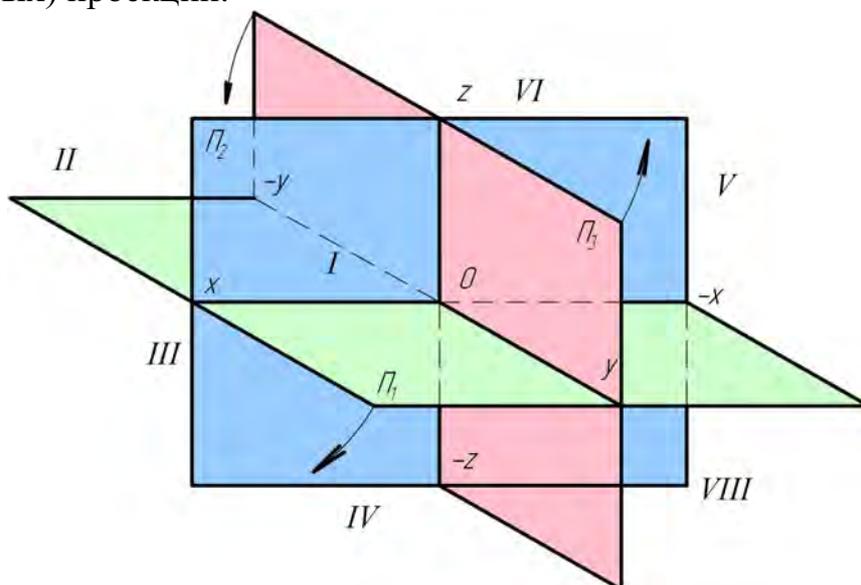


Рисунок 5 – Расположение плоскостей проекций и октантов пространства

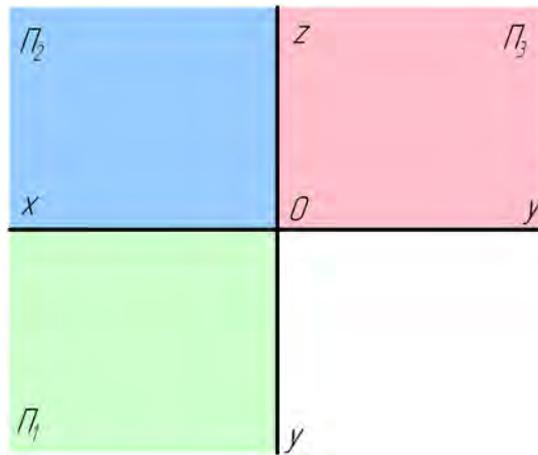


Рисунок 6 – Эпюр

Ортогональной проекцией точки на плоскости проекций называют основание перпендикуляра, опущенного из данной точки на эту плоскость (рисунок 7).

Ортогональные проекции точки A называют:

A_1 – горизонтальной проекцией точки A ;

A_2 – фронтальной проекцией точки A ;

A_3 – профильной проекцией точки A .

В трехмерном пространстве положение точки определяют с помощью прямоугольных координат: x , y и z .

Горизонтальная проекция точки A определяется на эпюре ее координатами x_A и y_A , а фронтальная – координатами x_A и z_A (рисунок 8).

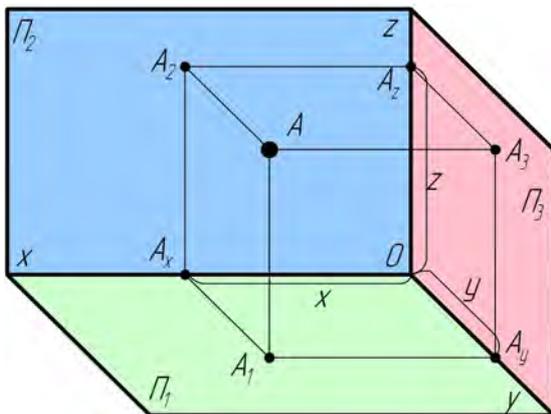


Рисунок 7 – Точка A и ее проекции (в пространстве)

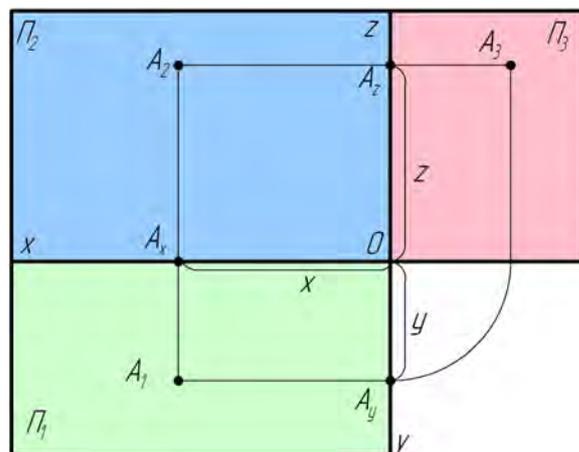


Рисунок 8 – Эпюр точки A

Прямые линии, соединяющие проекции точки и перпендикулярные осям проекций, называют *линиями проекционной связи*.

Поскольку две проекции точки определяют ее положение в пространстве, то третью проекцию – профильную – находят не всегда. Ее строят при необходимости, когда проекционный чертеж объекта сложен и требуются дополнительные данные для прочтения формы объекта.

1.3 Ортогональные проекции прямой линии

Положение прямой в пространстве определяется двумя ее точками. Прямая линия на эюре задается двумя проекциями. На рисунке 9 представлена прямая АВ в пространстве и ее проекции на плоскости Π_1 , Π_2 , Π_3 , а на рисунке 10 – только проекции прямой, т.е. эюр прямой АВ.

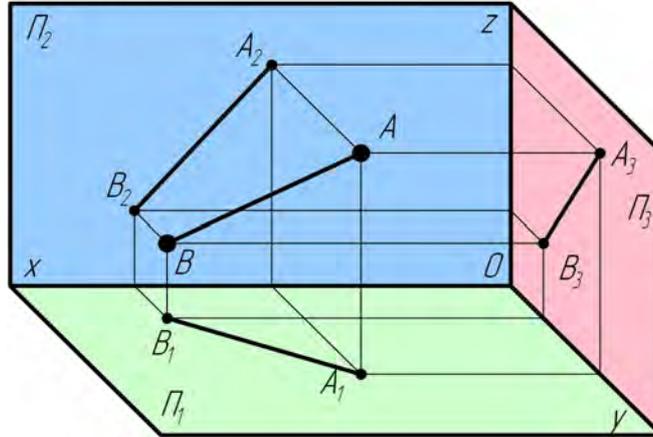


Рисунок 9 – Изображение прямой АВ в пространстве

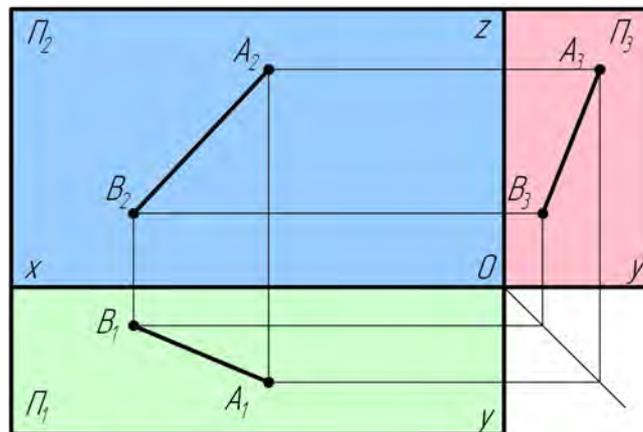


Рисунок 10 – Эюр прямой АВ

1.4 Прямые общего и частного положения в пространстве

Прямые в пространстве относительно плоскостей проекций могут занимать различное положение.

Прямая, не параллельная и не перпендикулярная ни одной из плоскостей проекций, называется *прямой общего положения* (ее наглядное изображение и эюр представлены на рисунках 9 и 10 соответственно).

Прямые, параллельные или перпендикулярные плоскостям проекций, называются *прямыми частного положения*.

Прямые, параллельные плоскостям проекций, называются *прямыми уровня*.

Прямая АВ, параллельная горизонтальной плоскости проекций, называется *горизонталью*. Она проецируется на эту плоскость проекций (Π_1) в натуральную величину. Координаты ее точек по оси z (высоты) одинаковы, поэтому фронтальная проекция параллельна оси x.

Прямая CD, параллельная фронтальной плоскости проекций, называется **фронталью**. На плоскость Π_2 фронталь проецируется в натуральную величину. Координаты ее точек по оси y одинаковы, поэтому горизонтальная проекция фронтали параллельна оси x .

Прямая EF, параллельная профильной плоскости проекций, называется **профильной прямой**. Профильная прямая на плоскость Π_3 проецируется без искажения, т.е. в натуральную величину. Изображение прямых уровня дано в таблице 1.

Таблица 1 – Изображение прямых уровня

Наглядное изображение прямых	Изображение прямых на эюре

Прямые, перпендикулярные плоскостям проекций, называются *проецирующими прямыми*.

Прямая AB, перпендикулярная горизонтальной плоскости проекций, называется **горизонтально проецирующей**. На плоскость Π_1 эта прямая проецируется в точку.

Прямая CD , перпендикулярная фронтальной плоскости проекций, называется **фронтально проецирующей прямой**.

Прямая EA , перпендикулярная профильной плоскости проекций, называется **профильно проецирующей**. Изображение проецирующих прямых дано в таблице 2.

Таблица 2 – Изображение проецирующих прямых

Наглядное изображение прямых	Изображение прямых на эюре

1.5 Взаимное положение прямых линий в пространстве

Прямые линии в пространстве могут быть параллельными, пересекающимися или скрещивающимися. Они изображаются на эюре следующим образом.

1 *Параллельные прямые* изображаются проекциями параллельных прямых (рисунок 11).

2 *Пересекающиеся прямые* изображаются проекциями пересекающихся прямых, причем точки пересечения одноименных проекций прямых лежат на одной линии связи (рисунок 12).

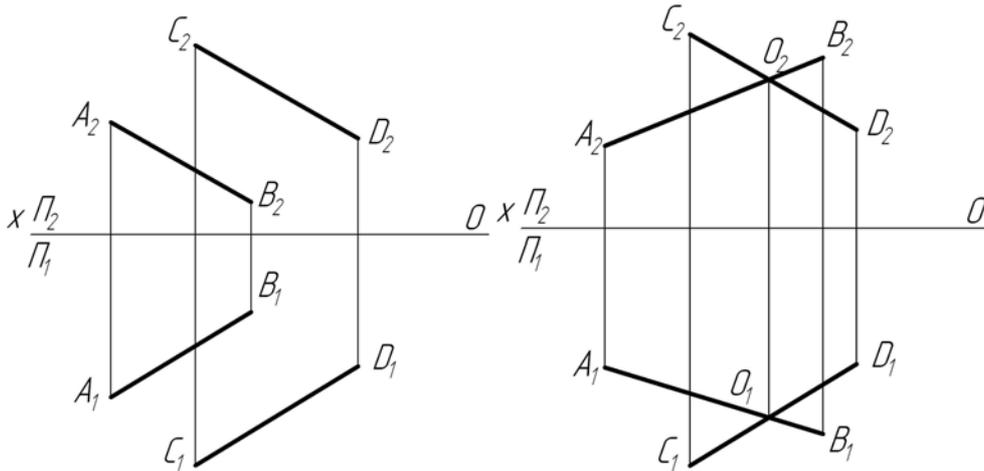


Рисунок 11 – Изображение параллельных прямых на эюре

Рисунок 12 – Изображение пересекающихся прямых на эюре

3 *Скрещивающиеся прямые* в общем случае изображаются проекциями пересекающихся прямых, но точки пересечения одноименных проекций прямых не находятся на одной линии связи (рисунок 13).

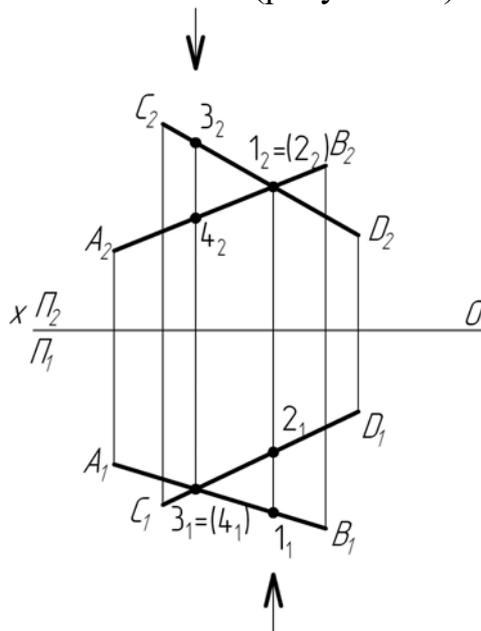


Рисунок 13 – Изображение скрещивающихся прямых на эюре

Точки скрещивающихся прямых, лежащих попарно на линиях связи, называются конкурирующими. Из двух конкурирующих точек видимой является та, которая ближе к наблюдателю на противоположной плоскости проекций. Используя это правило, можно определить, что на рисунке 13 точки 4_1 и 2_2 являются невидимыми.

1.6 Плоскости общего и частного положения

Положение плоскости в пространстве можно определить следующими способами:

- тремя точками, не лежащими на одной прямой;
- прямой и точкой вне ее;
- двумя параллельными прямыми;
- двумя пересекающимися прямыми;
- любой плоской фигурой;
- следами.

Следами плоскости называют линии пересечения плоскости с соответствующими плоскостями проекций.

В зависимости от того, какое положение занимают плоскости относительно плоскостей проекций, можно выделить:

1 *Плоскости общего положения* – не перпендикулярные и не параллельные плоскостям проекций.

2 *Плоскости проецирующие* – перпендикулярные плоскостям проекций. Таких плоскостей три: горизонтально проецирующая – перпендикулярная плоскости проекций Π_1 (рисунок 14), фронтально проецирующая – перпендикулярная плоскости проекций Π_2 (рисунок 15) и профильно проецирующая – перпендикулярная плоскости проекций Π_3 .

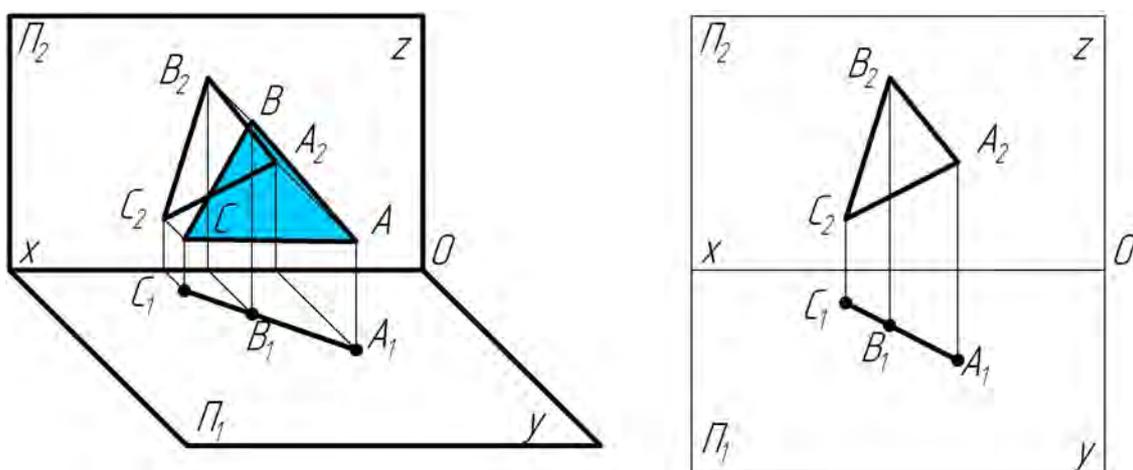


Рисунок 14 – Изображение горизонтально проецирующей плоскости

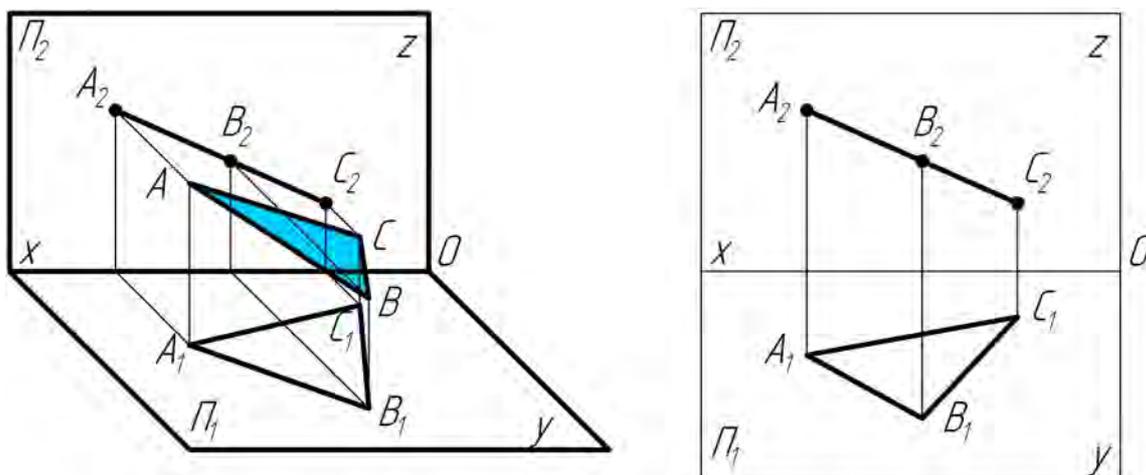


Рисунок 15 – Изображение фронтально проецирующей плоскости

3 *Плоскости уровня* – параллельные плоскостям проекций. Таких плоскостей три: горизонтальная плоскость уровня – параллельная плоскости проекций Π_1 (рисунок 16), фронтальная плоскость уровня – параллельная фронтальной плоскости проекций Π_2 (рисунок 17) и профильная плоскость уровня – параллельная профильной плоскости проекций Π_3 .

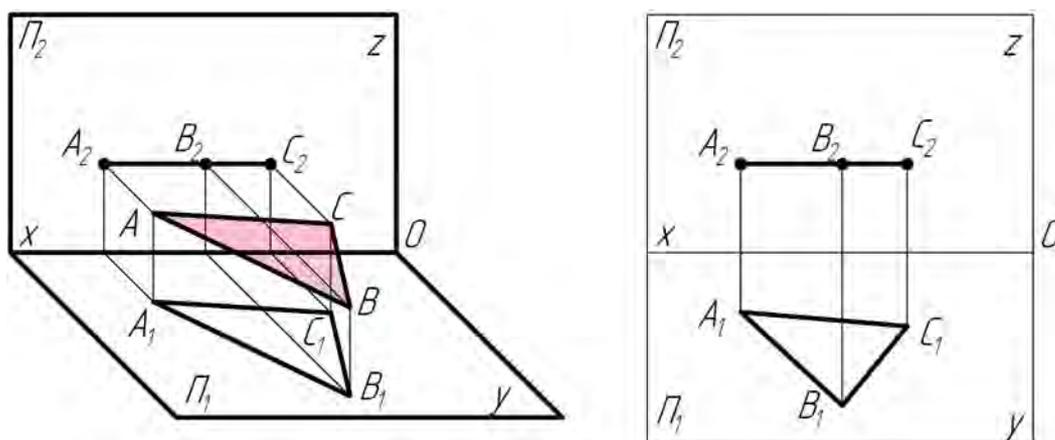


Рисунок 16 – Изображение горизонтальной плоскости уровня

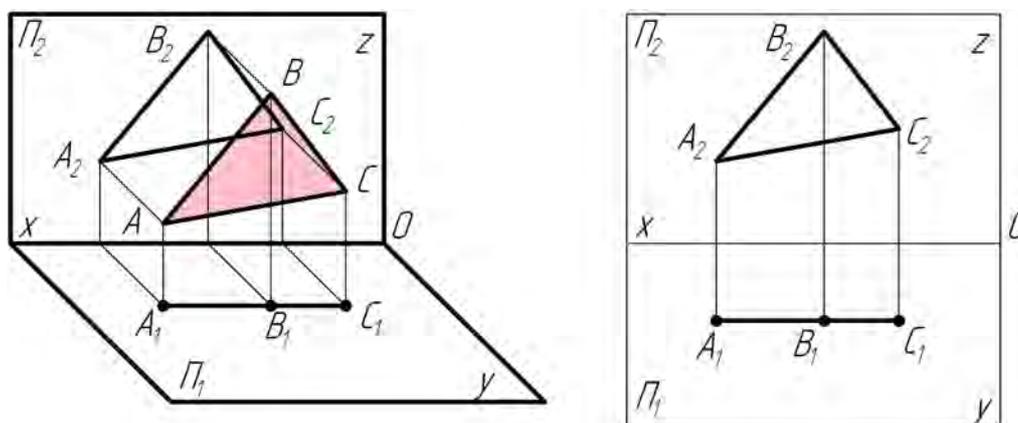


Рисунок 17 – Изображение фронтальной плоскости уровня

Плоскости уровня и проецирующие плоскости называются *плоскостями частного положения*.

1.7 Принадлежность точки и прямой плоскости

Прямая принадлежит плоскости, если хотя бы две ее точки принадлежат данной плоскости. На рисунке 18 дана прямая KL , принадлежащая плоскости треугольника ABC , т.к. две ее точки 1 и 2 (на проекциях $1_1, 1_2, 2_1, 2_2$) принадлежат сторонам треугольника

Точка принадлежит плоскости, если она находится на прямой, принадлежащей данной плоскости.

Задача. По фронтальной проекции точки K построить ее горизонтальную проекцию, если точка K принадлежит плоскости, заданной треугольником ABC (рисунок 19).

Решение. Т.к. точка K принадлежит данной плоскости, то она должна принадлежать прямой, находящейся в этой плоскости (рисунок 20). Поэтому через точку K_2 проводим прямую a (на эюре – a_2), принадлежащую плоскости $\triangle ABC$, находим горизонтальную проекцию прямой – a_1 и на нее проецируем точку K_2 , получаем т. K_1 .

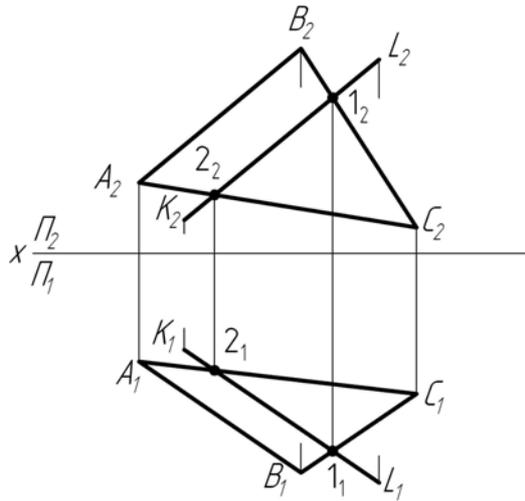


Рисунок 18 – Изображение прямой KL , принадлежащей плоскости $\triangle ABC$

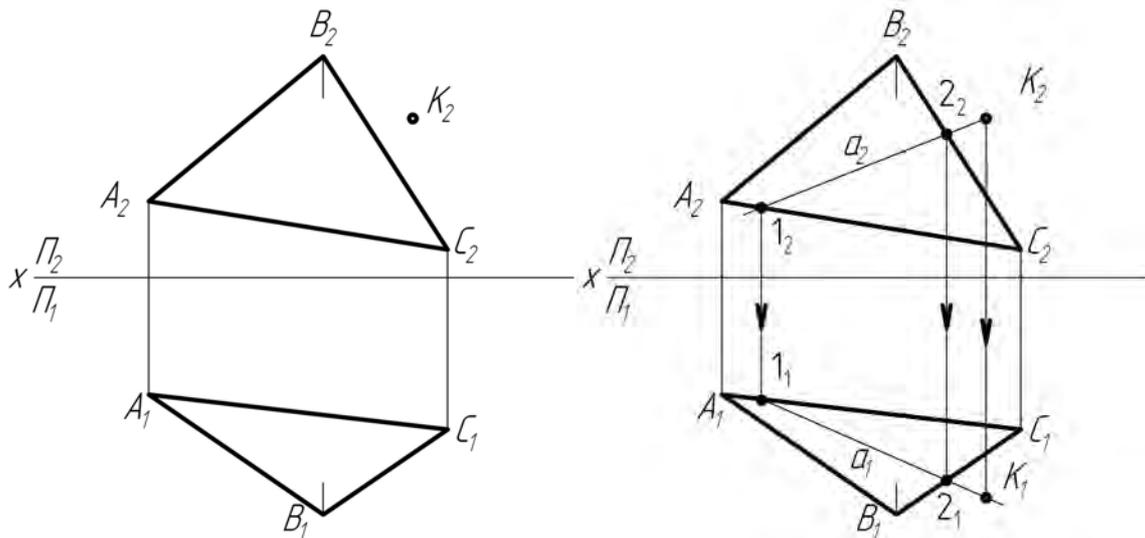


Рисунок 19 – Условие задачи

Рисунок 20 – Построение точки K_1

1.8 Взаимное положение прямой линии и плоскости. Взаимное положение двух плоскостей

Прямая линия в пространстве может принадлежать плоскости (этот случай рассмотрен в параграфе 1.7), а также быть параллельной плоскости или пересекать ее. Частным случаем пересечения прямой с плоскостью является случай, когда прямая линия перпендикулярна плоскости.

Прямая параллельна плоскости, если она параллельна любой прямой, принадлежащей этой плоскости (рисунок 21).

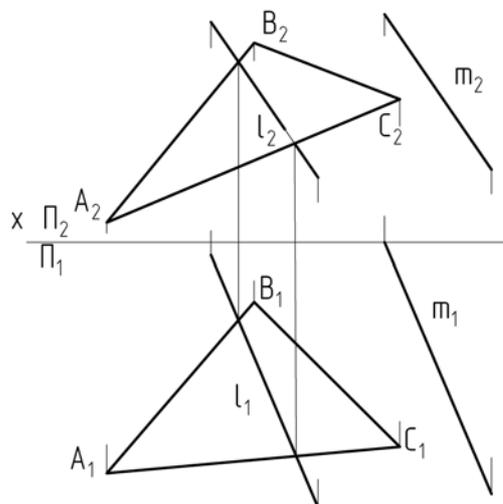


Рисунок 21 – Прямая m , параллельная плоскости, заданной ΔABC

Если прямая и не принадлежит плоскости и не параллельна ей, то она пересекает данную плоскость. Задача на пересечение прямой линии с плоскостью является одной из основных в начертательной геометрии.

Задача. Построить точку пересечения прямой l с плоскостью треугольника ABC (рисунок 22).

При решении задачи (рисунок 23) следует пользоваться следующим алгоритмом:

1 Через прямую провести вспомогательную проецирующую плоскость (на эюре – α_2).

2 Построить линию пересечения данной плоскости и вспомогательной (на эюре – линии l_2 , l_1).

3 Найти точку пересечения построенной линии с данной прямой – точки K_1 , K_2 .

4 При помощи конкурирующих точек определить видимость участков прямой.

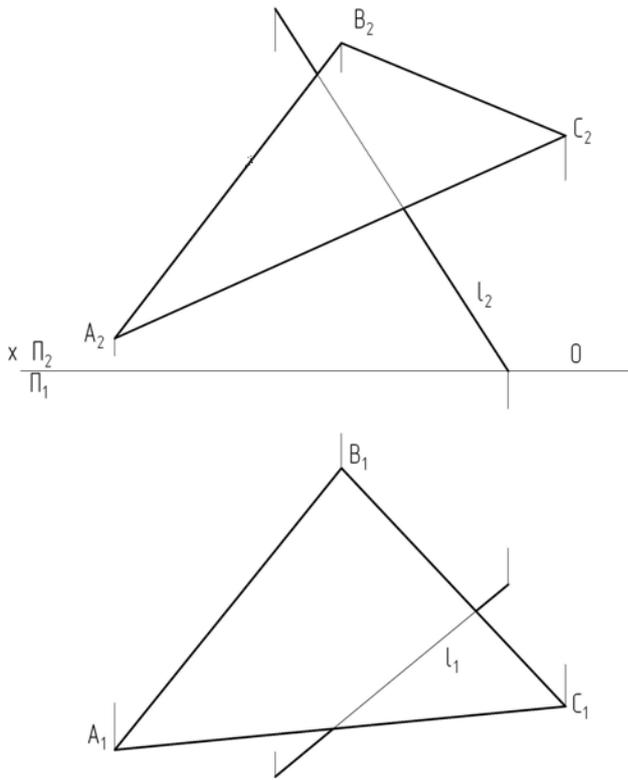


Рисунок 22 – Исходный чертеж

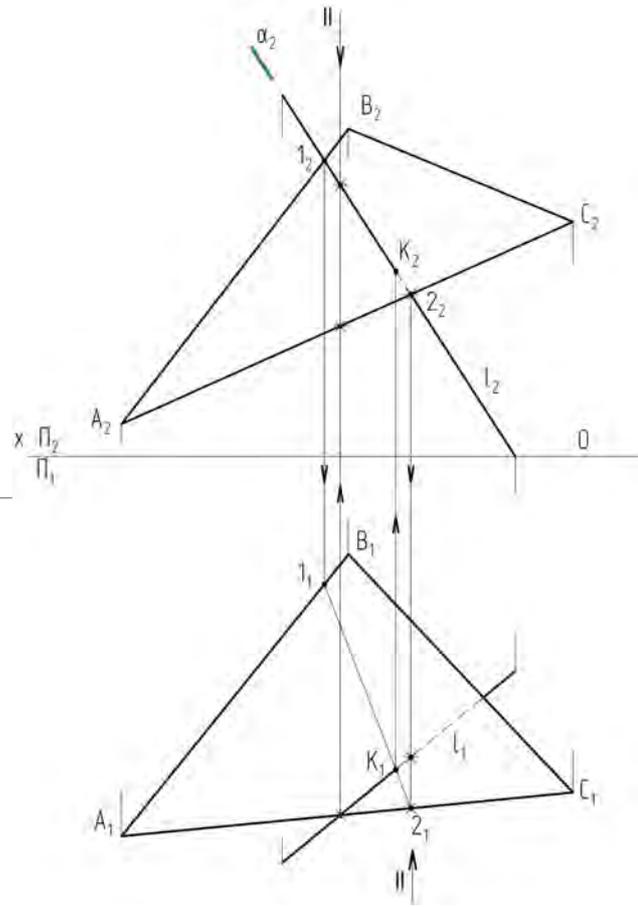


Рисунок 23 – Нахождение точки пересечения прямой с плоскостью

Две плоскости в пространстве могут быть параллельными или пересекающимися. Частным случаем пересекающихся плоскостей являются взаимно перпендикулярные плоскости.

Две плоскости параллельны, если две пересекающиеся прямые в одной плоскости соответственно параллельны двум пересекающимся прямым другой плоскости (рисунок 24).

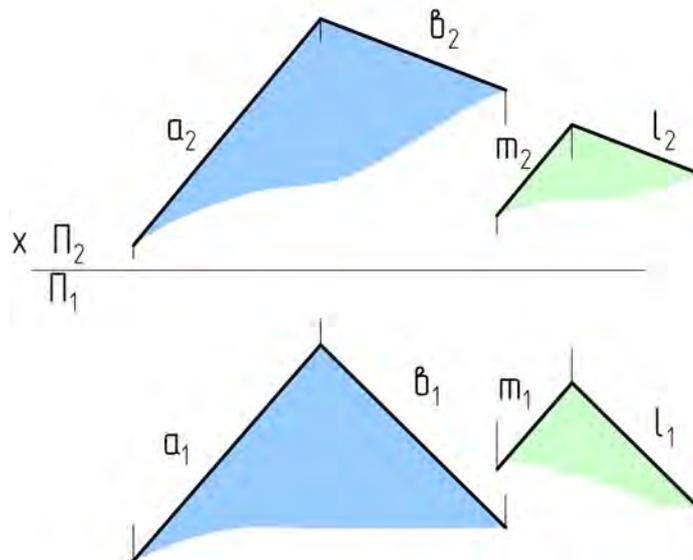


Рисунок 24 – Изображение параллельных плоскостей на эпюре

Рассмотрим задачу на взаимное пересечение двух плоскостей. Две плоскости пересекаются по прямой линии. Поэтому для построения линии пересечения плоскостей необходимо определить две точки этой прямой, т.е. два раза решить задачу на нахождение точки пересечения прямой с плоскостью.

Задача. Построить линию пересечения треугольников ABC и EDK и показать видимость их в проекциях.

Решение. Сначала через сторону AB ΔABC проведем вспомогательную горизонтально проецирующую плоскость α_1 (рисунок 25). Найдем точки M_2, M_1 , а затем через сторону другого треугольника ΔDEK – прямую DK проведем вспомогательную фронтально проецирующую плоскость γ_2 . При помощи плоскости γ найдем точки N_1, N_2 . Соединим одноименные проекции точек, получим проекции линии пересечения треугольников - N_1M_1, N_2M_2 .

Видимость сторон треугольника определяется способом конкурирующих точек. На чертеже эти точки для наглядности обозначены звездочками (точки $1_2, 2_2, 3_1, 4_1$), стрелки указывают направление взгляда.

Видимые отрезки сторон треугольников выделяют сплошными толстыми линиями, невидимые следует показать штриховыми линиями.

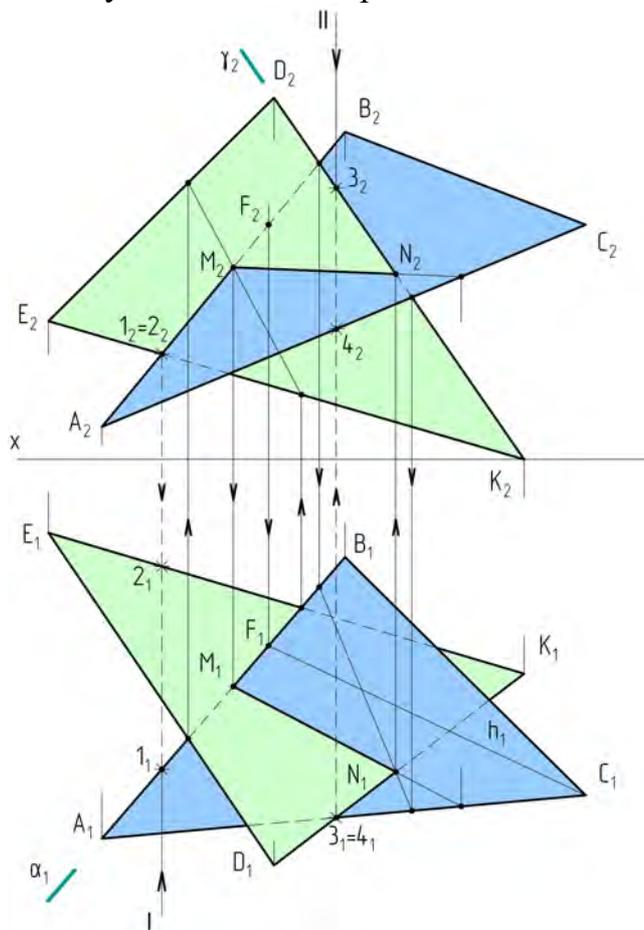


Рисунок 25 – Нахождение линии пересечения двух плоскостей

Вопросы для самоконтроля

- 1 В чем состоит суть центрального и параллельного проецирования?
- 2 Что называется эпюром?
- 3 Что называется прямой общего в пространстве? Как она изображается на эпюре?
- 4 Что называется прямой частного положения? Какие виды прямых частного положения Вы знаете (дайте их определения и изображения на эпюре)?
- 5 Каким образом задается плоскость эпюре (перечислите возможные случаи)?
- 6 Что называется плоскостью общего положения (сформулируйте определение, поясните на чертеже)?
- 7 Что называется плоскостью частного положения? Какие виды плоскостей частного положения Вы знаете (дайте их определения и изображения на эпюре)?
- 8 Сформулируйте условие принадлежности прямой плоскости. Сформулируйте условие параллельности прямой плоскости.
- 9 Перечислите основные этапы решения задачи на нахождение точки пересечения прямой с плоскостью.
- 10 Перечислите случаи взаимного расположения двух плоскостей. Как на эпюре построить линию взаимного пересечения плоскостей?
- 11 Сформулируйте признак параллельности двух плоскостей.

ГЛАВА 2 МНОГОГРАННИКИ

2.1 Понятие и виды многогранников

Многогранные формы с древнейших времен преобладают в архитектуре и строительстве. В русском зодчестве немало примеров совершенных произведений, где композиция сооружения представляет собой выразительное сочетание гранных форм (шатровые деревянные и каменные церкви, крепостные сооружения и др.). Многогранные формы широко применяются и в современной архитектуре.

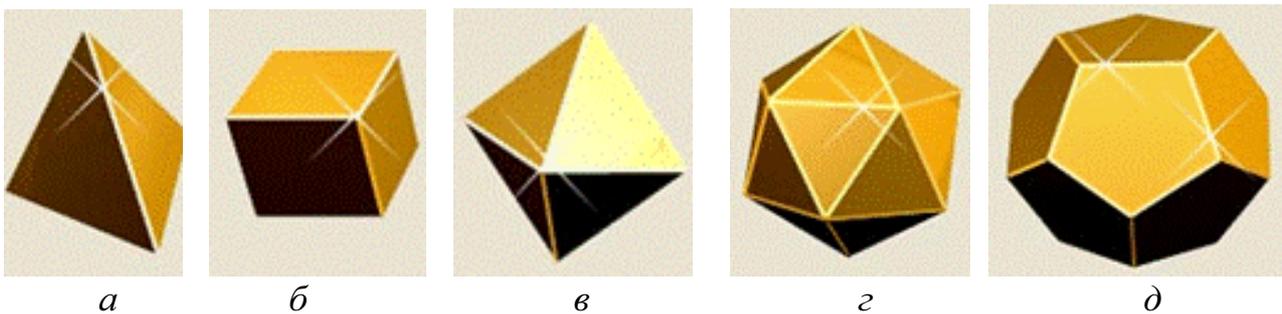
Многогранной поверхностью называется поверхность, образованная частями пересекающихся плоскостей.

Многогранником называется тело, ограниченное многогранной поверхностью, состоящей из плоских многоугольников. Отсеки плоскостей называются *гранями*, а линии их пересечения – *ребрами*. Точки пересечения ребер называются *вершинами*.

Наиболее распространенные многогранники – *призмы и пирамиды*. Призму, ребра которой перпендикулярны основанию, называют *прямой*. Если в основании прямой призмы – прямоугольник, призму называют *параллелепипедом*.

Среди большого числа разновидностей многогранников особую группу составляют правильные выпуклые многогранники.

Правильными многогранниками, или *телами Платона*, называются многогранники, у которых все грани – правильные и равные многоугольники, а углы при вершинах равны. Существует пять правильных многогранников (рисунок 26): *тетраэдр* – правильная трехгранная пирамида, *гексаэдр* – куб, *октаэдр*, состоящий из восьми равносторонних и равных треугольников, *додекаэдр*, состоящий из двенадцати равносторонних и равных пятиугольников, и *икосаэдр*, поверхность которого состоит из двадцати равносторонних и равных треугольников, соединенных по пяти около каждой вершины.



а – тетраэдр; б – гексаэдр; в – октаэдр; г – октаэдр; д – додекаэдр
Рисунок 26 – Правильные многогранники

Кроме пяти правильных многогранников существуют полуправильные многогранники – тела Архимеда. Архимедовы тела обладают свойством: любые две вершины можно совместить так, что все грани многогранника попарно совпадут друг с другом (рисунок 27).

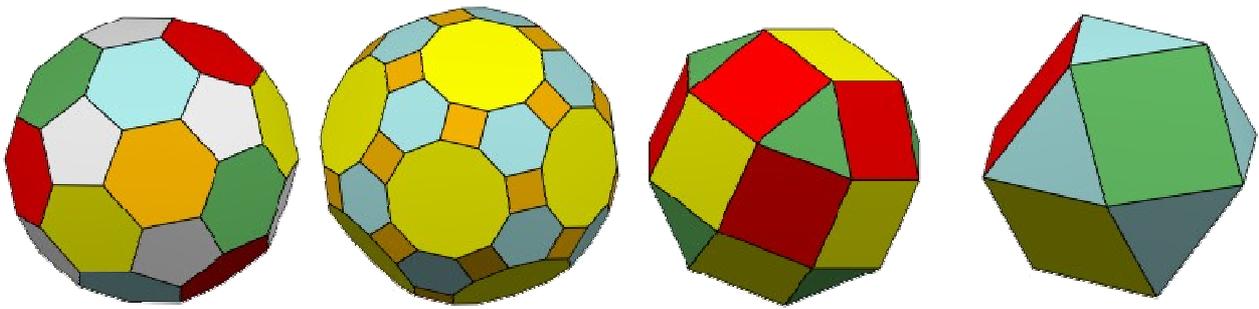
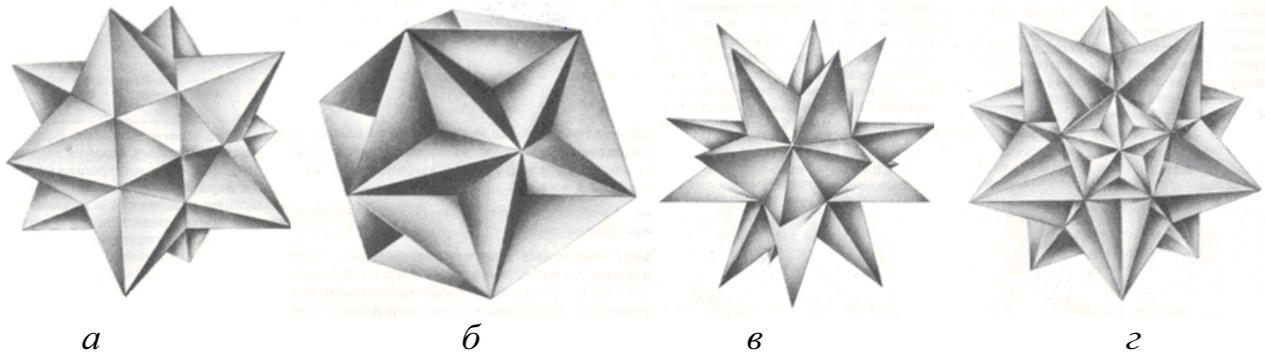


Рисунок 27 – Пример Архимедовых тел

Кроме полуправильных многогранников, из правильных многогранников (Платоновых тел) можно получить так называемые правильные звездчатые многогранники. Их всего четыре (рисунок 28): малый звездчатый додекаэдр, большой звездчатый додекаэдр, большой додекаэдр, большой икосаэдр.



a – малый звездчатый додекаэдр; *б* – большой звездчатый додекаэдр;
в – большой додекаэдр; *г* – большой икосаэдр
 Рисунок 28 – Звездчатые многогранники

2.2 Сечение многогранников проецирующей плоскостью

Построение линии пересечения многогранника плоскостью представляет собой практически важную задачу. Она широко применяется при проектировании и компоновке различных архитектурных форм, при вычерчивании планов зданий и др.

Линией пересечения поверхности многогранника плоскостью является плоский многоугольник. Его вершины являются точками пересечения ребер с заданной плоскостью, а стороны – линиями пересечения граней с плоскостью.

Плоская фигура, которая получается при пересечении многогранника плоскостью, называется *сечением*.

Рассмотрим задачу на построение проекций сечения призмы проецирующей плоскостью P (рисунок 29). Фронтальная проекция сечения $1_2 - 4_2$ совпадает с фронтальным следом P_2 секущей плоскости. Горизонтальная проекция сечения $1_1 2_1 3_1 4_1 3_1^1 2_1^1$ совпадает с проекцией основания призмы. Остается построить третью – профильную проекцию сечения. Это можно сделать при по-

мощи линий связи и вспомогательной прямой согласно рисунку 29 (нужно ориентироваться на стрелочки). После этого определяем видимость проекций сечения.

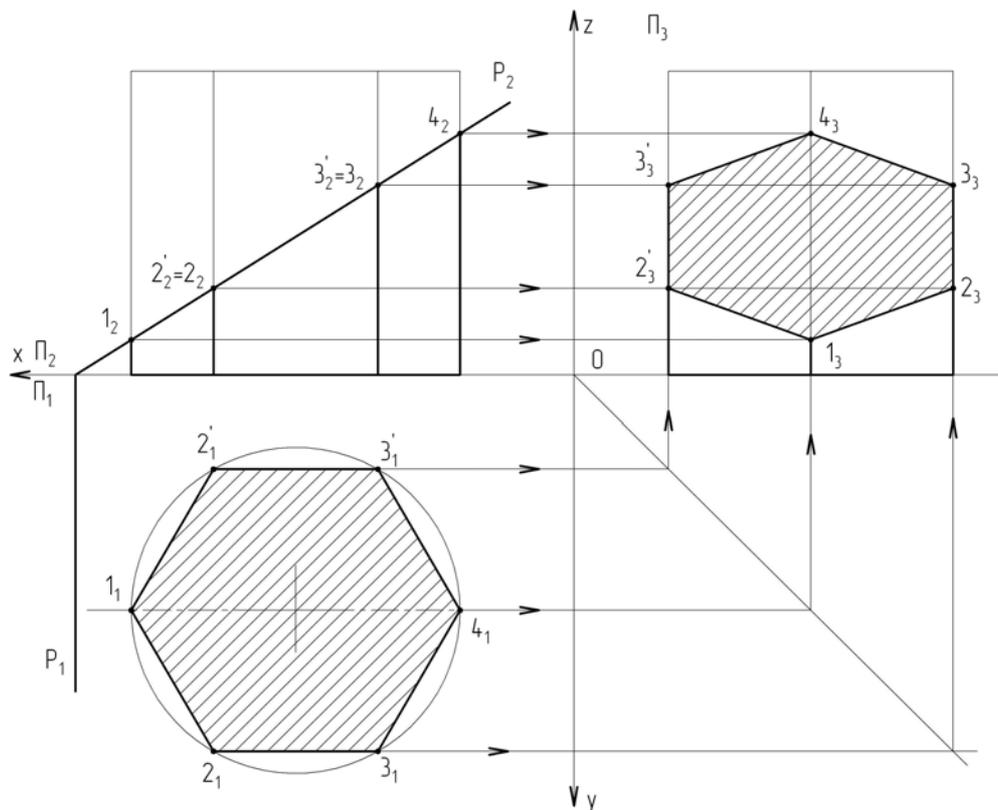


Рисунок 29 - Построение проекций сечения призмы проецирующей плоскостью

2.3 Развертки многогранников

Развертыванием называется такое преобразование поверхности, в результате которого она совмещается с плоскостью.

Плоская фигура, полученная в результате развертывания поверхности и совмещения ее с плоскостью, называется **разверткой**.

2.3.1 Развертка пирамиды

Для построения развертки многогранной поверхности необходимо знать натуральную величину каждой ее грани.

Основание пирамиды находится в плоскости Π_1 , поэтому $\Delta A_1 B_1 C_1$ является натуральной величиной основания. Остается определить натуральную величину боковых граней. Используя способ вращения вокруг проецирующей прямой (в нашем примере вращение происходит относительно горизонтально-проецирующей прямой i , которая проведена через вершину пирамиды), определим натуральную величину ребер пирамиды (рисунок 30).

Теперь можно приступить к выполнению развертки пирамиды.

Последовательность построений:

1 На свободном месте чертежа произвольно выбираем т. S – вершину пирамиды, проводим через нее луч a (под любым углом наклона) и отложим от

точки S натуральную величину отрезка $[SA]$, т.е. длину отрезка $[S_2A_2^l]$ (рисунок 31).

2 Построим грань SAB (рисунок 32). Т.к. точка B принадлежит прямым (BA) и (SB) , то находим ее положение как точку пересечения двух дуг, радиусы которых равны длине отрезков $[SB]$ и $[BA]$.

Натуральная величина отрезка $[SB]$ найдена. Это отрезок $[S_2B_2^l]$. Натуральная величина отрезка $[BA]$ равна длине его горизонтальной проекции, т.е. $[B_1A_1]$. Поэтому из точки S проводим дугу радиусом, равным длине отрезка $[S_2B_2^l]$, а из точки A – дугу радиусом, равным длине отрезка $[A_1B_1]$. Соединяем точки A и B , S и B .

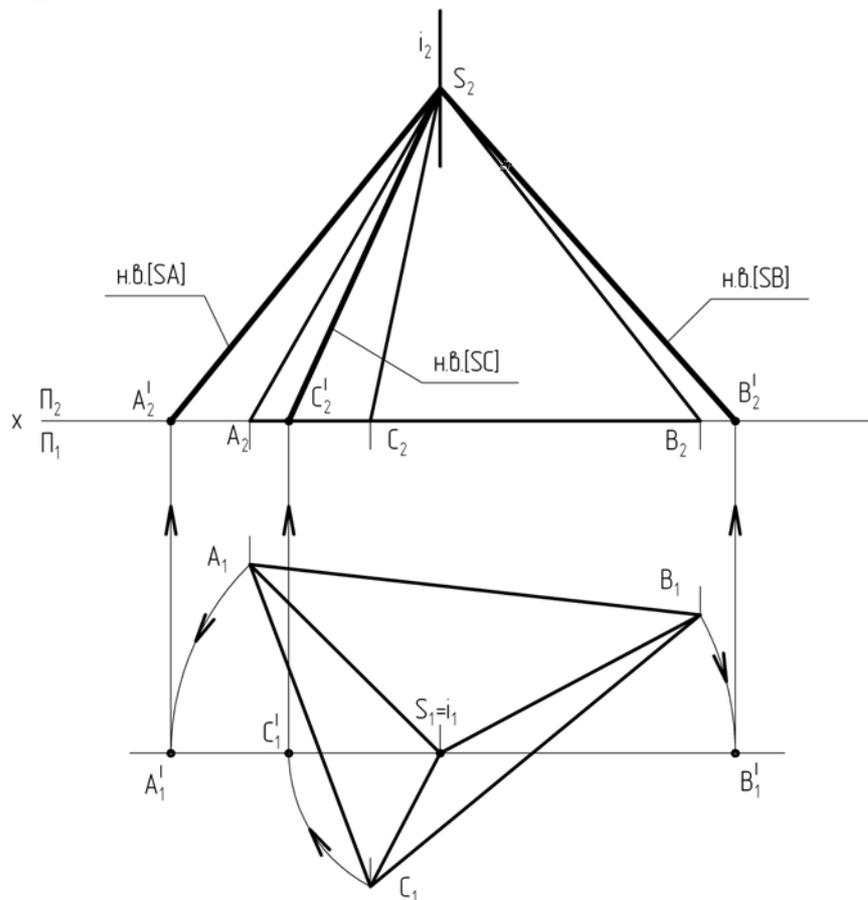


Рисунок 30 – Нахождение натуральной величины ребер пирамиды

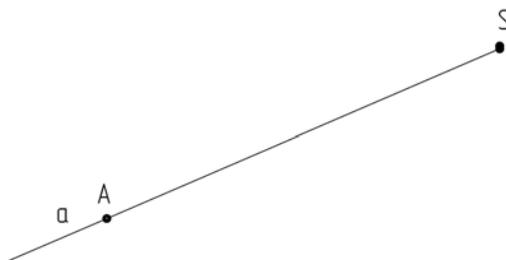


Рисунок 31 – Построение ребра SA на развертке пирамиды

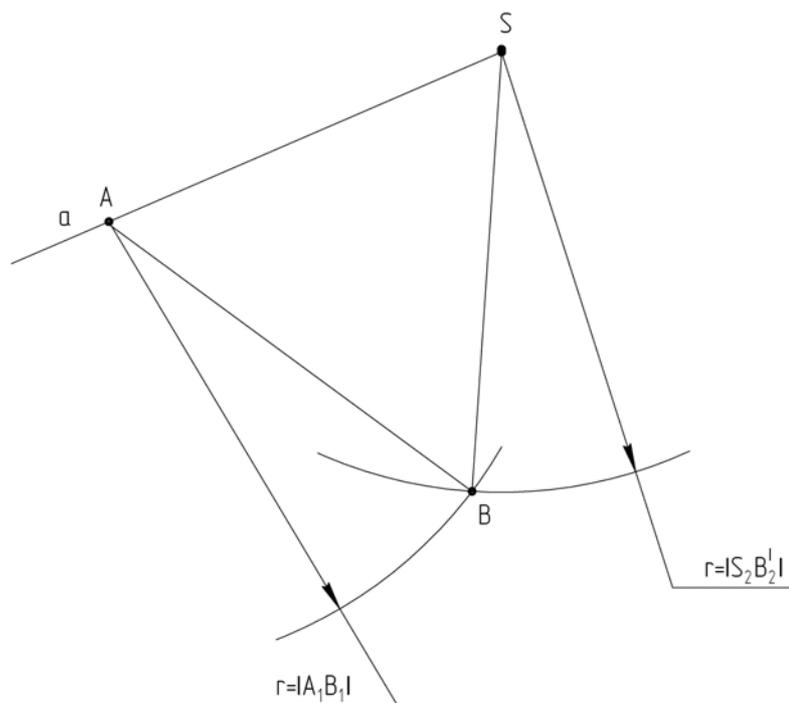


Рисунок 32 – Построение грани SAB

3 Построим грань SBC. Для построения точки C нужно провести две дуги: одну – с центром в точке S и радиусом $|S_2 C_2|$, а вторую – с центром в точке B и радиусом $|B_1 C_1|$. Точка пересечения этих дуг и будет т.С. Соединяем построенные точки, получаем грань SBC (рисунок 33).

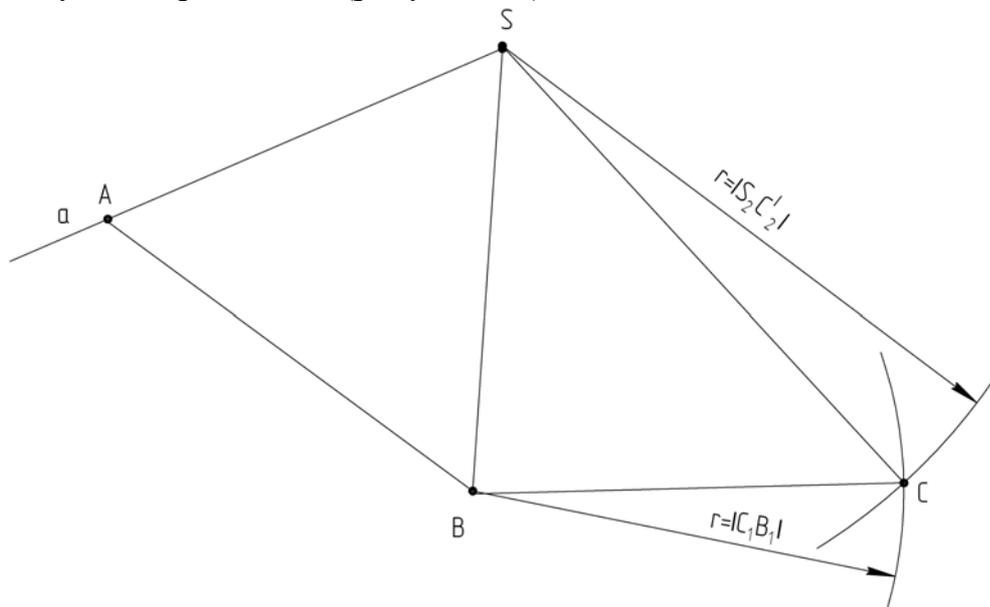


Рисунок 33 – Построение грани SBC

4 Построим грань SCA. Из точки S проводим дугу радиусом, равным длине отрезка $[S_2 A_2]$, а из точки C – дугу радиусом $|C_1 A_1|$. На пересечении дуг получаем точку A. Соединяем точки S и A, C и A (рисунок 34).

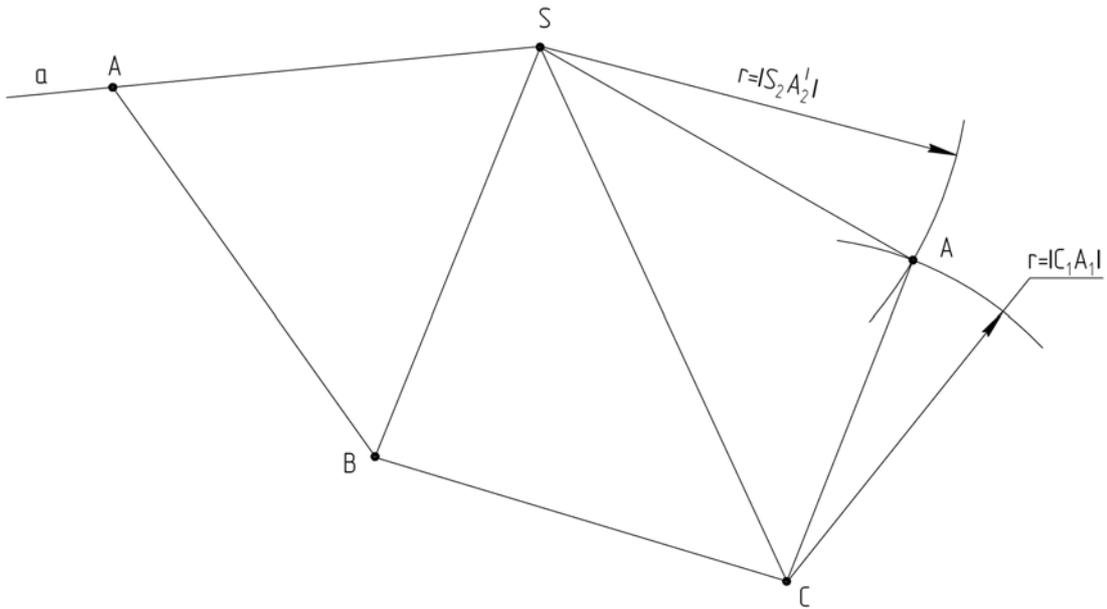


Рисунок 34 – Построение грани SCA

5 Построим основание пирамиды – $\triangle ABC$. Для этого проводим две дуги: одну – из точки В радиусом $|B_1 A_1|$, другую – из точки С радиусом $|C_1 A_1|$, на пересечении которых получаем точку А (рисунок 35). Осталось соединить построенные точки.

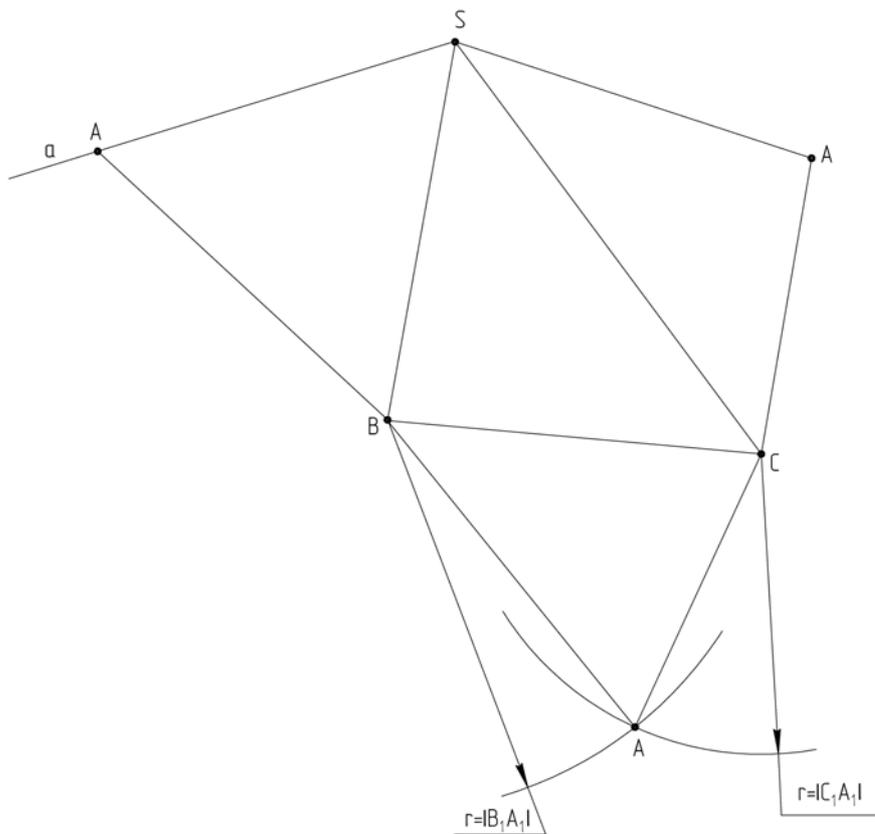


Рисунок 35 – Построение основания пирамиды – $\triangle ABC$

6 Выполняем обводку построенной развертки: контур – сплошной толстой линией, а внутренние ребра (линии сгиба) – штрихпунктирной с двумя точками (рисунок 36).

Замечание. В данном примере поверхность пирамиды совмещена с плоскостью своей наружной стороной. Это следует иметь в виду при сгибании развертки в объемную форму, чтобы не получить пирамиду, симметричную исходной.

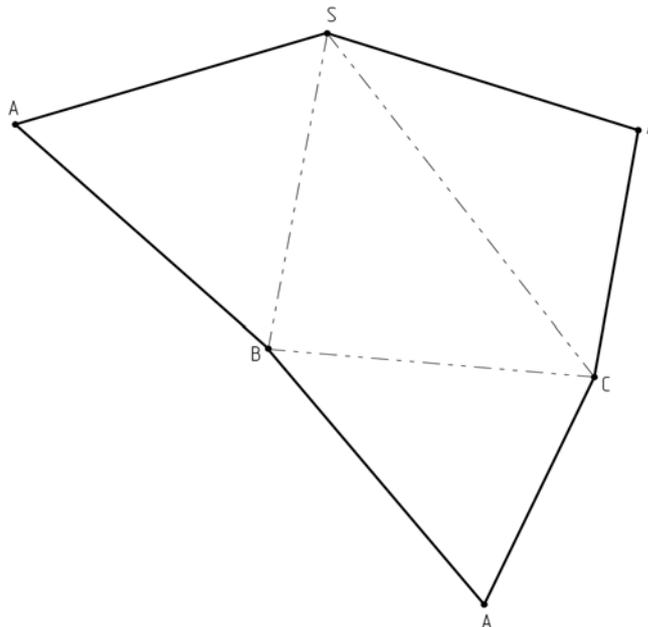


Рисунок 36 – Обводка чертежа

Часто при выполнении разверток приходится вычерчивать линию взаимного пересечения поверхностей. Поэтому рассмотрим построение точки К на фигуре развертки пирамиды при условии, что т.К принадлежит грани SCB.

Последовательность построений:

1 Т.к. точка К находится на прямой [S-1] (рисунок 37), то на развертке нужно найти положение точки 1 (т. S уже построена).

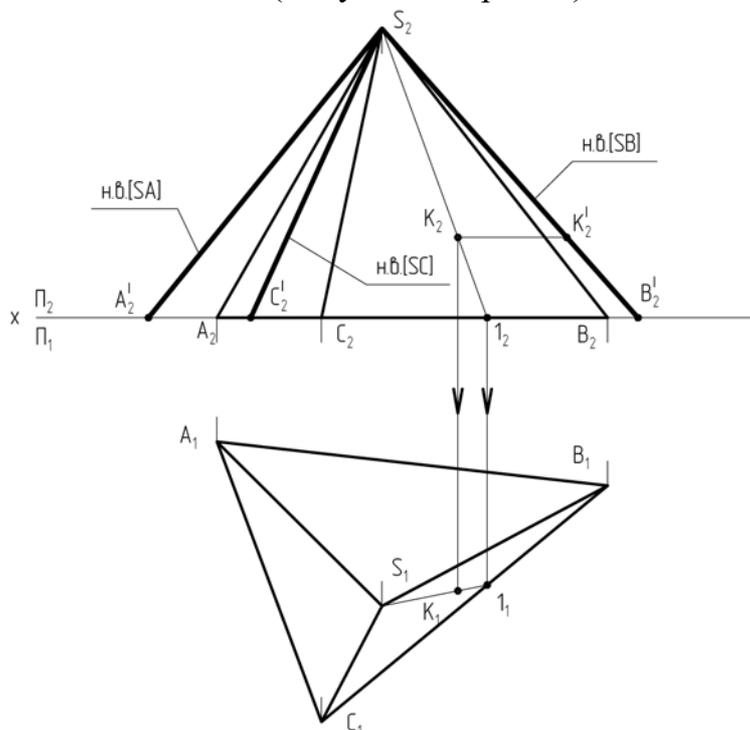


Рисунок 37 – Построение проекций точки К

2 Отрезок $[C_1B_1]$ является натуральной величиной отрезка $[CB]$, следовательно, измерив расстояние от т. 1_1 до точки C_1 или B_1 и отложив его от точки C или B (соответственно) на развертке, мы найдем точку 1 (рисунок 38). Соединим ее с точкой S .

3 Т.к. отрезок $[SK]$ ни в одной из плоскостей проекций не проецируется в натуральную величину, то для нахождения точки K на развертке проведем следующие построения. Перенесем т. K_2 , как показано на рисунке 37, на натуральную величину ребра $[SB]$ – отрезок $[S_2B_2^1]$, получим точку K_2^1 .

4 На ребре $[SB]$ развертки (рисунок 38) от т. S отложим длину отрезка $[S_2K_2^1]$, отметим т. K^1 .

5 Через т. K^1 проведем прямую, параллельную отрезку $[BC]$ до пересечения с прямой $[S-1]$. Получим точку K .

Аналогично можно построить остальные точки, принадлежащие линии пересечения поверхностей. Соединив их по прямой линии, если многогранник пересекается плоскостью или другим многогранником, или по плавной кривой, если многогранник пересекается кривой поверхностью, получим изображение линии пересечения поверхностей или линии сечения на развертке.

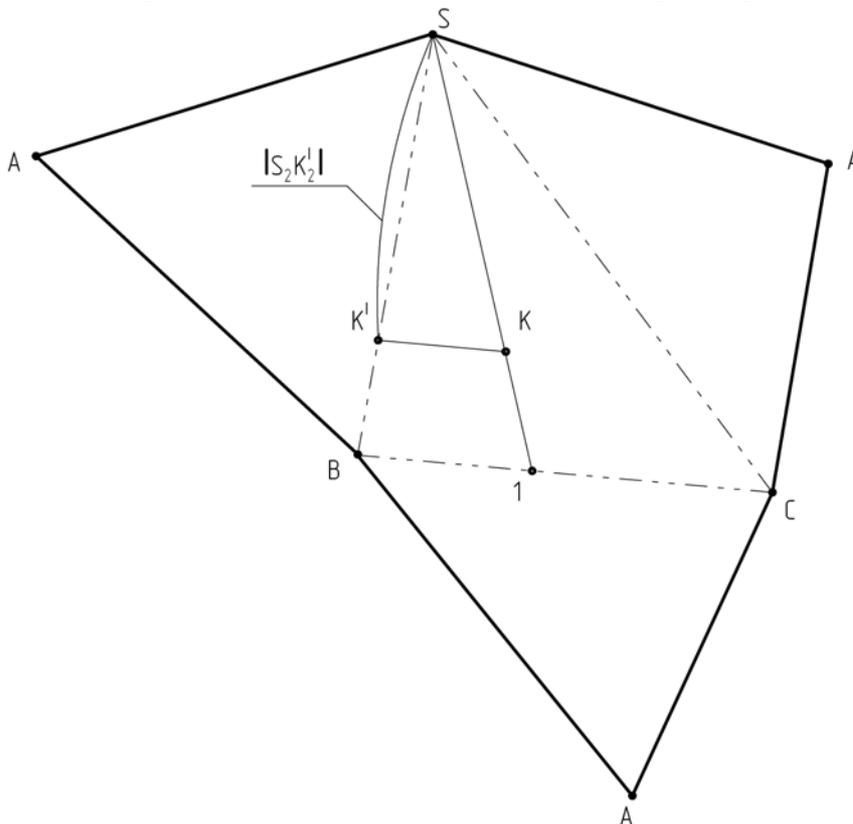


Рисунок 38 – Построение точки K на развертке пирамиды

2.4.2 Развертка призмы

Рассмотрим построение развертки прямой призмы (рисунок 39), основание которой принадлежит горизонтальной плоскости проекций.

Т.к. нижнее основание призмы находится в плоскости Π_1 , а верхнее – параллельно ей, то в горизонтальной плоскости проекций они изображаются в натуральную величину.

Боковые грани призмы – прямоугольники. Ширина прямоугольника соответствует какой-либо стороне основания призмы, а высота – высоте призмы.

Последовательность построений:

1 На свободном месте чертежа проводим горизонтальную прямую a , выбираем на ней произвольную точку, принадлежащую основанию, например, точку A (рисунок 40).

2 Через точку A проводим прямую b , перпендикулярную прямой a , и откладываем на этой прямой высоту призмы или длину ребра $[A_2A_1^2]$.

3 Через точку A^1 проведем горизонтальную прямую c .

4 От точек A и A^1 на прямых a и c соответственно отложим длину отрезка $[A_1B_1]$, получим точки B и B^1 (рисунок 41).

5 От точек B и B^1 на прямых a и c соответственно откладываем длину отрезка $[B_1C_1]$, получаем точки C и C_1 .

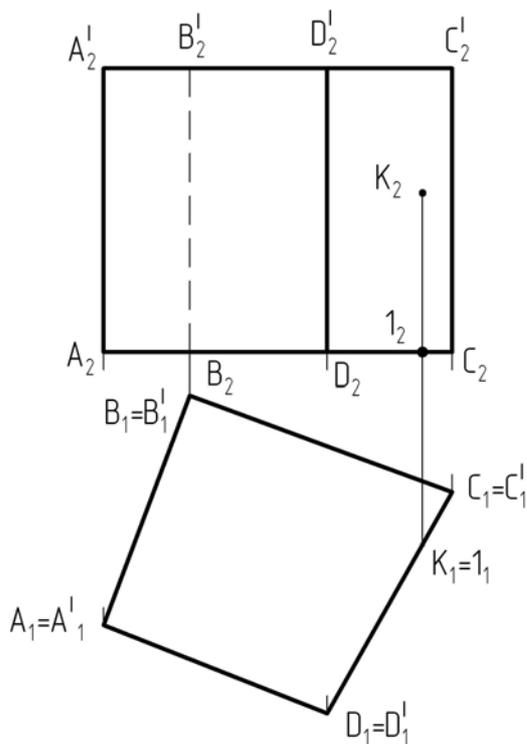


Рисунок 39 – Этор прямой призмы

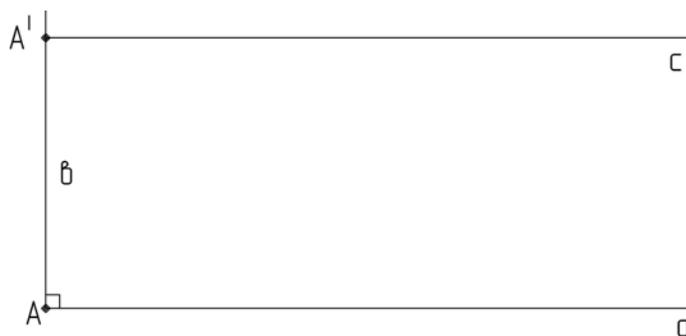


Рисунок 40 – Этапы 1-3 построения развертки призмы

6 На прямых a и c от точек C и C_1 отложим отрезки, равные длине отрезка $[C_1D_1]$. Построим точки D и D_1 , от которых отступаем расстояние, равное $|D_1A_1|$. Находим положение точек A и A_1 .

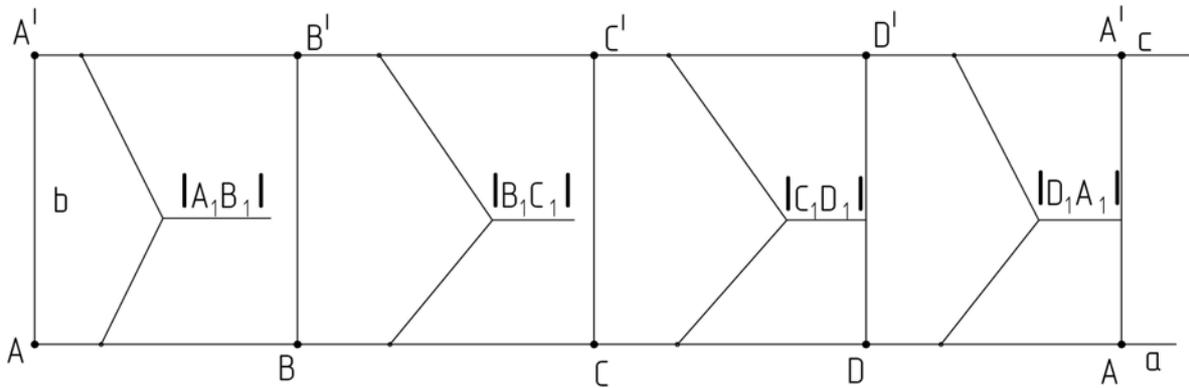


Рисунок 41 – Этапы 4-7 построения развертки призмы

7 Соединяем точки, найденные на прямой a , с соответствующими точками, лежащими на прямой c . Получаем развертку боковой поверхности призмы.

8 Построим основания призмы. Через точки A и A_1 проведем дуги радиусом, равным длине отрезка $[A_1D_1]$, а через точки B и B_1 – $|B_1D_1|$. На пересечении дуг будут находиться точки D и D_1 . На рисунке 42 показано построение для точки D_1 .

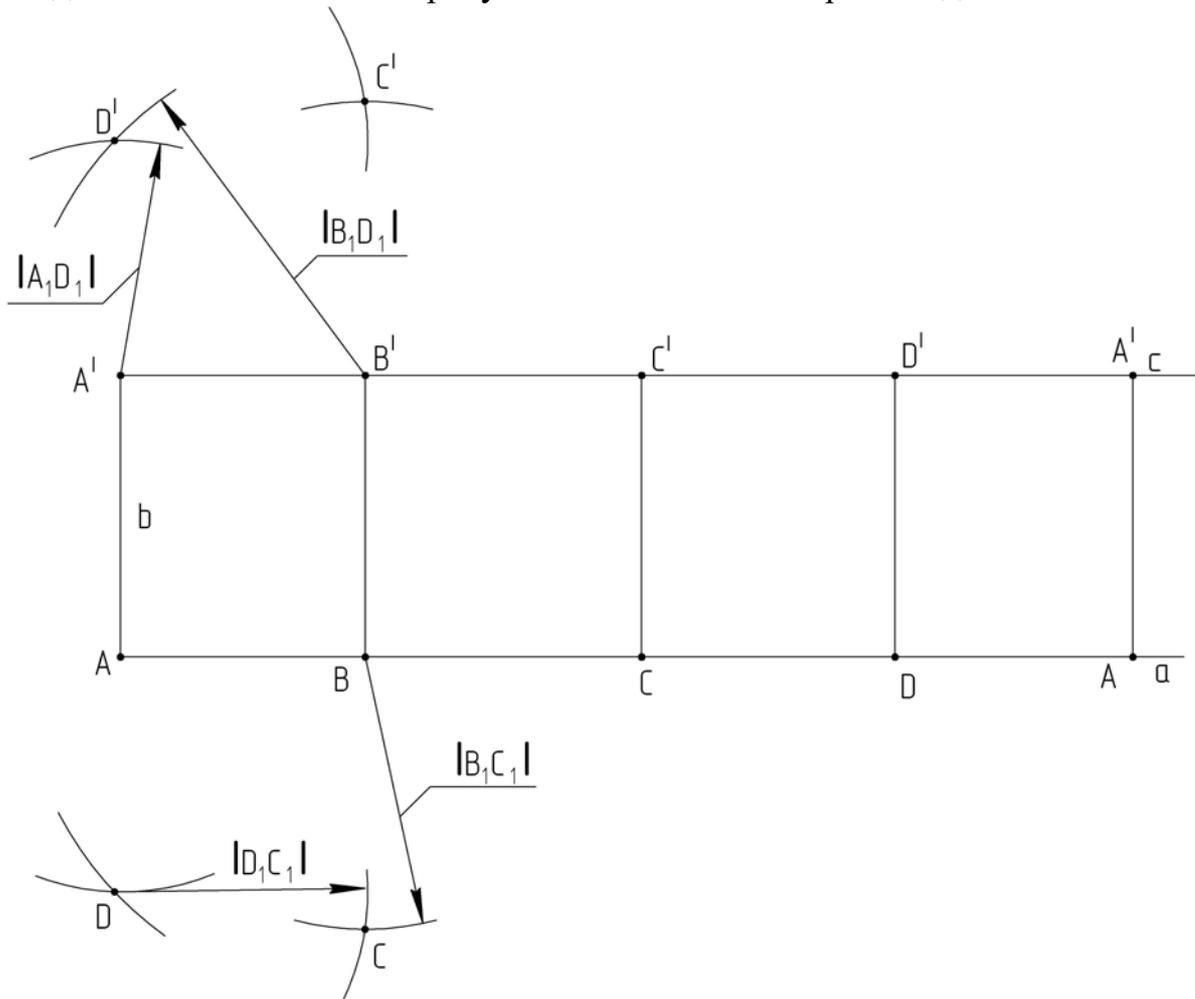


Рисунок 42 – Этапы 8-9 построения развертки призмы

9 Найдем положение точек C и C' . Через точки B и B' проведем дуги радиусом $|B_1C_1|$, а через точки D и D' – $|D_1C_1|$. На пересечении дуг будут находиться искомые точки. На рисунке 42 показано построение для точки C .

10 Обведем контур построенной фигуры сплошной толстой линией, а линии сгиба – штрихпунктирной с двумя точками (рисунок 43).

11 Построим точку K (рисунок 39), принадлежащую грани $(DD'C'C)$ на развертке. От точки C отложим длину отрезка $[C_1I_1]$. Получим т.1 на развертке.

12 Через точку 1 проведем вертикальную прямую (прямую параллельную ребру $[CC']$ и отложим на ней расстояние $|I_2K_2|$. Так мы найдем искомую точку K (рисунок 44).

Замечание. В данном примере поверхность призмы совмещена с плоскостью своей наружной стороной.

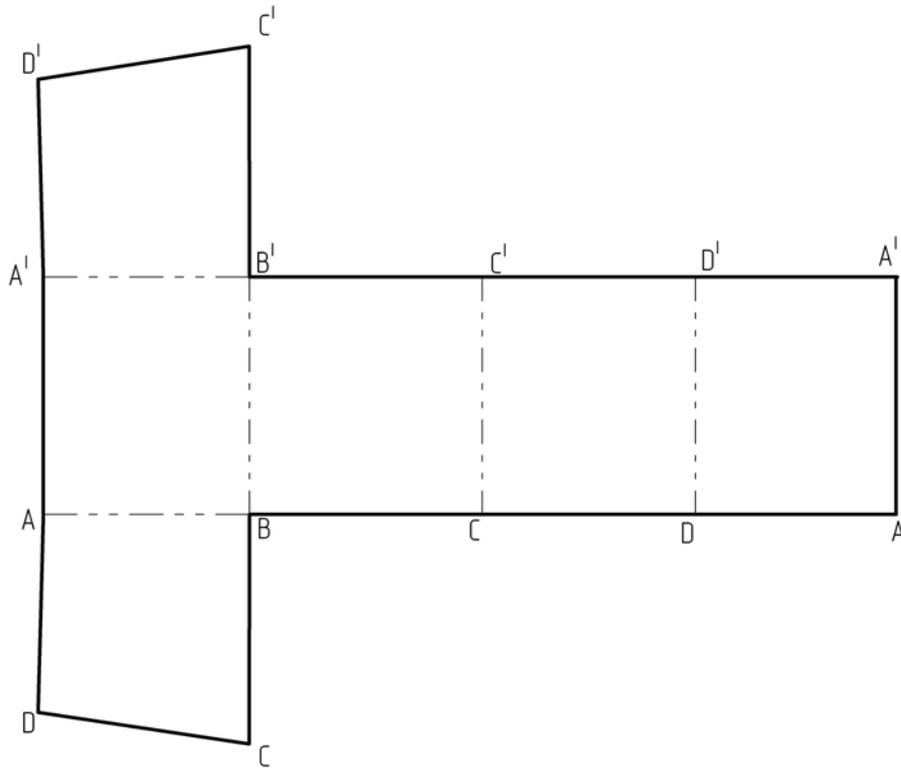


Рисунок 43 – Обводка чертежа

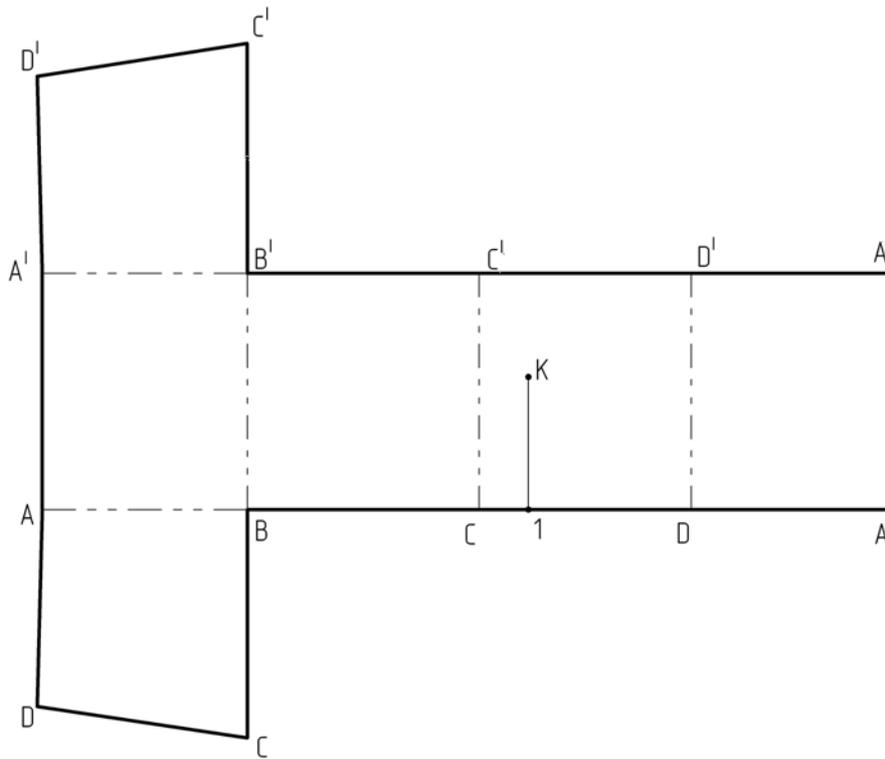


Рисунок 44 – Построение точки K на развертке призмы

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что называется многогранной поверхностью, многогранником?
- 2 Сколько правильных многогранников существует?
- 3 Какие многогранники называются Архимедовыми телами?
- 4 Перечислите звездчатые многогранники.
- 5 Что называется сечением?
- 6 Что называется развертыванием, а что разверткой?

ГЛАВА 3 КРИВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

Кривые поверхности отличаются большим разнообразием форм – от самых простых до сложнейших, причудливых.

Рассмотрим классификацию кривых поверхностей. Из большого числа возможных способов образования поверхностей рассмотрим основные, выделив главные признаки их классификации.

1 По закону движения образующей – поверхности с поступательным движением образующей, с вращательным и винтовым движением образующей.

2 По виду образующей различают поверхности с прямолинейной образующей – линейчатые и поверхности с криволинейной образующей – нелинейчатые.

3 По признаку разворачивания поверхности на плоскость – разворачиваемые и неразворачиваемые.

4 По способу задания поверхности – аналитические или графические.

Необходимо отметить, что одни и те же поверхности могут быть классифицированы по различным признакам.

3.1 Поверхности вращения. Точки на поверхностях вращения

Поверхностью вращения называется поверхность, образованная вращением линии, образующей вокруг неподвижной прямой оси вращения (рисунок 45).

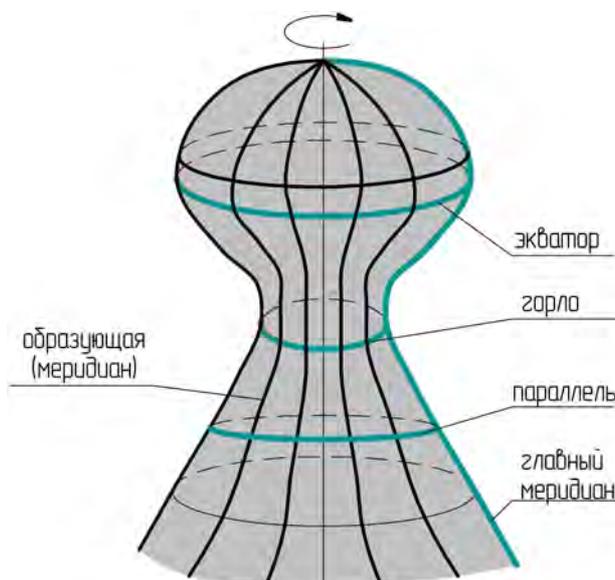


Рисунок 45 – Образование поверхности вращения

Окружности, по которым перемещаются все точки образующей, называются *параллелями*; наибольшую параллель называют *экватором*, наименьшую – *горловиной* (горлом). Плоскости, проходящие через ось вращения, пересекают поверхность по линиям, называемым *меридианами*. Меридиан, расположенный в плоскости, параллельной плоскости проекций, называется *главным* и проецируется на эту плоскость проекций очерком поверхности.

Рассмотрим построение точек на поверхностях цилиндра и конуса. Если точка 1 находится на боковой поверхности прямого кругового цилиндра, то ее горизонтальная проекция 1_1 будет находиться на окружности – горизонтальной проекции цилиндра. Нужно только определить, на какой части поверхности цилиндра находится эта точка по отношению к наблюдателю: если на видимой, то 1_1 будет на нижней части окружности, а если на невидимой – то на верхней части окружности (рисунок 46).

Для построения точек на поверхности конуса можно воспользоваться двумя способами: первый – при помощи образующих (рисунок 47), второй – при помощи вспомогательной секущей плоскости (рисунок 48). В первом способе для построения точки A_1 (при условии, что точка A_2 дана) нужно соединить точку A_2 с вершиной конуса S_2 (т.е. провести образующую) и продолжить прямую до пересечения с основанием. Получим точку 1_2 . Затем точку 1_2 проецируем в Π_1 на окружность, получаем точку 1_1 , соединяем ее с S_1 , получаем горизонтальную проекцию образующей конуса, на нее и проецируем точку A_2 , получаем точку A_1 . Во втором способе через точку A_2 нужно провести плоскость α (на чертеже α_2), параллельную основанию конуса. В сечении получится окружность, радиус которой можно измерить на чертеже (расстояние от оси вращения конуса до контурной образующей по плоскости α_2), затем из центра окружности в Π_1 провести окружность измеренного радиуса и на нее спроецировать точку A_2 . Построим точку A_1 .

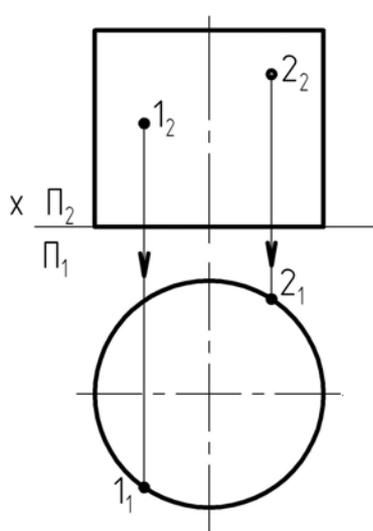


Рисунок 46 – Построение проекций точек на поверхности цилиндра

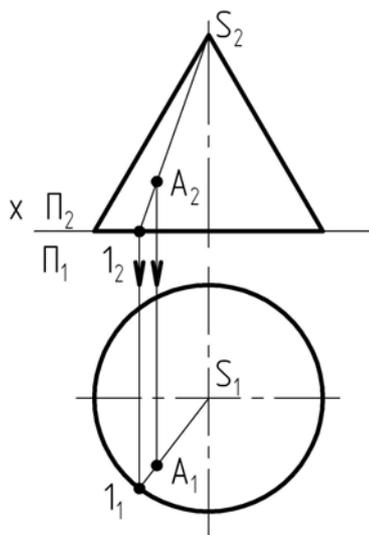


Рисунок 47 – Построение проекций точки A на поверхности конуса с помощью образующей $S1$

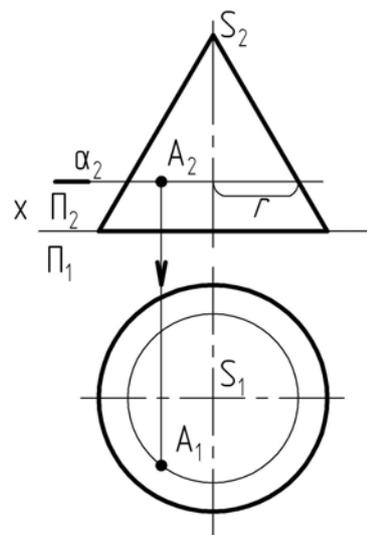
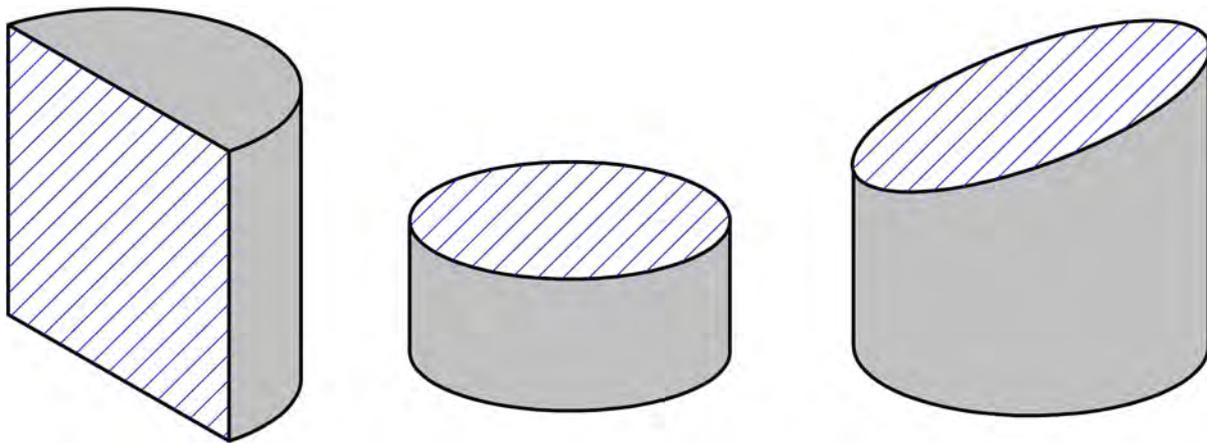


Рисунок 48 – Построение проекций точки A на поверхности конуса с помощью секущей плоскости α

3.2 Сечение цилиндра плоскостью

При пересечении цилиндра плоскостью могут образовываться следующие фигуры (рисунок 49):

- прямоугольник, если секущая плоскость проходит через ось вращения цилиндра;
- окружность, если секущая плоскость параллельна его основанию;
- эллипс, если секущая плоскость пересекает все образующие цилиндра и не перпендикулярна к его оси.



а – прямоугольник

б – окружность

в – эллипс

Рисунок 49 – Возможные сечения цилиндра

3.3 Конические сечения

При пересечении конуса плоскостью могут образовываться следующие фигуры сечения (рисунок 50):

- треугольник, если секущая плоскость проходит через ось вращения конуса по образующим;
- окружность, если секущая плоскость параллельна основанию конуса;
- парабола, если секущая плоскость параллельна одной образующей конуса;
- гипербола, если секущая плоскость параллельна двум образующим конуса;
- эллипс, если секущая плоскость пересекает все образующие конуса и не перпендикулярна к оси вращения.

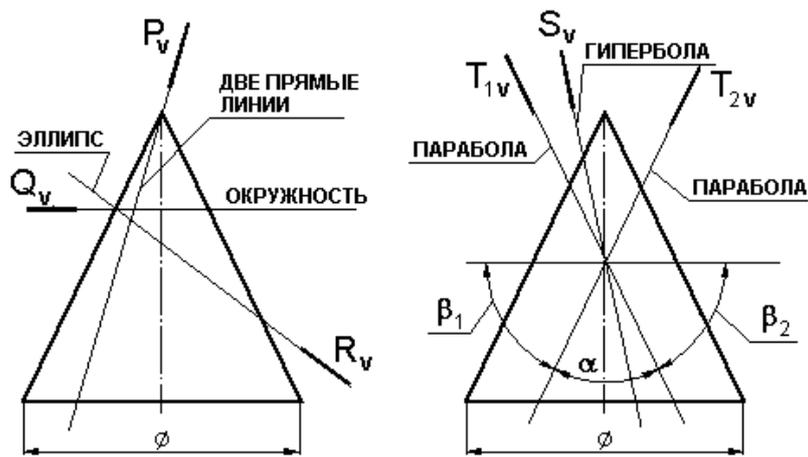


Рисунок 50 – Конические сечения

Задача. Построить проекции сечения конуса проецирующей плоскостью P . Определить видимость проекций сечения и конуса (рисунок 51).

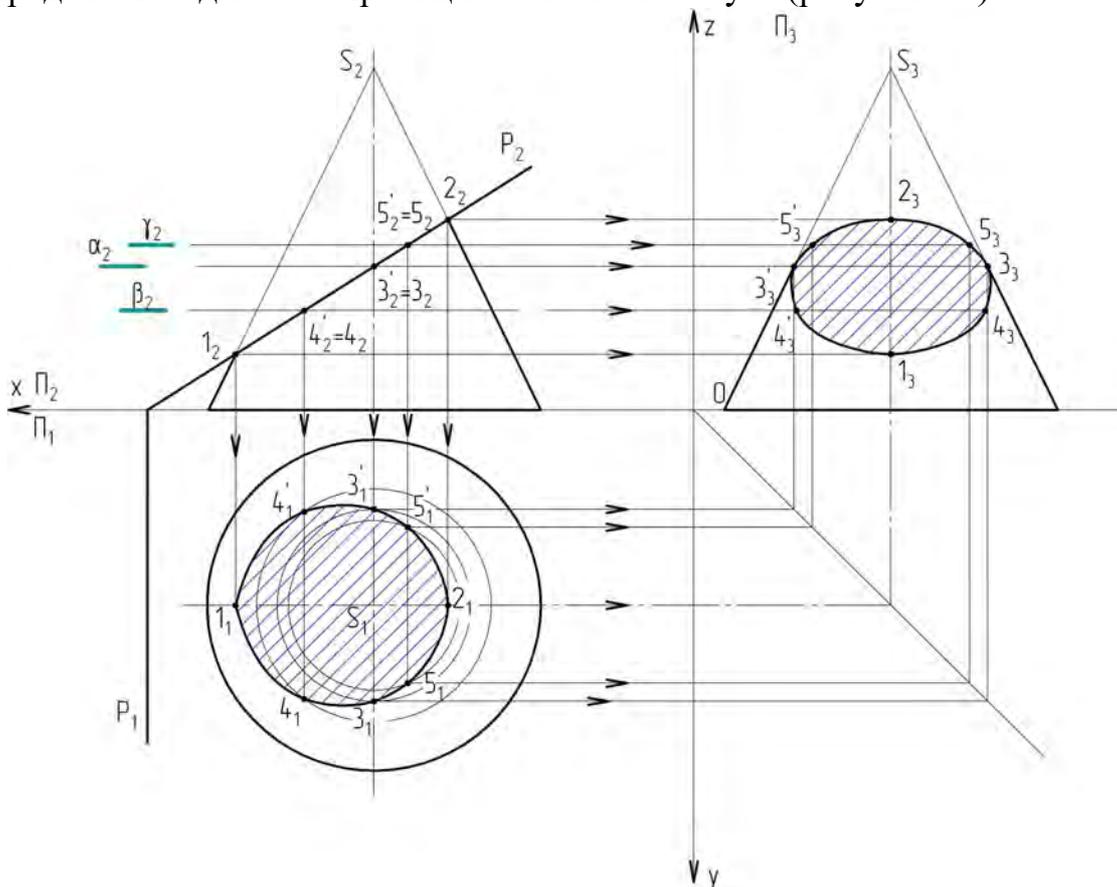


Рисунок 51 – Построение проекций сечения конуса

Решение. Для построения сечения конуса необходимо отметить характерные точки – точки пересечения следа плоскости с контурными образующими конуса ($1_2, 2_2$) и осью ($3'_2 = 3_2$). Построение точек $1_1, 2_1$ понятно из чертежа, а для нахождения точек $3_1, 3_1$ необходимо через точку 3_2 (3_2) провести вспомогательную секущую плоскость α_2 . В сечении конуса этой плоскостью будет окружность радиусом от оси конуса до его контурной образующей (расстояние необходимо измерять циркулем по проведенной плоскости). Затем в плоскости Π_1 проводят окружность измеренным радиусом, и на нее проецируют точки 3_2 ,

3₂. Далее на следе плоскости выбирают (произвольно) промежуточные точки 4'₂ (4₂), 5'₂ (5₂). Горизонтальные проекции точек 4 и 5 находят аналогично точкам 3'₁ и 3₁, т.е. при помощи вспомогательных секущих плоскостей β₂ и γ₂. Соединив плавной линией построенные точки, получаем горизонтальную проекцию сечения. Третью проекцию сечения можно найти при помощи линий связи.

После построения проекций сечения необходимо определить видимость изображений.

3.4 Развертки цилиндра и конуса

Развертки поверхностей прямых круговых конусов и цилиндров могут быть выполнены точно, а наклонных – приближенно.

3.4.1 Развертка прямого кругового конуса

Боковая поверхность конуса представляет собой сектор круга, радиус которого равен длине l образующей конуса, а центральный угол – при вершине $\alpha = 360^\circ R/l$. Построение развертки заключается в следующем (рисунок 52).

На свободном месте чертежа выбирают точку S , через которую проводят прямую под любым углом наклона к краю листа. Затем от точки S на этой прямой откладывают отрезок, равный длине контурной образующей конуса, и из точки S , как из центра окружности, проводят дугу радиусом l . Затем вычисляют градусную меру угла α и откладывают ее на чертеже. Остается пристроить основание конуса к развертке его боковой поверхности. В горизонтальной плоскости проекций оно изображается в натуральную величину. Тогда, измерив радиус основания конуса, можно построить окружность, которая будет касаться проведенной дуги в любой точке. Это один из способов построения развертки конуса.

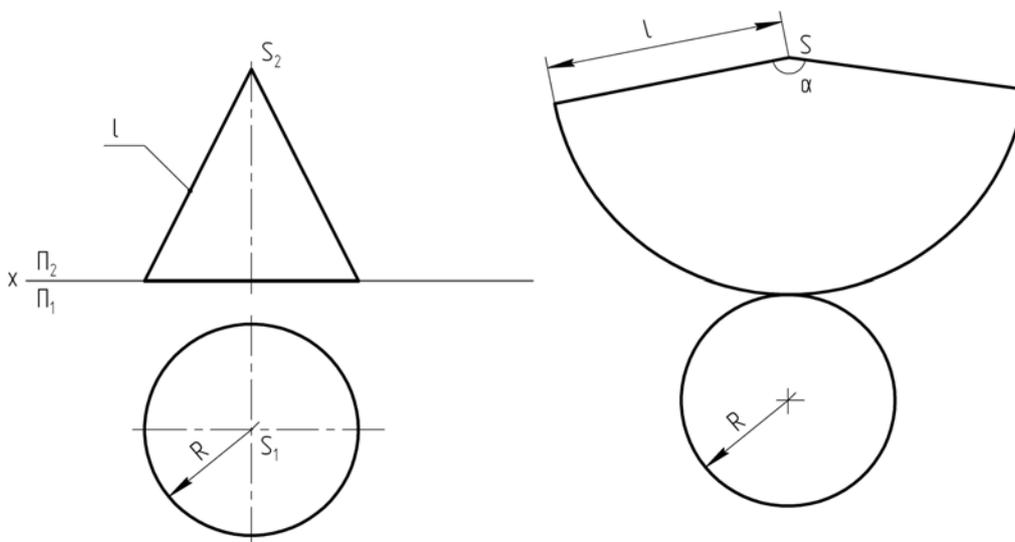


Рисунок 52 – Построение развертки конуса первым способом

Для нанесения на развертку линии пересечения поверхностей лучше использовать второй способ.

Последовательность построений:

1 На свободном месте чертежа выбираем точку S , через которую проводим прямую a под любым углом наклона к краю листа (рисунок 53). От точки S на прямой a откладываем отрезок, равный длине контурной образующей конуса.

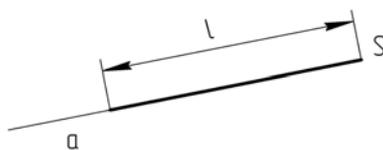


Рисунок 53 – Первый этап построения развертки конуса

2 Основание конуса – окружность – делим на 12 частей (рисунок 54). Для этого из крайних диаметральных точек окружности A , B , C и D проводим дуги радиусом, равным радиусу данной окружности, до пересечения с контуром.

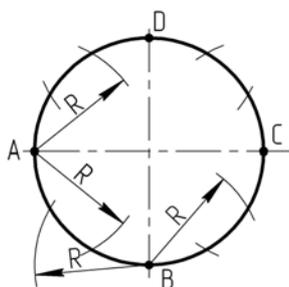


Рисунок 54 – Деление окружности на 12 равных частей

3 Из точки S как из центра окружности проводим дугу радиусом l , на которой от точки 1 с помощью циркуля откладываем 12 раз $1/12$ часть окружности (рисунок 55).

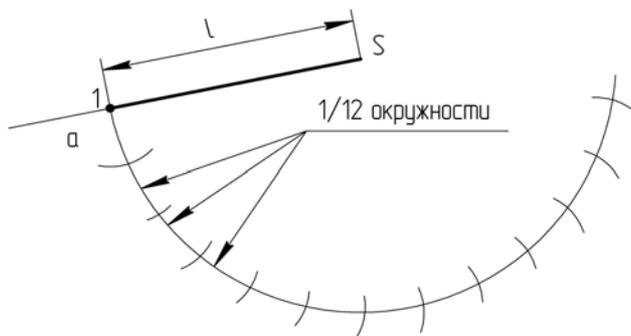


Рисунок 55 – Третий этап построения развертки конуса

4 Отмечаем построенные точки, крайнюю точку 1 соединяем с вершиной конуса – точкой S (рисунок 56).

5 Пристраиваем основание конуса аналогично первому способу построения развертки.

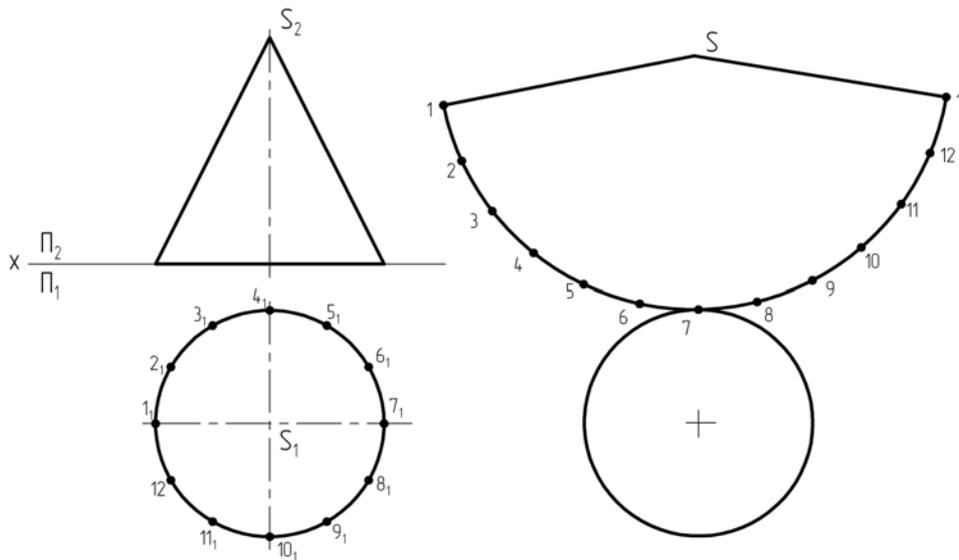


Рисунок 56 – Этапы 4-5 построения развертки конуса

Выполним построение точки K конуса на фигуре развертки (рисунок 57). Данная точка находится на образующей $[SE]$. Для нахождения точки K нужно построить эту образующую на развертке.

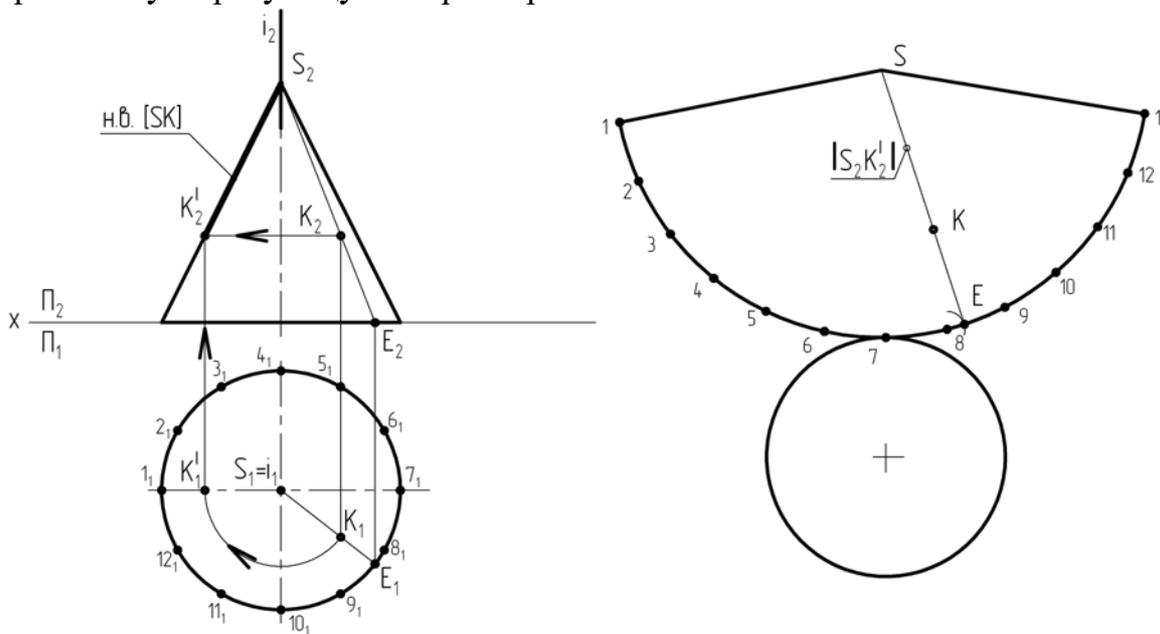


Рисунок 57 – Построение точки K на развертке конуса

Последовательность построений:

1 Т.к. основание конуса в горизонтальной проекции изображается в натуральную величину, то расстояния между точками 1_1 и 2_1 , 2_1 и 3_1 , 3_1 и 4_1 и т.д. не изменились по сравнению с расстоянием между точками 1 и 2 , 2 и 3 , 3 и 4 и т.д. Точка E_1 находится между точками 9_1 и 8_1 . Измерим расстояние от т. 8_1 до т. E_1 и отложим его от т. 8 на развертке, получим точку E .

2 Соединим т. E и вершину конуса S .

3 Отрезок $[SK]$ ни в одной проекции не изображается в натуральную величину, поэтому ее нужно найти. Используем для этого способ вращения вокруг проецирующей прямой i . Отрезок $[S_2K_2]$ является натуральной величиной отрезка $[SK]$.

4 На прямой (SE) от точки S откладываем длину отрезка $[S_2K_2^I]$. Получили точку К.

Для того, чтобы построить линию пересечения конуса с плоскостью или поверхностью, необходимо найти несколько точек, принадлежащих линии пересечения (не забывая о нахождении натуральной величины расстояния от этих точек до вершины конуса), затем плавной линией соединить их.

3.4.2 Развертка прямого кругового цилиндра

Боковая поверхность цилиндра представляет собой прямоугольник со сторонами H и πD . Основания цилиндра на горизонтальной плоскости проекций изображаются в натуральную величину. Для построения развертки цилиндра (рисунок 58) нужно на свободном поле чертежа провести две параллельные прямые, расстояние между ними равно высоте цилиндра – H .

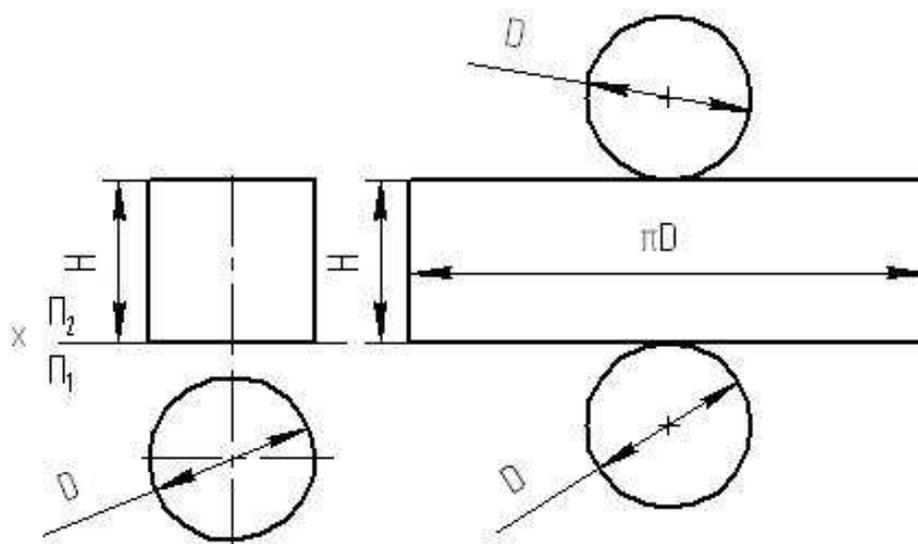


Рисунок 58 – Построение развертки цилиндра первым способом

На этих прямых от произвольно выбранной точки отложить расстояние, равное длине окружности – πD . Построенный прямоугольник является разверткой боковой поверхности цилиндра. Остается пристроить окружности – основания цилиндра.

Если на фигуру развертки необходимо нанести линию пересечения, то лучше воспользоваться вторым способом (рисунок 59). Разделим основание цилиндра на 12 частей, как показано на рисунке 54. Затем на свободном поле чертежа проведем две параллельные прямые, расстояние между которыми равно высоте цилиндра. На одной из прямых отложим с помощью циркуля 12 раз $1/12$ часть окружности, построим контур развертки боковой поверхности цилиндра. Как построить основания, ясно из рисунка 59.

На развертке цилиндра найдем положение точки К (рисунок 60). Для этого циркулем измерим расстояние от $t.8_1$ (или 9_1) до $t.E_1$. Затем на развертке найдем $t.8$ (или $t.9$) и из нее как из центра проведем дугу радиусом, равным измеренному расстоянию. Получим $t.E$. Далее через $t.E$ нужно провести образующую, на которой отложить расстояние $[E_2K_2^I]$. Искомая точка К построена.

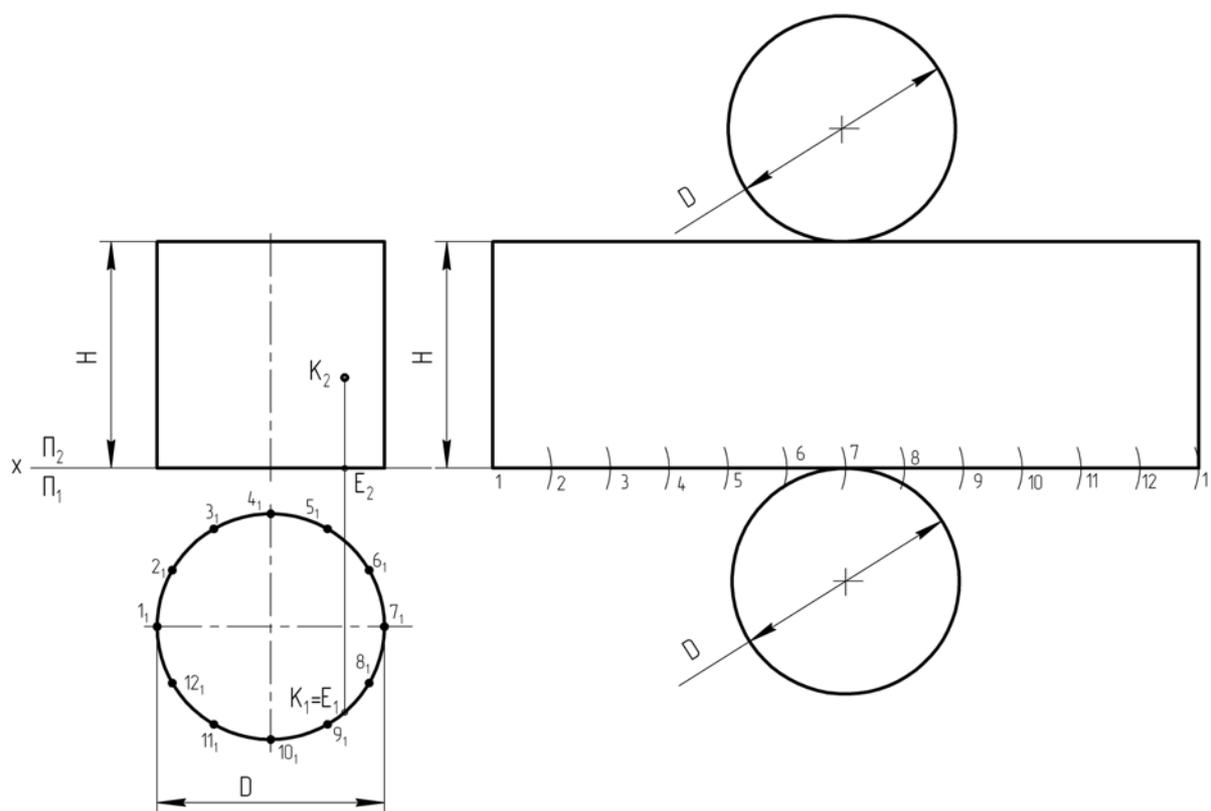


Рисунок 59 – Построение развертки цилиндра вторым способом

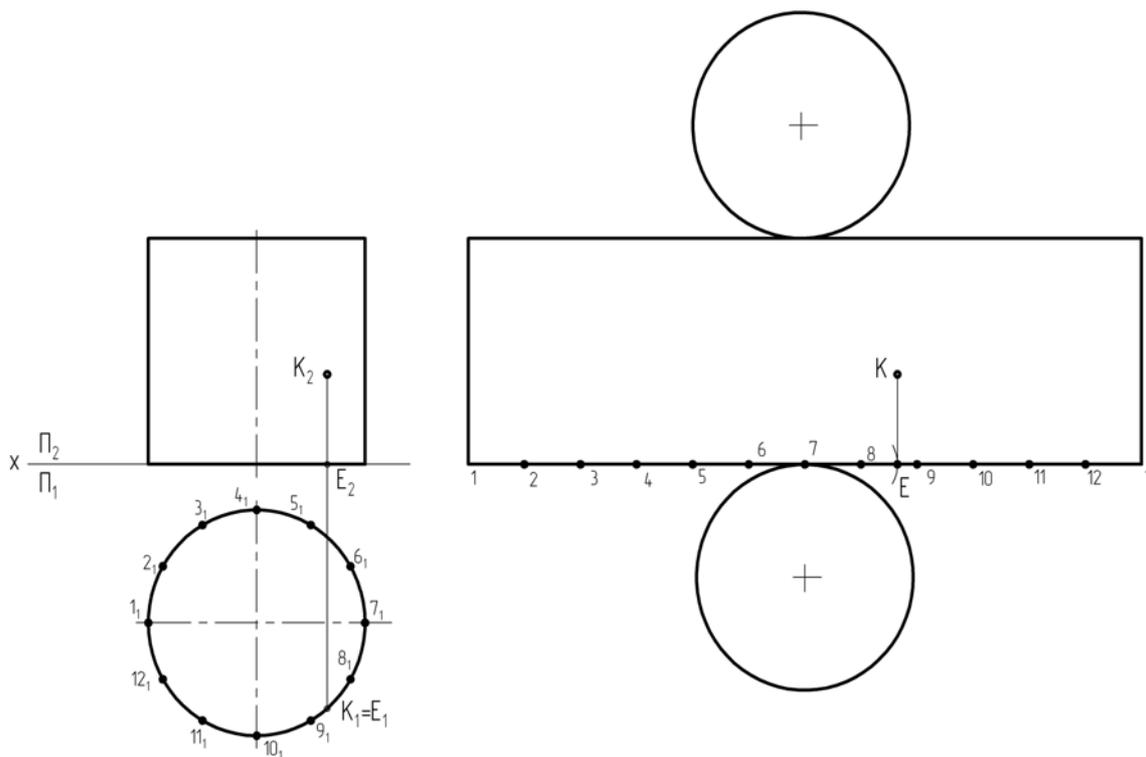


Рисунок 60 – Построение точки K на развертке цилиндра

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что называется кривой поверхностью? Какие поверхности вращения Вы знаете?
- 2 Дайте определения параллели, меридиана, горловины, главного меридиана, экватора.
- 3 Как на эюре осуществляется построение точек на поверхностях конуса и цилиндра?
- 4 Перечислите возможные сечения цилиндра проецирующей плоскостью.
- 5 Перечислите виды конических сечений.
- 6 Что называется разверткой? Какие способы построения разверток поверхностей вращения Вы знаете?

ГЛАВА 4 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

4.1 ГОСТ 2.301-68* – Форматы

Формат – это размеры листа конструкторского документа, ограниченного внешней рамкой. В таблице 3 приведены размеры основных форматов, установленных данным ГОСТом.

Таблица 3 – Основные форматы

№ п/п	обозначение	размеры, мм
1	A0	841•1189
2	A1	594•841
3	A2	420•594
4	A3	297•420
5	A4	210•297

Поле текстовых и графических документов ограничивается рамкой (рисунок 61), внутри которой помещается основная надпись. Форма и размеры основной надписи, используемой при оформлении чертежей, приведена на рисунке 62.

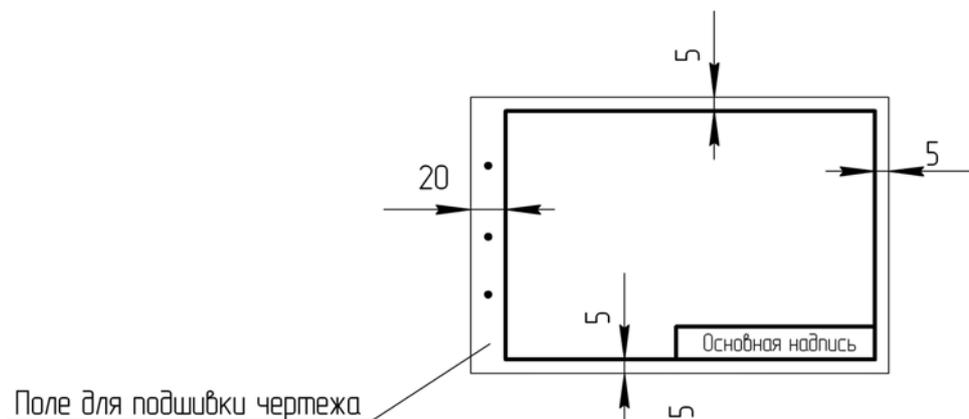


Рисунок 61 – Оформление чертежа

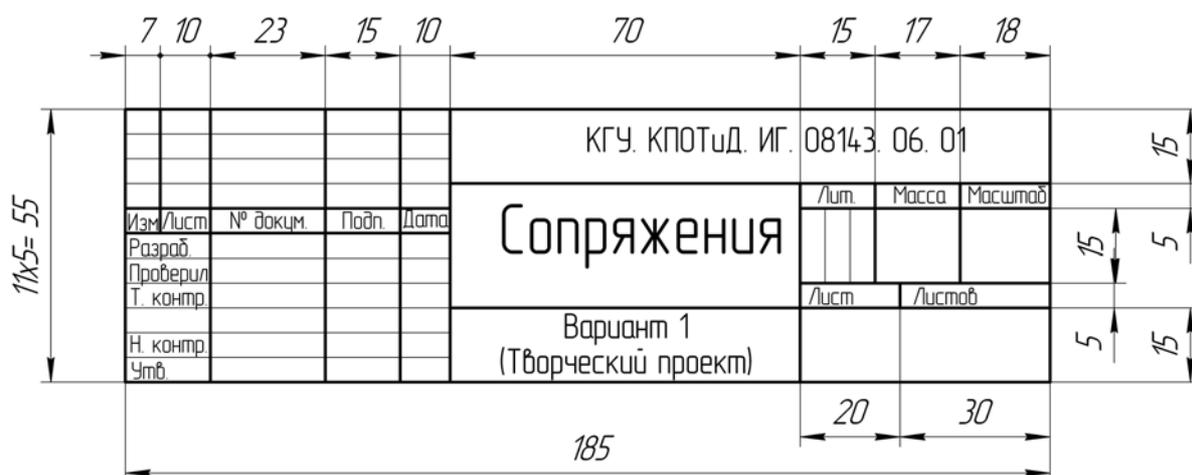


Рисунок 62 – Основная надпись

Кроме основных надписей для оформления чертежей применяют и дополнительные надписи.

При оформлении чертежей следует помнить, что формат А4 располагается только вертикально, остальные форматы – как горизонтально, так и вертикально. Чертеж должен занимать 75% формата.

4.2 ГОСТ 2.302-68* – Масштабы

Масштаб – это отношение линейных размеров изображения к действительным размерам объекта.

Масштабы изображений на чертежах, согласно данному ГОСТу, выбираются из следующих рядов.

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

Натуральная величина: 1:1

Масштабы увеличения: 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1;
40:1; 50:1; 100:1.

На чертежах масштаб обозначают в соответствующей графе основной надписи по типу 1:1; 1:2 и т.д., на поле чертежа – по типу М1:1, М1:2 и т.д.

Выбор масштаба зависит от величины и сложности изображаемого объекта. Размеры на чертеже всегда наносятся действительные в независимости от того, в каком масштабе выполнены построения.

4.3 ГОСТ 2.303-68* – Линии

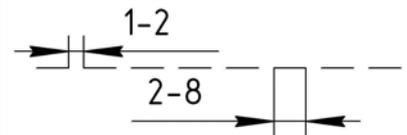
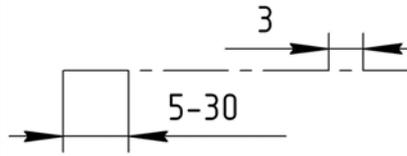
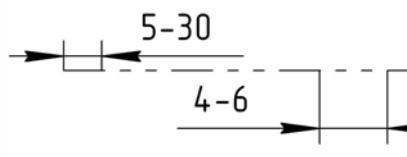
Начертания и основные назначения линий даны в таблице 4. Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Толщина сплошной основной линии должна быть в пределах от **0,5 до 1,4 мм** в зависимости от размеров и сложности изображения, а также от формата чертежа.

Таблица 4 – Типы линий

название линии	изображение	толщина	применение
сплошная толстая основная		S	Линии видимого контура, линии перехода видимые, контура вынесенного сечения.
сплошная тонкая		S/3- S/2	Выносные и размерные линии, штриховка, контур наложенного сечения, линии выноски, ограничение выносных элементов.
сплошная волнистая		S/3- S/2	Линии обрыва, разграничения вида и разреза.
сплошная тонкая с изломом		S/3- S/2	Длинные линии обрыва.

Продолжение таблицы 4

штриховая		S/3- S/2	Линии невидимого контура, линии перехода невидимые.
штрихпунктирная		S/3- S/2	Линии осевые и центровые
штрихпунктирная с двумя точками		S/3- S/2	Линии сгиба на развертках.
разомкнутая		до 1,5S	Положение секущей плоскости.

4.4 ГОСТ 2.304-81 – Шрифты чертежные

Размер шрифта определяется высотой прописных букв, мм: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40.

Типы шрифтов:

- тип А без наклона (толщина линий шрифта $d=1/14 h$);
- тип А с наклоном около 75° ($d=1/14 h$);
- тип Б без наклона ($d=1/10 h$);
- тип Б с наклоном около 75° ($d=1/10 h$).

С начертаниями букв шрифта следует знакомиться по стандарту и справочникам. На рисунке 63 дан пример шрифта 10 без наклона.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Расшифруйте аббревиатуру ЕСКД.
- 2 Какие типы линий используются для оформления чертежа? В чем состоит их назначение и начертание?
- 3 Какие форматы предусматривает ГОСТ 2.301-68*?
- 4 Какими масштабами рекомендует пользоваться ГОСТ 2.302-68*? От чего зависит выбор вида масштаба?
- 5 Какие типы шрифта Вы знаете? Какой ГОСТ определяет начертание и параметры букв для оформления чертежа и нанесения размеров?

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л

М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч

Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и й к л м н

о п р с т у ф х ц ч ш щ ъ

ы ь э ю я

Рисунок 63 – Шрифт Б

ГЛАВА 5 ИЗОБРАЖЕНИЯ: ВИДЫ, РАЗРЕЗЫ

5.1 Основные виды. Дополнительный вид

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для того, чтобы получить виды какого-либо предмета, его нужно поместить внутрь куба и спроецировать предмет на все грани куба. После совмещения граней куба в одну плоскость получают шесть основных видов: вид спереди, вид сверху, вид слева, вид справа, вид снизу и вид сзади (рисунок 64).

Главный вид выбирают так, чтобы его изображение давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Обычно главный вид помещается на месте вида спереди.

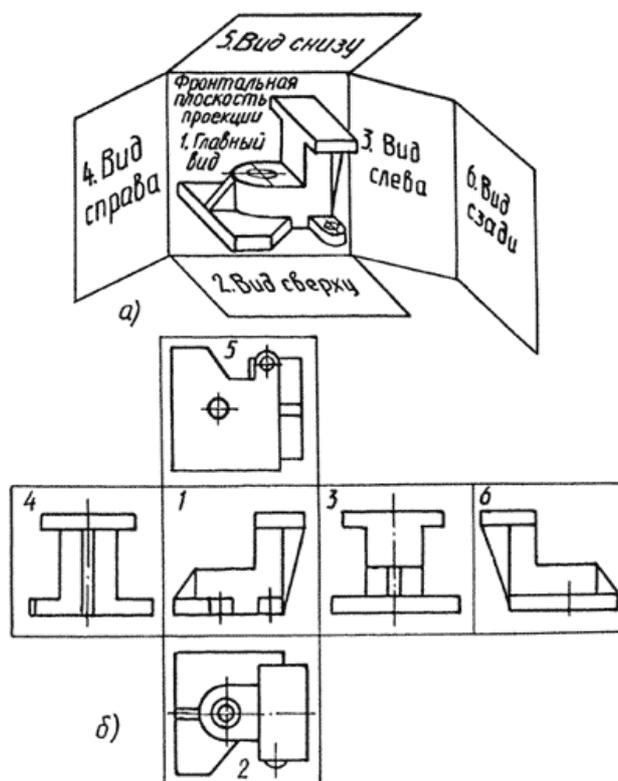


Рисунок 64 – Основные виды

Если какую-либо часть предмета невозможно показать на основных видах без искажения формы и размеров, то применяют **дополнительные виды**, получаемые на плоскостях, не параллельных основным плоскостям проекций.

Дополнительный вид на чертеже отмечают прописной буквой, а около изображения предмета ставят стрелку, указывающую направление взгляда, с буквенным обозначением (рисунок 65).

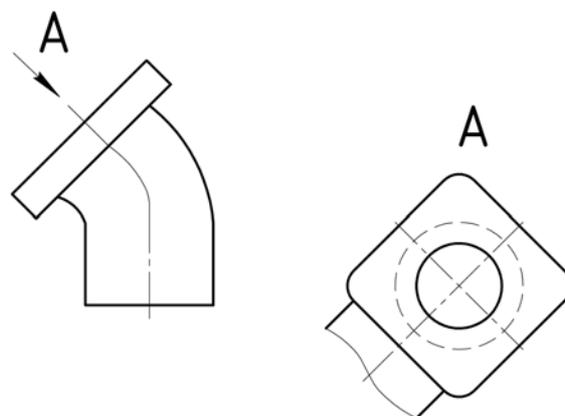


Рисунок 65 – Обозначение дополнительного вида

Если дополнительный вид расположен в непосредственной проекционной связи с соответствующим изображением, то стрелку и надпись вида не наносят (рисунок 66).

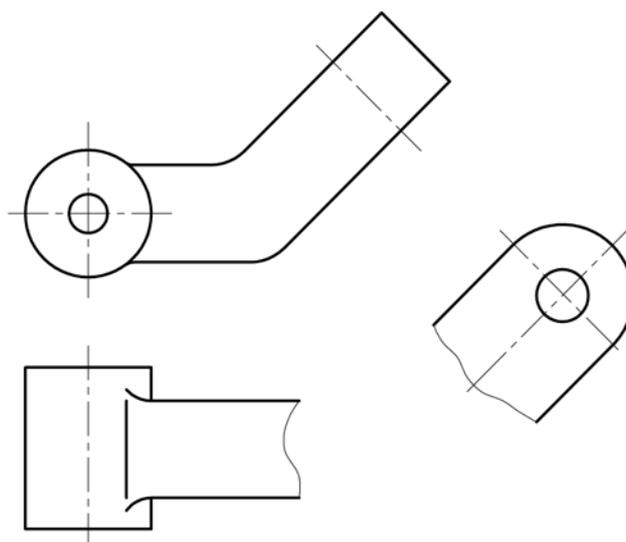


Рисунок 66 – Дополнительный вид расположен в проекционной связи с соответствующим изображением

Дополнительный вид допускается поворачивать, при этом обозначение вида дополняют графическим обозначением (рисунок 67). При необходимости указывают угол поворота.

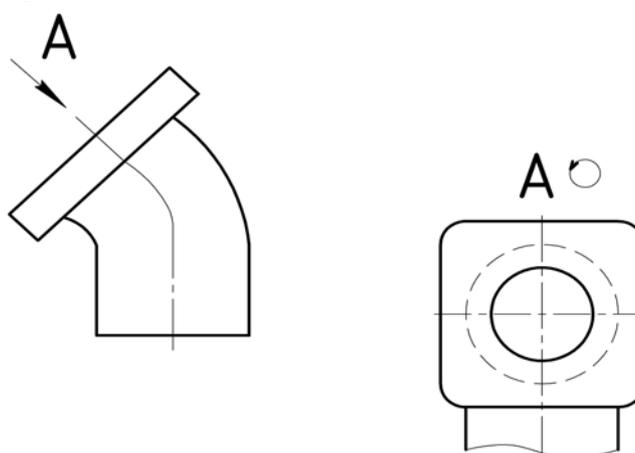


Рисунок 67 – Обозначение дополнительного вида (вид повернут)

Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называют **местным видом**. Местный вид отмечается на чертеже подобно дополнительному (рисунок 68).

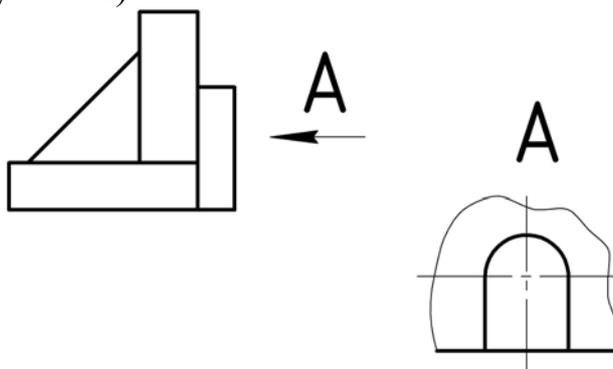


Рисунок 68 – Обозначение местного вида

Для изображения поверхностей некоторых предметов сложной формы применяют **развернутый вид**, обозначаемый знаком \mathcal{Q} .

5.2 Разрезы. Классификация разрезов

Разрезом называется изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями.

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы подразделяются на простые и сложные (рисунок 69).

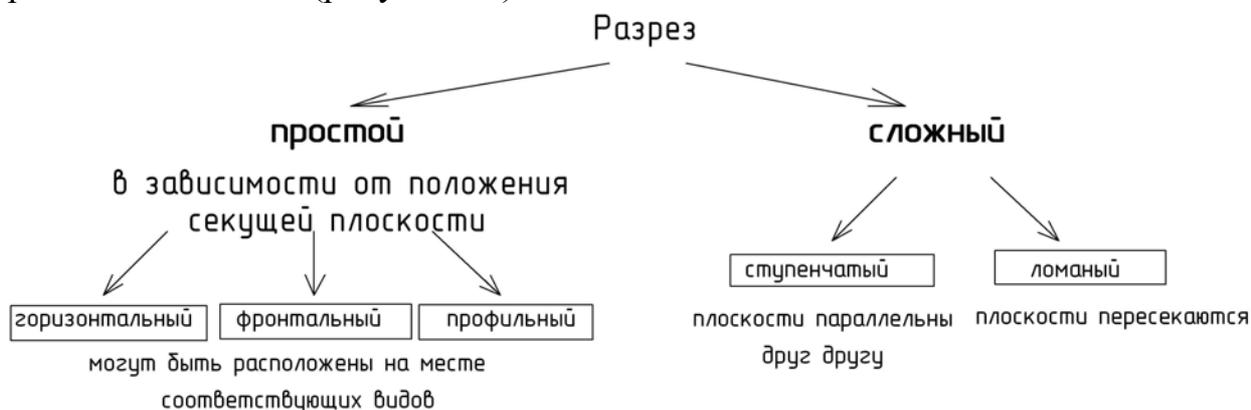


Рисунок 69 – Классификация разрезов

На разрезе показывают то, что попало в секущую плоскость, и то, что находится за ней (рисунок 70).

Для того, чтобы отличить разрез от вида на чертеже, части детали, расположенные в секущей плоскости, заштриховывают.

Ребра жесткости и тонкие пластинки в разрезах не штрихуются.

Если деталь симметрична относительно секущей плоскости, то разрез не обозначается.

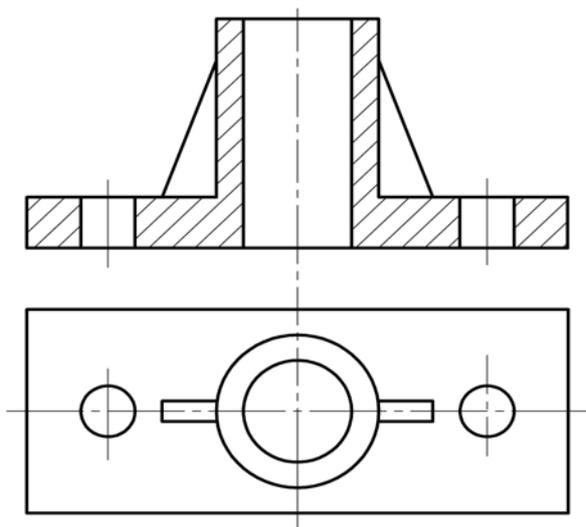


Рисунок 70 – Фронтальный разрез

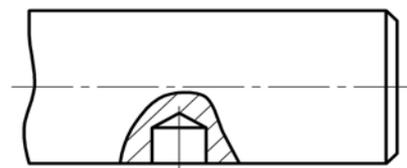


Рисунок 71 – Местный разрез

Разрез местный – изображение, служащее для выявления внутренней формы детали лишь в отдельном, узко ограниченном месте (рисунок 71).

Местный разрез на виде ограничивается сплошной тонкой волнистой линией, не совпадающей с другими линиями изображения. Местные разрезы на чертеже не обозначают.

Сложными называют разрезы, получаемые с помощью двух и более секущих плоскостей.

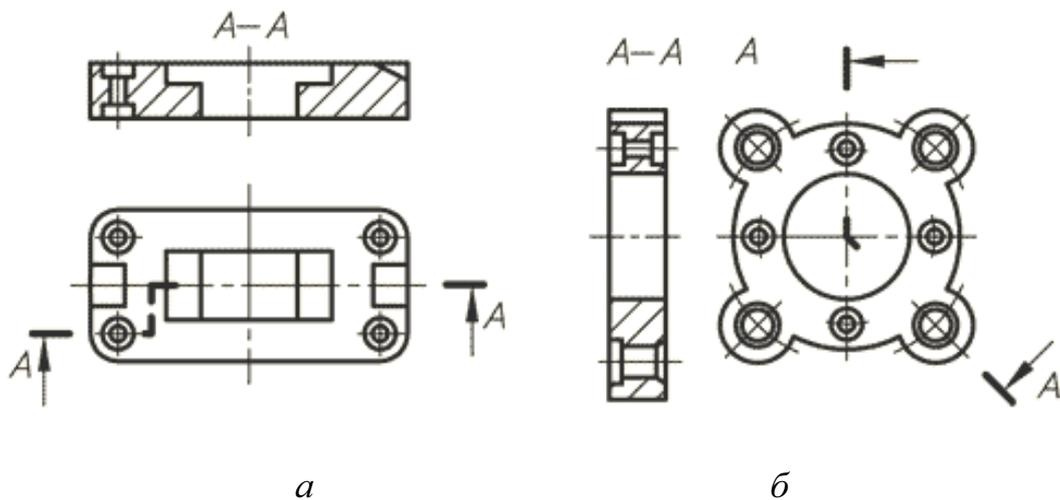
Сложные разрезы разделяют на ступенчатые и ломаные. Сложные разрезы могут быть и комбинированными.

Ступенчатыми называют разрезы, выполненные несколькими параллельными секущими плоскостями. Ступенчатый разрез располагается на месте соответствующего вида, все секущие плоскости совмещаются, и сложный разрез оформляется, как простой. Над разрезом наносится надпись, указывающая обозначение плоскостей, в результате применения которых получился разрез.

Ломаными называют разрезы, полученные от рассечения предмета не параллельными, а пересекающимися плоскостями.

Секущие плоскости условно поворачивают до совмещения с плоскостью, параллельной какой-либо из основных плоскостей проекций. Поэтому ломаные разрезы могут быть фронтальными, горизонтальными и профильными.

На разрезе показывают изображение рассеченной детали после выполненного поворота. На рисунке 72 приведены примеры разрезов.



*а – Ступенчатый разрез; б – Ломаный разрез
Рисунок 72 – Сложные разрезы*

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что называется основным видом детали? Поясните образование и расположение видов на чертеже.
- 2 Что называется главным видом детали? Где располагается главный вид на чертеже?
- 3 Что называется дополнительным и местным видом?
- 4 Что называется разрезом?
- 5 Дайте классификацию разрезов по количеству и расположению секущих плоскостей относительно основных плоскостей проекций.
- 6 Что называется сложным разрезом? Какие сложные разрезы Вы знаете?
- 7 Что называется местным разрезом (поясните на примере)?

ГЛАВА 6 АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

6.1 Основные правила оформления строительных чертежей

Проектирование и строительство зданий и сооружений ведется по определенным строительным нормам и правилам, которые сведены в специальный перечень нормативных документов.

При выполнении и оформлении строительных чертежей необходимо руководствоваться ГОСТами «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД) и ГОСТами «Системы проектной документации для строительства» (СПДС).

Масштабы чертежей выбирают в соответствии с ГОСТ 2.302 - 68* с учетом требований ГОСТ 21.501 - 80*. В строительном черчении используют только масштабы уменьшения (таблица 5).

Таблица 5 – Масштабы чертежей

Название изображения	Масштаб	Масштаб при большой насыщенности изображения
План, фасад, разрез	1:100, 1:200, 1:400, 1:500	1:50
Ген.план	1:500, 1:1000	1:400
План секции, фрагменты планового разреза	1:100	1:50
Изделия и узлы	1:10, 1:20	1:5
План кровли, план полов	1:100, 1:200, 1:500	1:800

Масштабы изображения следует принимать минимальными – в зависимости от сложности чертежа. На строительных чертежах масштаб, как правило, не проставляют. Однако при необходимости он может быть указан в основной надписи или над изображением, например, М 1:20.

На строительных чертежах используют типы линий, приведенные в ГОСТ 2.303 - 68*. Толщина линий для всех изображений, выполненных в одном и том же масштабе, должна быть одинаковой. При выполнении графических работ следует учесть особенность в применении некоторых типов линий: на плане и в разрезе здания видимые контуры обводят линиями разной толщины. Толстой линией обводят контуры участков стен, попавших в секущую плоскость, тонкой – контуры участков стен, не попавших в секущую плоскость.

Размеры наносят в соответствии с ГОСТ 2.307 - 68* с учетом требований СПДС. Размеры проставляются в миллиметрах без указания единиц измерения в виде замкнутой цепочки. Размерные линии ограничиваются засечками длиной 2-4 мм, проводимыми с наклоном вправо под углом 45°. Толщина засечки равна толщине тонкой линии. Размерные линии должны выступать за выносные на 1-3 мм. Размерное число проставляют над размерной линией на расстоянии 0,5-1 мм. Выносная линия может выступать за размерную на 1-5 мм (рисунок 73).

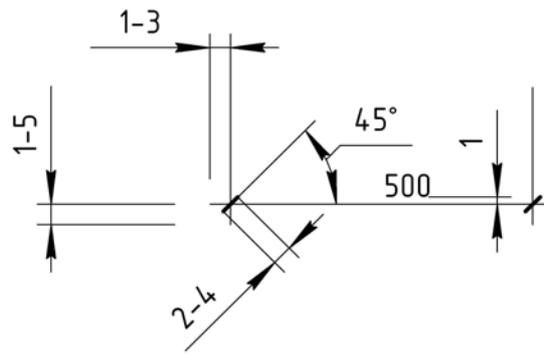


Рисунок 73 – Параметры выносных, размерных линий и засечек

При недостатке места для засечек на размерных линиях засечки допускается заменять точками (рисунок 74).

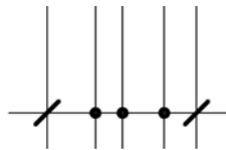


Рисунок 74 – Применение точек при нанесении размеров

Расстояние от контура чертежа до первой размерной линии принимают не менее 10 мм. Расстояние между параллельными размерными линиями – не менее 7 мм.

Размерная линия может заканчиваться стрелкой, если требуется указать диаметр, радиус, угол (рисунок 75), а также при нанесении размеров от общей базы, расположенных на общей размерной линии (рисунок 76).

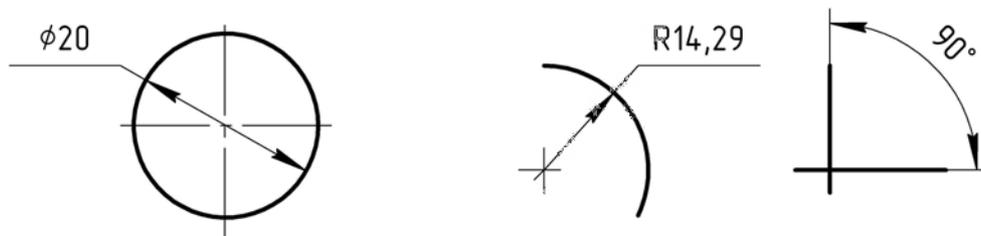


Рисунок 75 – Использование стрелочек при нанесении размеров

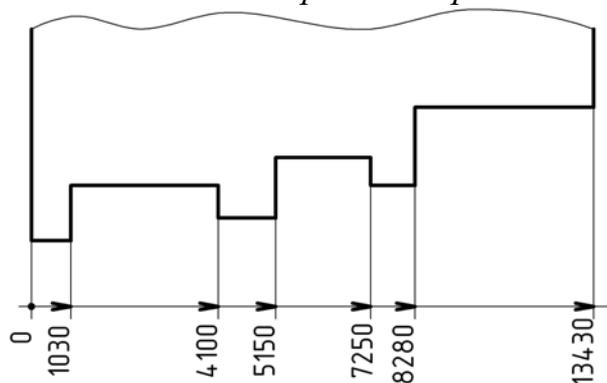


Рисунок 76 – Нанесение размеров от общей базы

При наличии в изображении ряда одинаковых элементов, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга (например, осей колонн), размеры между ними проставляют только в начале и конце ряда и указывают суммарный размер между крайними элементами в виде произведения числа повторений на размер (рисунок 77).

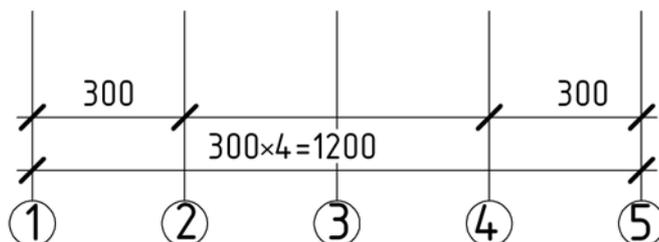


Рисунок 77 – Нанесение размеров одинаковых элементов

Условные отметки уровней (высоты, глубины) на планах, разрезах, фасадах показывают расстояние по высоте от уровня чистого пола первого этажа до уровня поверхности различных элементов здания. Уровень чистого пола принимают за отсчетный уровень – условной «нулевой» отметки.

Отметки обозначаются условным знаком (стрелка с полочкой) и указывают в метрах с тремя десятичными знаками после запятой. Стрелка выполняется сплошной основной толстой линией, линия выноски – тонкой (рисунок 78). Нулевую отметку указывают без знака, т.е. 0,000. Отметки выше нулевой – со знаком «+», ниже нулевой – со знаком «-».

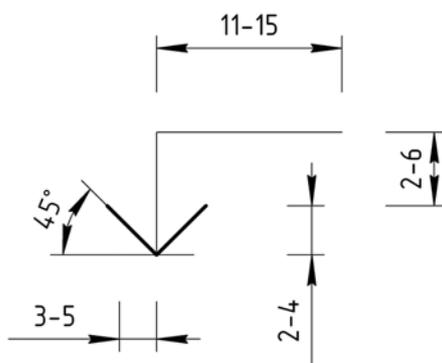


Рисунок 78 – Параметры отметки уровня высоты элементов здания

На фасадах, разрезах, сечениях отметки указывают на выносных линиях (рисунок 79) или линиях контура, на планах – в прямоугольнике (рисунок 80), причем контур прямоугольника проводится тонкой линией.

Если наносится несколько высотных отметок, то они располагаются на одной вертикальной линии, а горизонтальные полочки должны быть одинаковой длины.

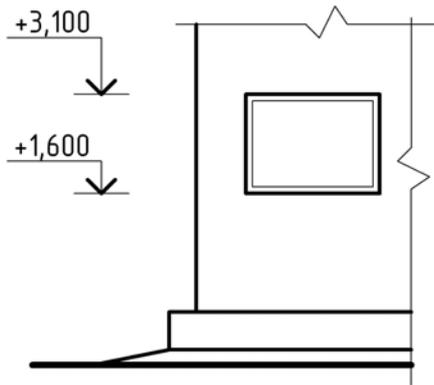


Рисунок 79 – Нанесение знака высотной отметки на чертеж фасада здания

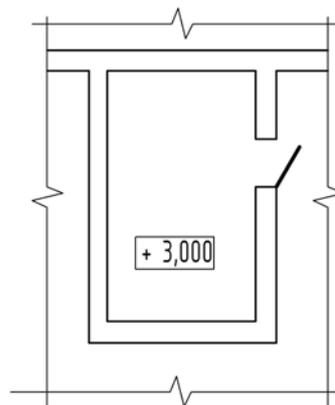


Рисунок 80 – Нанесение знака высотной отметки на чертеж плана здания

6.2 План здания

Планом здания называется изображение разреза здания, полученное при мысленном пересечении его горизонтальной плоскостью, проходящей на уровне $1/3$ высоты изображаемого этажа. На чертеже плана здания показывают то, что получается в секущей плоскости и что расположено под ней.

Чертеж плана здания дает представление о форме здания в плане и взаимном расположении отдельных помещений.

Рассмотрим последовательность выполнения плана здания:

- 1 Нанести координационные оси (рисунок 81), сначала продольные, потом поперечные (штрихпунктирной линией толщиной 0,3-0,4 мм).

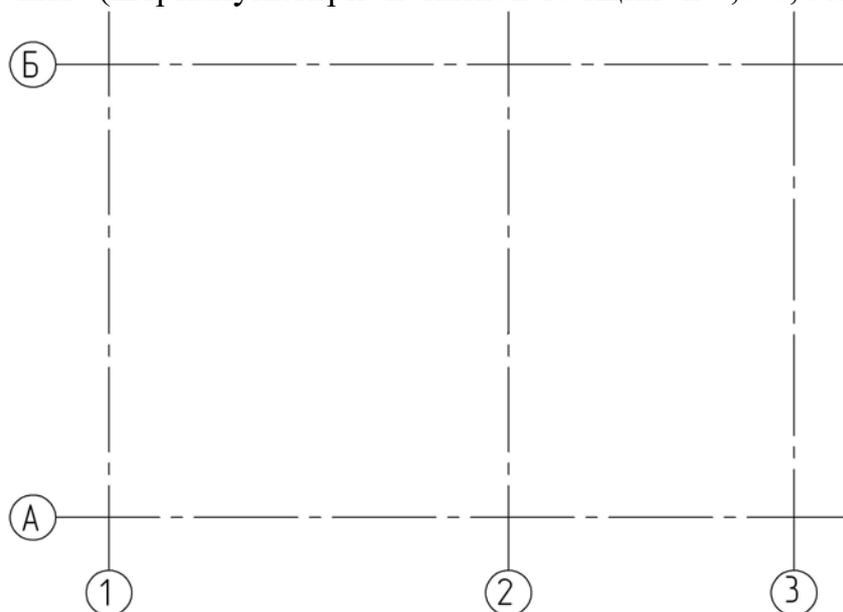


Рисунок 81 – Сетка координационных осей

- 2 Используя привязку, прочертить тонкими линиями контуры продольных и поперечных наружных и внутренних капитальных стен.

Для внутренних капитальных стен координационная ось проходит вдоль геометрической оси симметрии стены (рисунок 82). Если считать толщину внутренней капитальной стены 380 мм, то влево и вправо от координационной оси нужно отложить по 190 мм (без учета масштаба). Для наружных стен здания от координационной оси внутрь здания необходимо отступить расстояние, равное половине толщины внутренней стены, т.е. в нашем примере 190 мм, а остальное расстояние – наружу, т.е. если толщина наружной стены 510 мм, то от координационной оси наружу здания нужно отступить расстояние $510-190=320$ мм (рисунок 83).

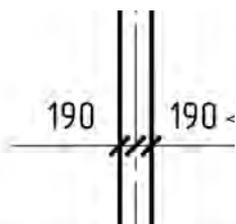


Рисунок 82 – Привязка внутренней стены здания



Рисунок 83 – Привязка внешней стены здания

- 3 Вычертить контуры перегородок тонкими линиями (рисунок 84).

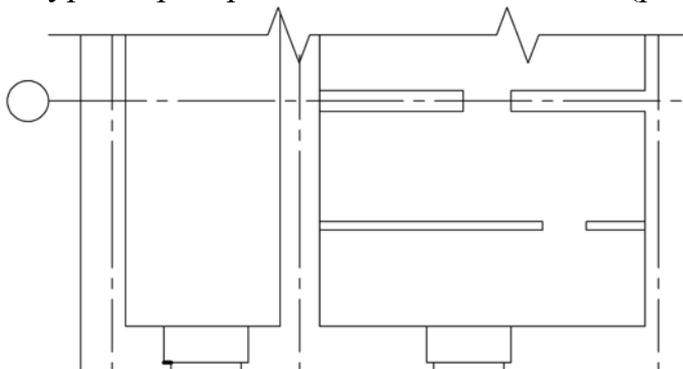


Рисунок 84 – Третий этап выполнения чертежа плана здания

- 4 Выполнить разбивку оконных и дверных проемов и обвести контуры капитальных стен и перегородок линиями соответствующей толщины (рисунок 85).

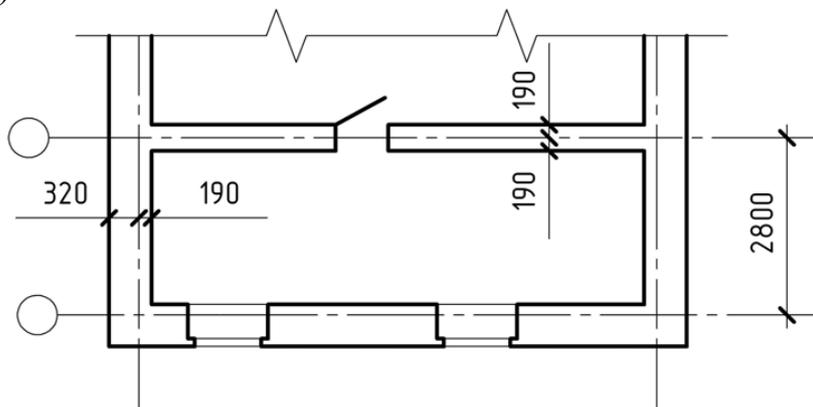


Рисунок 85 – Четвертый этап выполнения чертежа плана здания

При вычерчивании оконных и дверных проемов нужно помнить, что оконные проемы в кирпичных зданиях выполняются с четвертями (рисунок 86), наружные дверные проемы – тоже с четвертями (рисунок 87 а), а внутренние – без четвертей (рисунок 87 б).

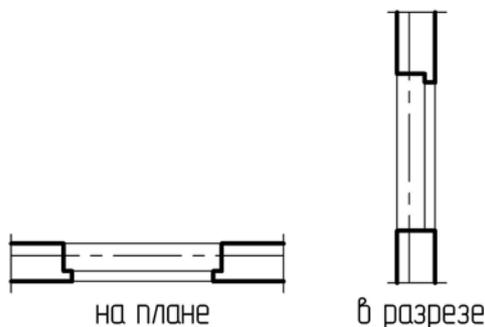
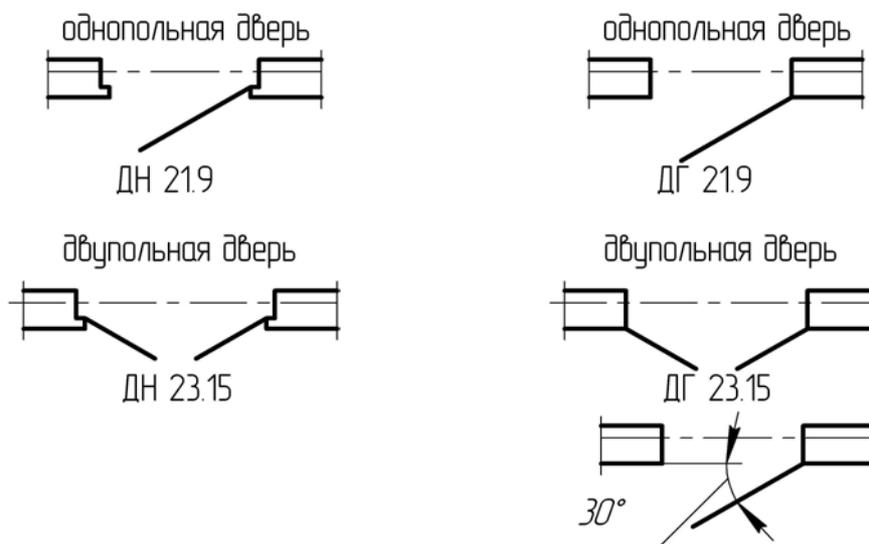


Рисунок 86 – Изображение оконных проемов



а – наружная дверь
(показывается с четвертями)

ДН – дверь наружная

ДО – дверь остекленная

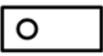
б – внутренняя дверь
(показывается без четвертей)

ДГ – дверь глухая

Рисунок 87 – Изображение дверных проемов

- 5 Вычертить условное обозначение санитарно-технического (в соответствии с таблицей 6) и прочего оборудования, а также указать направление открывания дверей (черточка под углом 30° к контуру стены). Санитарно-техническое оборудование выполняется по условным обозначениям в том же масштабе, что и чертеж плана здания.
- 6 Нанести выносные, размерные линии и маркировочные кружки. Первую размерную линию наносят не ближе 14-21 мм от контура чертежа. Последующие размерные линии располагают на расстоянии 7 мм друг от друга.

Таблица 6 – Условные обозначения санитарно-технического оборудования

№ п/п	Условное обозначение оборудования	Размеры, мм	Название
1		900×900 800×800	душевой поддон
2		600×550, 600×500 550×450	раковина
3		600×450	умывальник
4		1700×750 1500×700	ванна обыкновенная
5		1200×700	ванна сидячая
6		450×600	унитаз

7 Проставить необходимые размеры (3 цепочки размеров: размеры проемов и простенков, размеры между осями, размеры между крайними осями), марки осей и других элементов (рисунок 88), а также привязку стен к координационным осям (отдельно). Размерные линии полностью можно не проводить.

8 Нанести размеры внутри каждого помещения (от стены до стены).

9 Указать площадь каждого помещения. Цифру наносят над чертой, например, 10,5, располагая ее по возможности справа внизу каждого помещения.

Наименование помещения можно подписать непосредственно на плане или выполнить экспликацию помещений. Тогда помещения нумеруются и берутся в кружок диаметром 7 мм.

10 Над чертежом плана выполнить надпись по типу «План 1-го этажа».

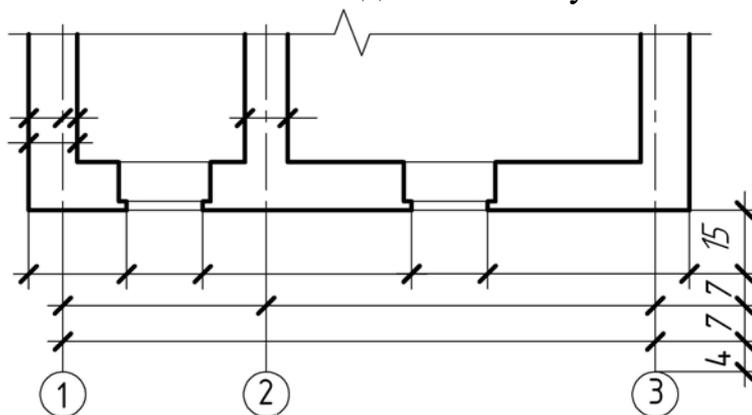


Рисунок 88 – Нанесение внешних размеров здания

6.3 Фасад здания

Фасад – это ортогональная проекция здания на вертикальную плоскость. Различают следующие виды фасадов:

- главный (вид здания со стороны улицы или площади);

- дворовый;
- торцевые (боковые).

На чертежах фасадов (рисунок 89) зданий показывают внешний вид здания, расположение окон, дверей, балконов и др.

На чертежах обычно наносят только крайние координационные оси и размер между ними не проставляют.

Последовательность выполнения фасада:

- 1 Нанести координационные оси.
- 2 Вычертить общий контур здания.
- 3 Нанести оконные и дверные проемы, балконы, плиты козырьков над входами, карниз и другие архитектурные элементы.
- 4 Вычертить оконные переплеты, двери, ограждения балконов, вентиляционные трубы.

5 Выполнить обводку чертежа. Видимые контуры выполнить сплошной основной толстой линией, линию контура земли – утолщенной, выходящей за пределы фасада.

6 Над чертежом выполнить надпись «Фасад 1-4», где 1-4 – это крайние оси здания.

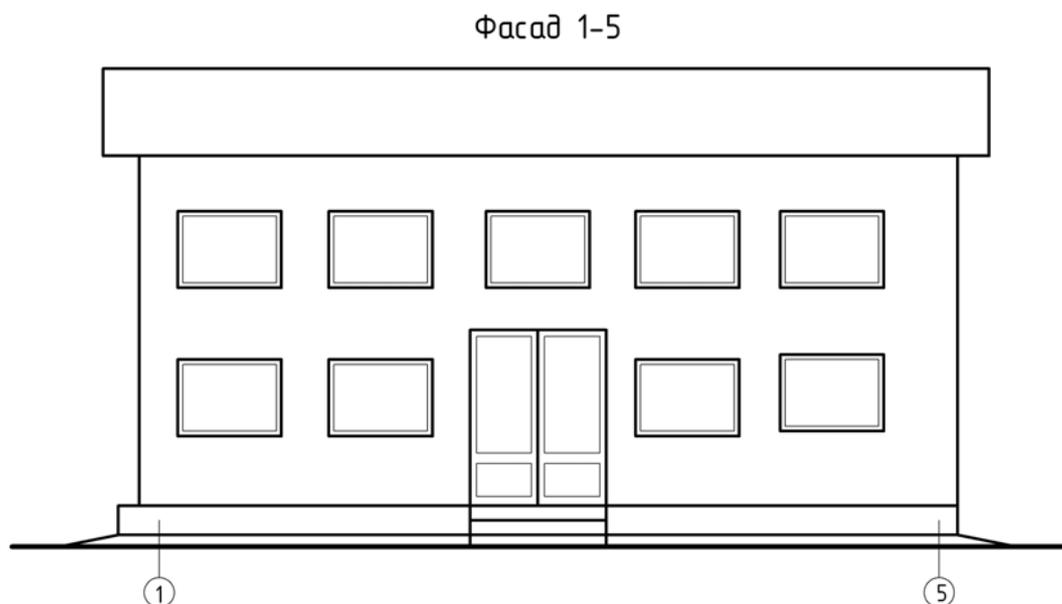


Рисунок 89 – Чертеж фасада здания

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что называется планом здания?
- 2 Как на строительных чертежах обозначаются оконные и дверные проемы, лестничные клетки?
- 3 Как на строительных чертежах обозначаются санитарно-техническое оборудование, названия помещений и их площадь?
- 4 Перечислите основные этапы построения плана здания.
- 5 В чем состоит особенность нанесения размеров на чертеже плана здания?
- 6 Что называется фасадом здания?
- 7 В чем состоит последовательность выполнения фасада здания? Какие размеры наносятся на фасаде здания?

Список литературы

- 1 Балягин, С. Н. Черчение [Текст] : справочное пособие / С. Н. Балягин. – 4-е изд., доп. – М. : ООО «Издательство АСТ» : ООО «Издательство Астрель», 2002. – 424 с.
- 2 Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии [Текст] : учебное пособие для вузов / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский. – 24-е изд. – М. : Высш. шк., 1998. – 272 с.
- 3 Короев, Ю. И. Начертательная геометрия [Текст] : учебник для вузов / Ю. И. Короев. – М. : Стройиздат, 1987. – 319 с.
- 4 Локтев, О. В. Краткий курс начертательной геометрии [Текст] : учебное пособие для вузов / О. В. Локтев. – 3-е изд. – М. : Высш. шк., 1999. – 136 с.
- 5 Павлова, А. А. Начертательная геометрия [Текст] : учебник для педагогических вузов / А. А. Павлова. – М. : Прометей, 1993. – 280 с.
- 6 Чекмарев, А. А. Инженерная графика [Текст] : учебник для не машиностроительных специальностей вузов / А. А. Чекмарев. – М. : Высш. шк., 2002. – 368 с.
- 7 Чекмарев, А. А. Справочник по машиностроительному черчению [Текст] / А. А. Чекмарев, В. К. Осипов. – 5-е изд. – М.: Высшая школа, 2004. – 493 с.

Учебное издание

Филонова Людмила Николаевна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА С ОСНОВАМИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Учебное пособие

Редактор Н.М. Быкова

Подписано в печать 11.12.14
Печать цифровая
Заказ 313

Формат 60×90 1/8
Усл. печ. л. 7,5
Тираж 100

Бумага 80 г/м²
Уч. -изд. л. 7,5

РИЦ Курганского государственного университета.
640000, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.

ISBN 978-5-4217-0290-0



9 785421 702900

Курганский
государственный
университет



редакционно-издательский
центр

43-71-07