

**Департамент образования Вологодской области
бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Вологодской области
«ВОЛОГОДСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим работам
по ОП.01. Инженерная графика
Раздел 2. Основы проекционного черчения

Специальность 08.02.01
«Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»
базовая подготовка

Рассмотрено на заседании предметной цикловой комиссии общепрофессиональных, специальных дисциплин и дипломного проектирования по специальностям 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений», 08.02.07 «Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции», 43.02.08 «Сервис домашнего и коммунального хозяйства»

Данные методические указания предназначены для студентов специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» (базовая подготовка) БПОУ ВО «Вологодский строительный колледж» при выполнении практических работ по ОП.01 «Инженерная графика», раздел 2. Основы проекционного черчения.

Объем практических работ по разделу 2 составляет **30** часов.

Автор:

А.В. Богданова, преподаватель БПОУ ВО «Вологодский строительный колледж»

Е.А.Мирошниченко, преподаватель БПОУ ВО «Вологодский строительный колледж»

Наименование методических указаний	Количество часов
Раздел 1. Графическое оформление чертежей	26
Раздел 2. Основы проекционного черчения	30
Раздел 3. Основы технического черчения	16
Раздел 4. Компьютерная графика	26
Раздел 5. Строительное черчение	70
ВСЕГО практических работ	168

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Практическая работа № 14-16	4
Практическая работа № 17-19	9
Практическая работа № 20-21	16
Практическая работа № 22-24	19
Практическая работа № 25	21
Практическая работа № 26-28	23

Практическая работа №14-16

Тема: Методы проецирования. Точка и прямая. Проецирование плоскости.

Цель: Приобретение навыков работы с чертежными инструментами, а также закрепление линий чертежа.

Норма времени: 6 часов

Методические указания

Изображения на плоскости получают **методом проецирования**. Аппарат проецирования представлен на рисунке 1.

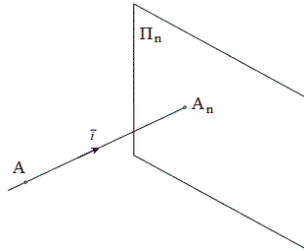


Рисунок 1 - Аппарат проецирования

Объект проецирования – точка A . Через точку A проходит *проецирующий луч* \vec{i} с направлением к картинной плоскости, называемой *плоскостью проекций*. Точка пересечения проецирующего луча с плоскостью проекций называется *проекцией точки*. Обозначение проекции точки должно содержать индекс плоскости проекций. Например, при проецировании на плоскость Π_n проекция точки будет обозначена — A_n .

Виды проецирования

Различают *центральное* и *параллельное проецирование*. В первом случае источник лучей находится в обозримом пространстве — точка S собственная, во втором — источник лучей расположен в бесконечности. Схемы центрального и параллельного проецирования приведены соответственно на рис. 2 и 3. Модель центрального проецирования — пирамида (рис. 4) или конус; модель параллельного проецирования — призма (рис. 5) или цилиндр.

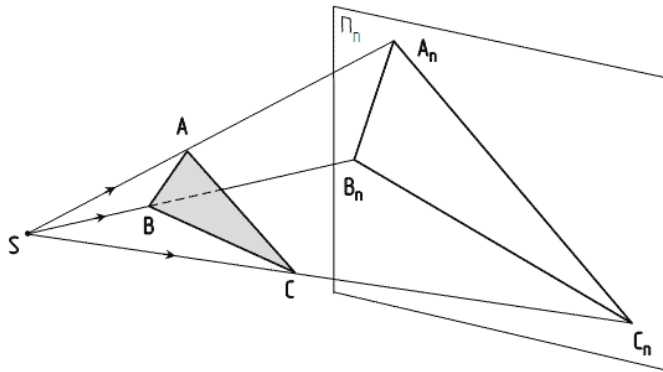


Рисунок 2 - Схема центрального проецирования

Проецированием на одну плоскость проекций получается изображение, которое однозначно не определяет форму и размеры предмета. На рисунке 1 проекция точки A — A_n не определяет положение самой точки в пространстве, поскольку по одной проекции невозможно определить расстояние, на котором точка находится от плоскости Π . Наличие только одной проекции создает неопределенность изображения. В таких случаях, когда невозможно воспроизвести пространственный образ (оригинал) предмета, говорят о необратимости чертежа.

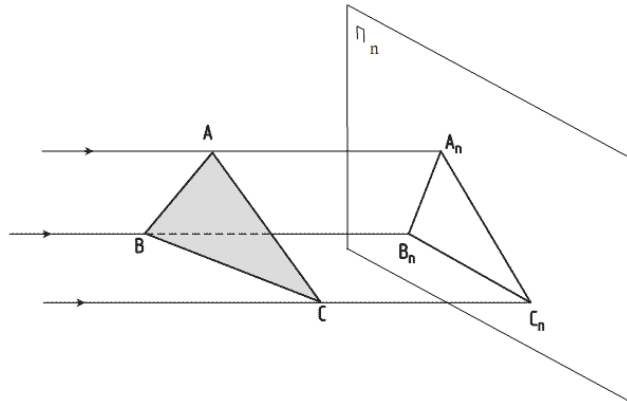


Рисунок 3 - Схема параллельного проецирования

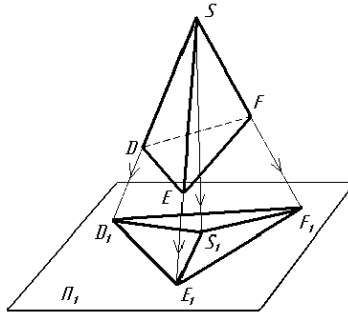


Рисунок 4 - Модель центрального проецирования (пирамида)

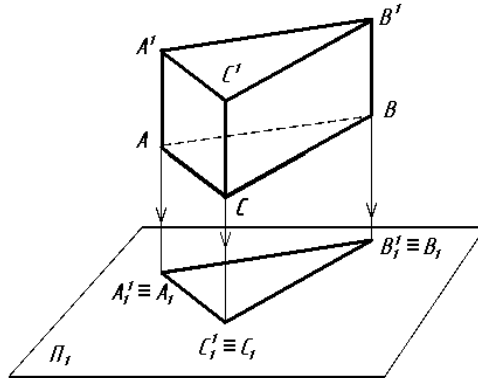


Рисунок 5 - Модель параллельного проецирования (призма)

Для исключения неопределенности объекты проецируют на две, три и более плоскостей проекций. Ортогональное проецирование на две плоскости предложил французский геометр Гаспар Монж (XVIII век). Метод Монжа представлен на рисунке 6, а, б, в (а — наглядное изображение точки в двугранном угле, б — комплексный чертеж точки, в — восстановление объекта, точки А, в пространстве по ее проекциям).

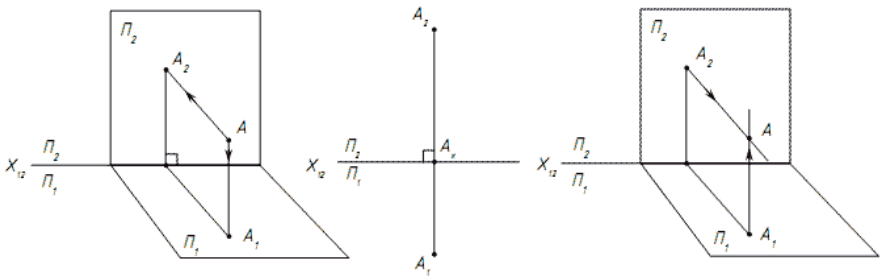


Рисунок 6 - Проецирование точки: а - образование проекций пространственной точки А; б - чертеж точки А; в - восстановление пространственного образа точки А по проекциям А1 и А2

Инвариантные свойства параллельных проекций:

- проекция точки есть точка;
- проекция прямой в общем случае прямая;
- проекции взаимно параллельных прямых в общем случае — параллельные прямые;
- проекции пересекающихся прямых — пересекающиеся прямые, при этом точки пересечения проекций прямых лежат на одном перпендикуляре к оси проекций;
- если плоская фигура занимает положение, параллельное плоскости проекций, то она проецируется на эту плоскость в конгруэнтную фигуру.

Различают косоугольные и прямоугольные параллельные проекции. Если проецирующие лучи направлены к плоскости проекций под углом, отличным от прямого, то проекции называют косоугольными. Если проецирующие лучи перпендикулярны к плоскости проекций, то полученные проекции называют прямоугольными. Для прямоугольных проекций используют термин ортогональные от греческого *ortos* — прямой.

При ортогональном проецировании в пространство вводят две или три взаимно перпендикулярные плоскости, которым присваивают следующие названия и обозначения:

- горизонтальная плоскость проекций — П1
- фронтальная плоскость проекций — П2
- профильная плоскость проекций — П3

Плоскости проекций бесконечны и, пересекаясь, делят пространство на восемь частей - октантов, как показано на рисунке 7.

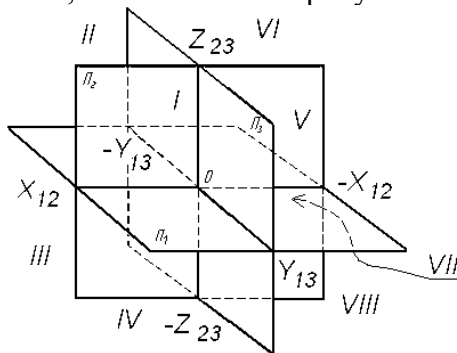


Рисунок 7 - Три взаимно перпендикулярные плоскости проекций П1, П2 и П3 делят пространство на восемь частей (октантов)

В практике построения изображений чаще всего используют первый октант, который далее будем называть трехгранным углом. Наглядное изображение трехгранного угла приведено на рисунке 8.

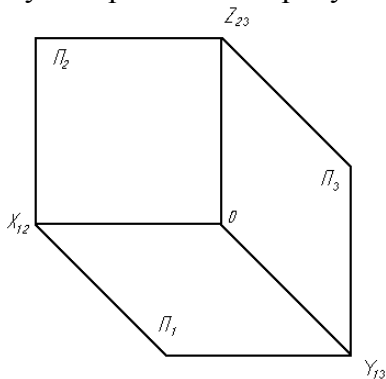


Рисунок 8 - Трехгранный угол, первый октант

При пересечении плоскостей проекций образуются прямые линии - оси проекций:

- ось X (икс) — ось абсцисс
- ось Y (игрек) — ось ординат
- Ось Z (зет) — ось аппликат

Если оси проградуировать, то получится координатная система, в которой легко построить объект по заданным координатам. Система прямоугольных координат была предложена Декартом (XVIIIв.). Ортогональным проекциям присущи все свойства параллельных проекций. На рисунке 9 показано преобразование трехгранного угла и образование комплексного чертежа точки **A**.

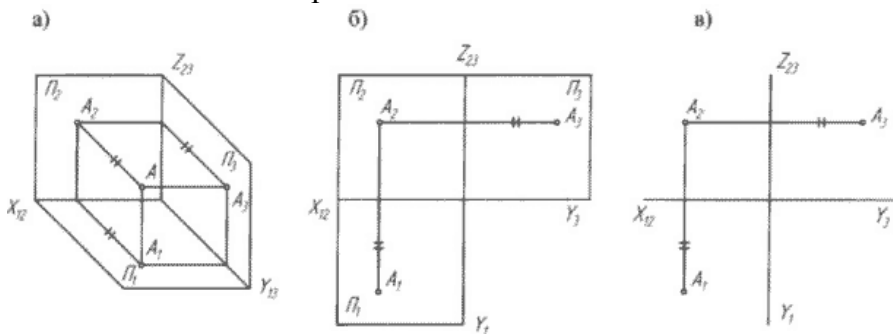


Рисунок 9. Преобразование трехгранного угла и образование чертежа точки в трех проекциях

а - наглядное изображение, б - развертка трехгранного угла, в - чертеж точки

Практическая работа №17-19

Тема: Виды аксонометрических проекций. Построение плоских фигур в изометрии.

Цель: Научиться строить третьи проекции предметов по двум заданным и изометрию модели.

Норма времени: 6 часов

Отчетный материал: Графическая работа №5, Графическая работа №6

Методические указания

Для построения проекций сначала полностью представляют себе форму предмета по заданным проекциям, а затем с помощью линий связи строят недостающую проекцию.

Рассмотрим пример. Необходимо построить третью проекцию предмета и изометрию модели по двум заданным видам на рис.10.

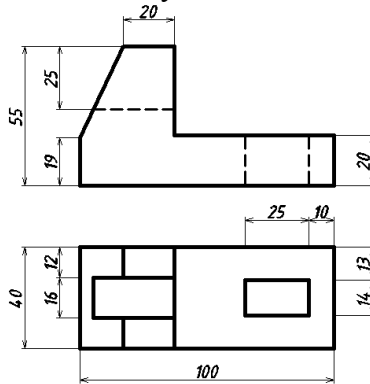


Рисунок 10.

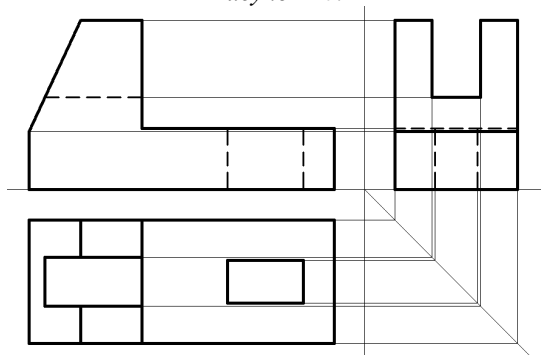


Рисунок 11 – построение третьей проекции модели

Форма многих деталей осложняется различными срезами и вырезами, и тогда третьи проекции этих элементов строят по точкам. На рис.12 даны

две проекции и наглядное изображение цилиндра с Т-образным вырезом, который ограничен четырьмя вертикальными и тремя горизонтальными плоскостями.

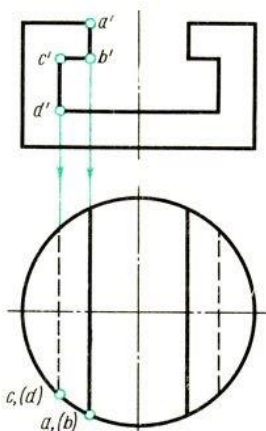


Рисунок 12 – построение третьей проекции модели

Размеры выреза нам известны. Следовательно, можно рассматривать точки a' , b' , c' , d и a , b , c , d как заданные. Построив профильную проекцию цилиндра (рис.3), на ней с помощью линий связи находят соответствующие проекции точек A , B , C , D . Соединяют отрезками вертикальных прямых точки a'' и b'' и c'' и d'' . Далее соединяют точки b'' и c'' , а из точки d'' проводят горизонтальную прямую до пересечения с контуром цилиндра.

Вырез с другой стороны строят аналогично.

Построение аксонометрических проекций начинают с проведения аксонометрических осей.

Положение осей. Оси фронтальной ди-метрической проекции располагают, как показано на рис. 13а: ось x - горизонтально, ось z - вертикально, ось y - под углом 45° к горизонтальной линии.

Положение осей изометрической проекции показано на рис. 13 г. Оси x и y располагают под углом 30° к горизонтальной линии (угол 120° между осями).

Чтобы построить оси изометрической проекции с помощью циркуля, надо провести ось z , описать из точки O дугу произвольного радиуса; не меняя раствора циркуля, из точки пересечения дуги и оси z сделать засечки на дуге, соединить полученные точки с точкой O .

При построении фронтальной диметрической проекции по осям x и z (и параллельно им) откладывают действительные размеры; по оси y (и

параллельно ей) размеры сокращают в 2 раза, отсюда и название "диметрия", что по-гречески означает "двойное измерение".

При построении изометрической проекции по осям x , y , z и параллельно им откладывают действительные размеры предмета, отсюда и название "изометрия", что по-гречески означает "равные измерения".

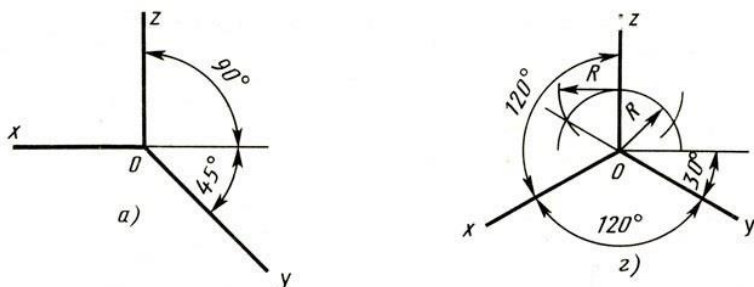


Рисунок 13 - Способы построения осей аксонометрических проекций

Построение фронтальной диметрической и изометрической проекций. Построить фронтальную диметрическую и изометрическую проекции детали, три вида которой приведены на рис. 14.

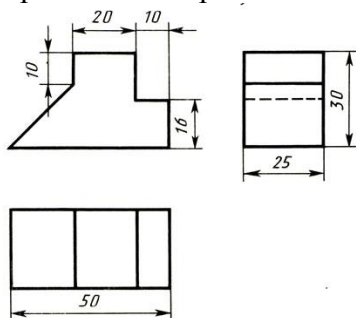


Рисунок 14 - Комплексный чертеж детали

Порядок построения проекций следующий (рис. 15):

1. Проводят оси. Строят переднюю грань детали, откладывая действительные величины высоты - вдоль оси z , длины - вдоль оси x (рис. 15а).

2. Из вершин полученной фигуры параллельно оси v проводят ребра, уходящие вдаль. Вдоль них откладывают толщину детали: для фронтальной диметрической проекции - сокращенную в 2 раза; для изометрии - действительную (рис. 15б).

3. Через полученные точки проводят прямые, параллельные ребрам передней грани (рис. 15в).

4. Удаляют лишние линии, обводят видимый контур и наносят размеры (рис. 15г).

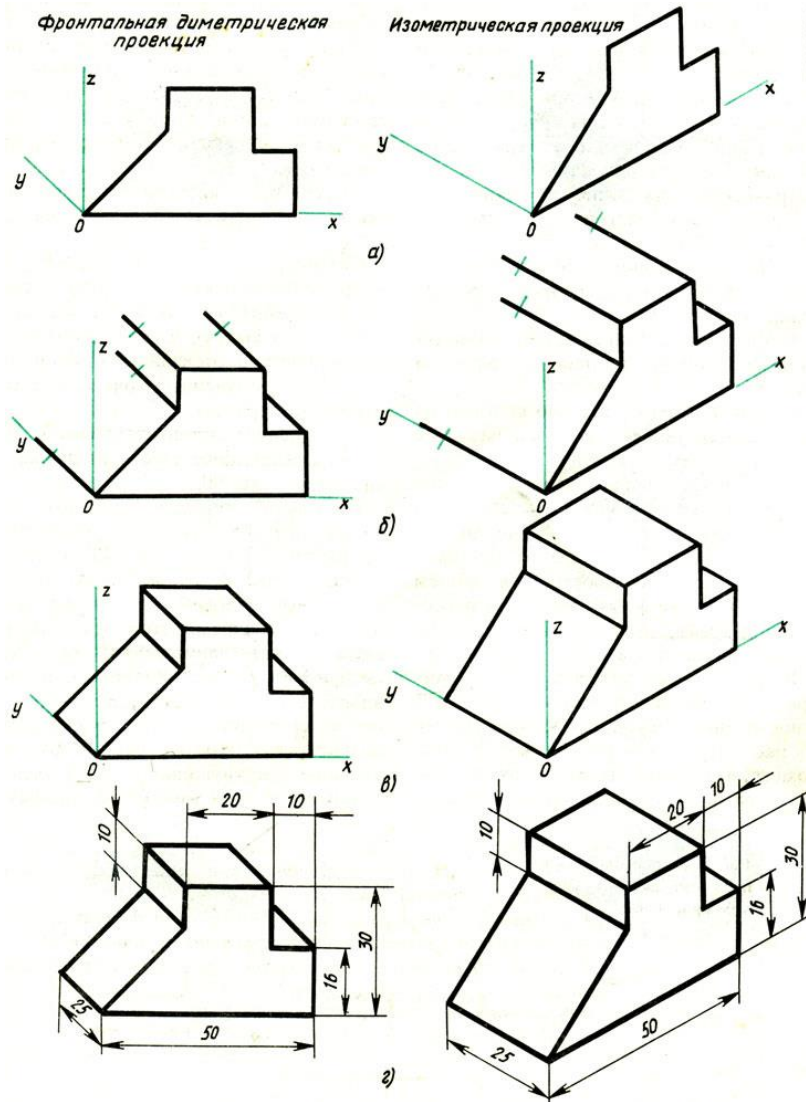


Рисунок 15 - Способ построения аксонометрических проекций

Из сопоставления этих рисунков и приведенного к ним текста можно сделать вывод о том, что порядок построения фронтальной диметрической и изометрической проекций в общем одинаков. Разница

заключается в расположении осей и длине отрезков, откладываемых вдоль оси y .

В ряде случаев построение аксонометрических проекций удобнее начинать с построения фигуры основания. Поэтому рассмотрим, как изображают в аксонометрии плоские геометрические фигуры, расположенные горизонтально.

Построение аксонометрической проекции квадрата показано на рис. 16, а и б.

Вдоль оси x откладывают сторону квадрата a , вдоль оси y - половину стороны $a/2$ для фронтальной диметрической проекции и сторону a для изометрической проекции. Концы отрезков соединяют прямыми.

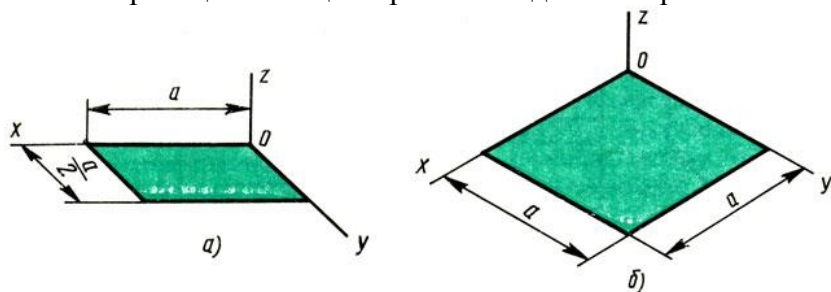


Рисунок 16 - Аксонометрические проекции квадрата:
а - фронтальная диметрическая; б - изометрическая

Построение аксонометрической проекции треугольника показано на рис.17, а и б.

Симметрично точке O (началу осей координат) по оси x откладывают половину стороны треугольника $a/2$, а по оси y - его высоту h (для фронтальной диметрической проекции половину высоты $h/2$). Полученные точки соединяют отрезками прямых.

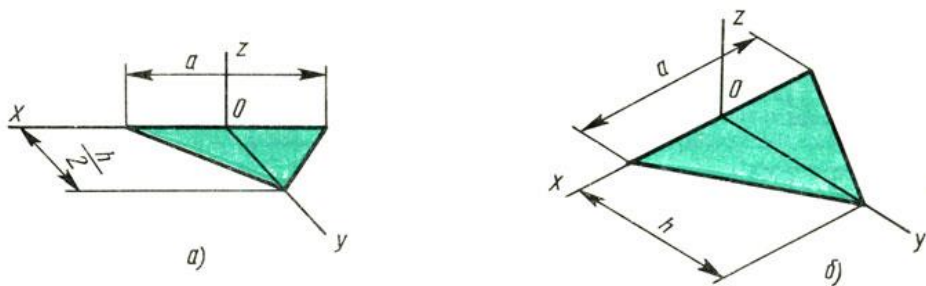


Рисунок 17 - Аксонометрические проекции треугольника:
а - фронтальная диметрическая; б - изометрическая

Построение аксонометрической проекции правильного шестиугольника показано на рис.18.

По оси x вправо и влево от точки O откладывают отрезки, равные стороне шестиугольника. По оси y симметрично точке O откладывают отрезки $s/2$, равные половине расстояния между противоположными сторонами шестиугольника (для фронтальной диметрической проекции эти отрезки уменьшают вдвое). От точек m и n , полученных на оси y , проводят вправо и влево параллельно оси x отрезки, равные половине стороны шестиугольника. Полученные точки соединяют отрезками прямых.

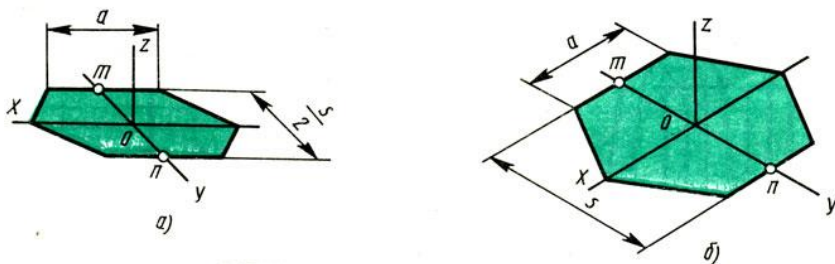


Рисунок 18 - Аксонометрические проекции правильного шестиугольника: а - фронтальная диметрическая; б - изометрическая

Линии штриховки сечений (разрезов) в аксонометрических проекциях наносятся параллельно одной из диагоналей квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям. Рис.19: а - штриховка в прямоугольной изометрии; б - штриховка в косоугольной фронтальной диметрии.

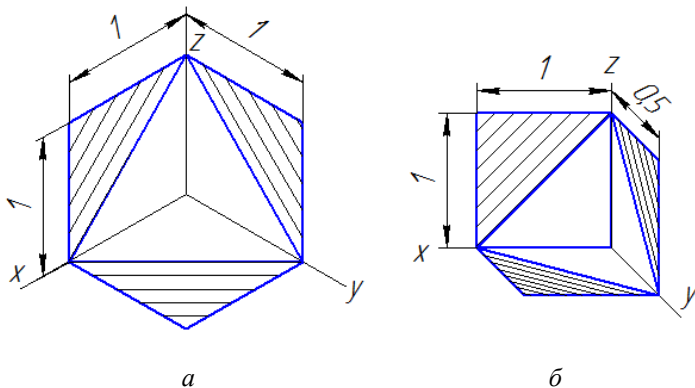


Рисунок 19 – Примеры штриховки в аксонометрических проекциях

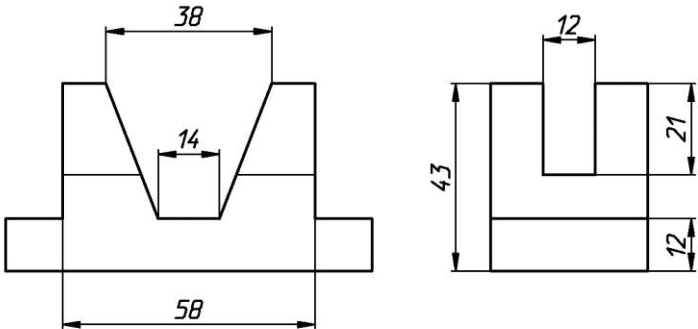
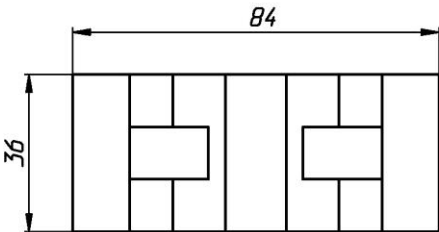
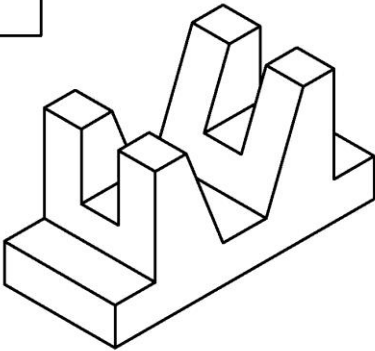
Перв. примен.										
Справ. №										
Взам. инв. №	Инв. № докум.	Подп.	и	дата						
Подп.	и	дата								
Изм.	Лист	№ докум.			Подп.	Дата				
Разраб.	<p>Призма</p> <p>Ст.3 ГОСТ380-72</p>									
Пров.					Лит.	Масса	Масштаб			
Т. контр.					Лист	1	Листов	1		
Нач. Кб					<p>Формат А4</p>					
Н. контр.										
Утв.										

Рисунок 20 - Пример выполнения графической работы №5

Практическая работа №20-21

Тема: Ортогональные проекции геометрических тел. Изометрия геометрических тел с точками.

Цель: Изучить проецирование геометрических тел в прямоугольных и аксонометрических проекциях; освоить приемы проецирования точки, прямой и плоской фигуры, геометрических тел на три плоскости проекций.

Норма времени: 4 часа

Методические указания

Построение третьей проекции геометрического тела по двум данным, а также его наглядное изображение базируется на знании основ начертательной геометрии. Трудности этого раздела состоят в том, что по изображению тел, имеющих три измерения, нужно научиться представлять пространственную форму этих тел и овладеть соответствующими методами таких изображений.

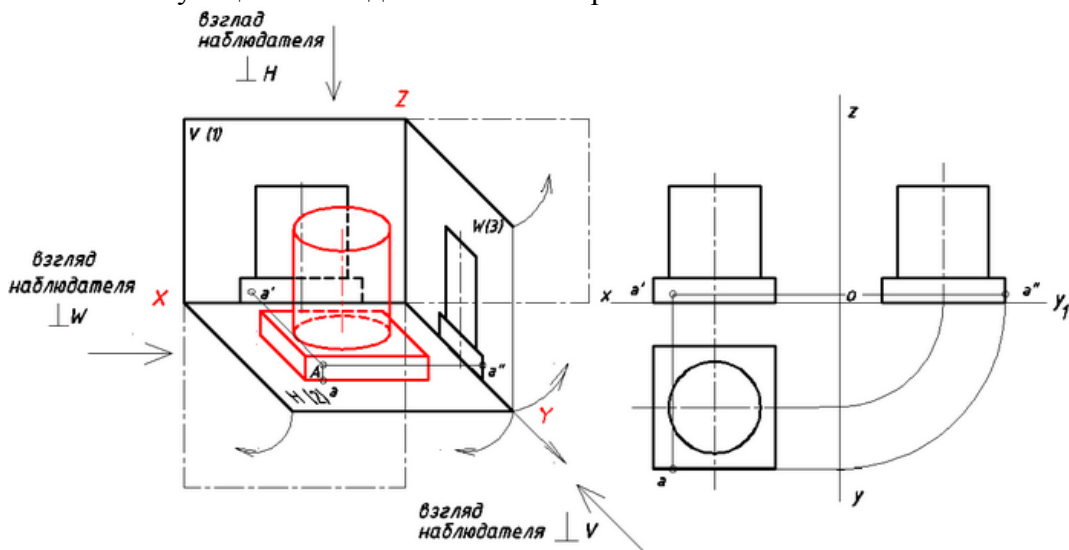


Рисунок 21 – Прямоугольное проецирование геометрических тел

По ГОСТ 2.305–68 изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При проецировании предмета на три взаимно перпендикулярные плоскости проекций (рисунки 21, 22) (фронтальную – V, горизонтальную – H и профильную – W) фронтальная

проекция его получается с помощью параллельных проецирующих лучей, проходящих через определенные точки предмета и направленных перпендикулярно плоскости V, горизонтальная проекция – с помощью лучей, перпендикулярных плоскости H, а профильная проекция – с помощью лучей, перпендикулярных плоскости W. Предмет при этом располагается между глазом наблюдателя и соответствующей плоскости проекций. Чертеж получается в результате совмещения трех плоскостей проекций в одну. Проецирование какой-либо точки (например, А), принадлежащей предмету, осуществляется с помощью линий связи, перпендикулярных соответствующим осям, вокруг которых проходило вращение плоскостей проекций при их совмещении в одну плоскость.

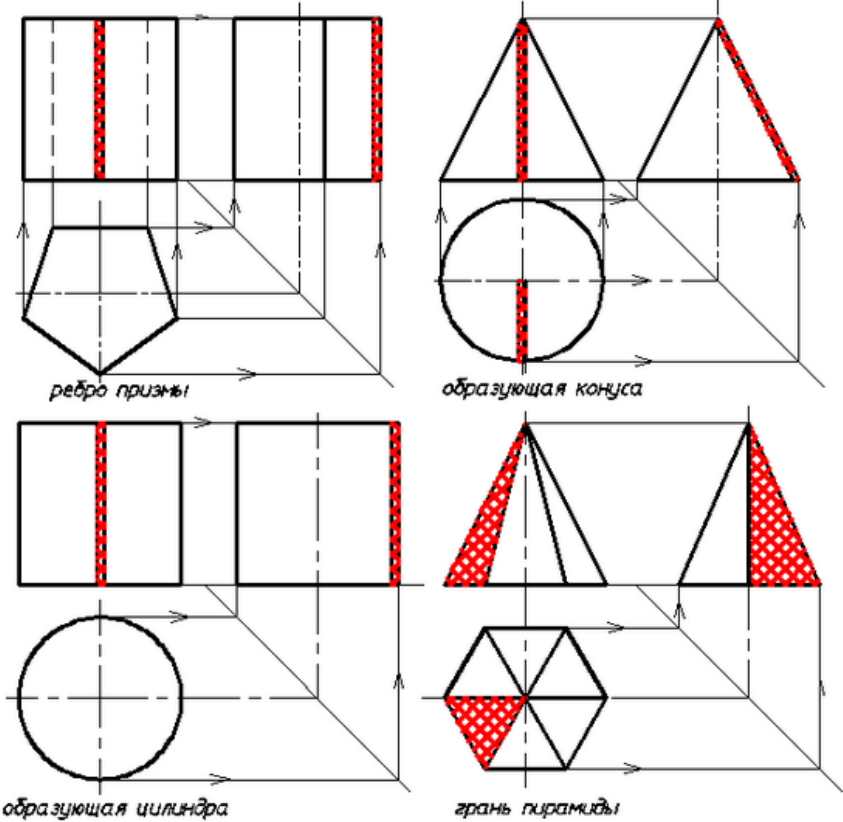


Рисунок 22 – Проецирование геометрических тел на три плоскости проекций

Точки А и В расположены на видимой части поверхности тела; точка С (в скобках) расположена на невидимой поверхности (при взгляде на фронтальную проекцию).

Построение комплексного чертежа призмы и пирамиды (рисунок 22) необходимо начинать с построения основания. Проекции точек на поверхности конуса можно определить несколькими способами: с помощью вспомогательной образующей или с помощью вспомогательной окружности. Проекции точек на поверхности пирамиды можно определить с помощью вспомогательной прямой (через точку 1) или с помощью вспомогательной плоскости (через точку 2).

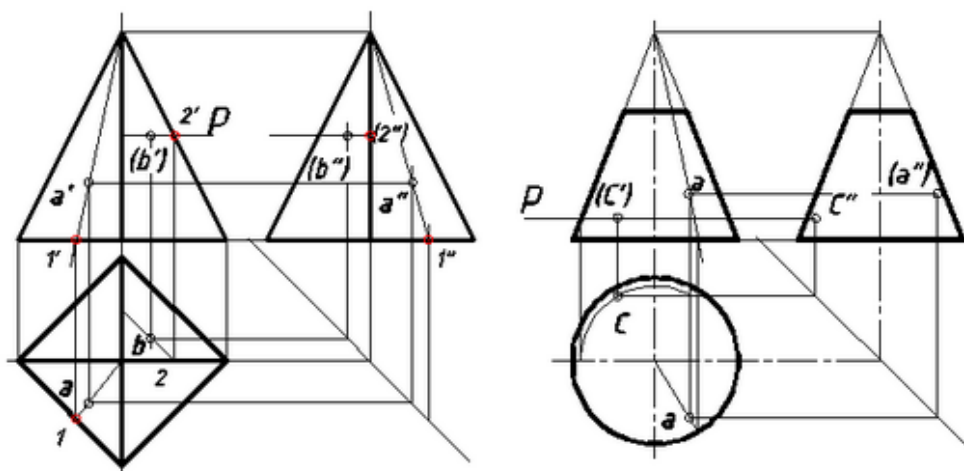


Рисунок 22 – Проекции точек на поверхности пирамиды и конуса, где P вспомогательная секущая плоскость

Практическая работа №22-24

Тема: Сечение многогранников и тел вращения плоскостью.

Цель: Научиться выполнять сечение многогранников и тел вращения плоскостью.

Норма времени: 6 часов

Отчетный материал: Графическая работа №7, Графическая работа №8

Методические указания

При пересечении любого тела ϵ плоскостью получается некоторого вида плоская фигура, называемая сечением. Под сечением понимают ту часть секущей плоскости, которая находится внутри рассеченного тела и ограничена линией сечения. Линией сечения тела плоскостью является контур этого сечения

Плоскости, с помощью которых получается сечение, называют секущими.

Фигура сечения многогранника - многоугольник, число сторон которого равно числу граней, пересекаемых плоскостью. Вершинами этого многоугольника являются точки пересечения ребер с секущей плоскостью, а сторонами — линии пересечения граней с секущей плоскостью. Плоские сечения многогранников - замкнутые фигуры.

В пересечении кривой поверхности плоскостью в общем случае получается плоская кривая линия (окружность, эллипс и т. п.). При пересечении линейчатых поверхностей плоскостями могут получаться, в частности, и прямые линии, если секущая плоскость направлена вдоль образующих (цилиндра, конуса и др.).

Основным способом построения точек линии пересечения поверхности с плоскостью является способ вспомогательных секущих плоскостей. Вспомогательная плоскость пересекает секущую плоскость по прямой, а заданную поверхность по некоторой кривой или прямой линии. Точки пересечения этих линий и будут искомыми точками, принадлежащими поверхности и секущей плоскости.

Построение проекций линии сечения поверхности плоскостью значительно упрощается, если секущая плоскость проецирующая. В этом случае одна из проекций линии сечения уже имеется на чертеже: она совпадает с проекцией плоскости. Остается лишь найти другие проекции этой линии.

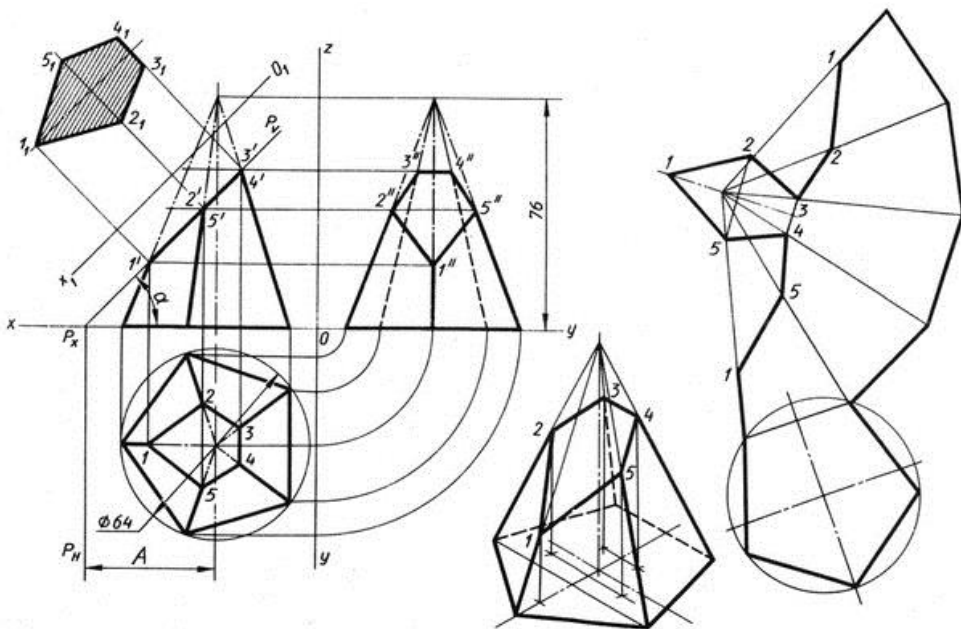


Рисунок 23 – Сечение многогранника проецирующей плоскостью

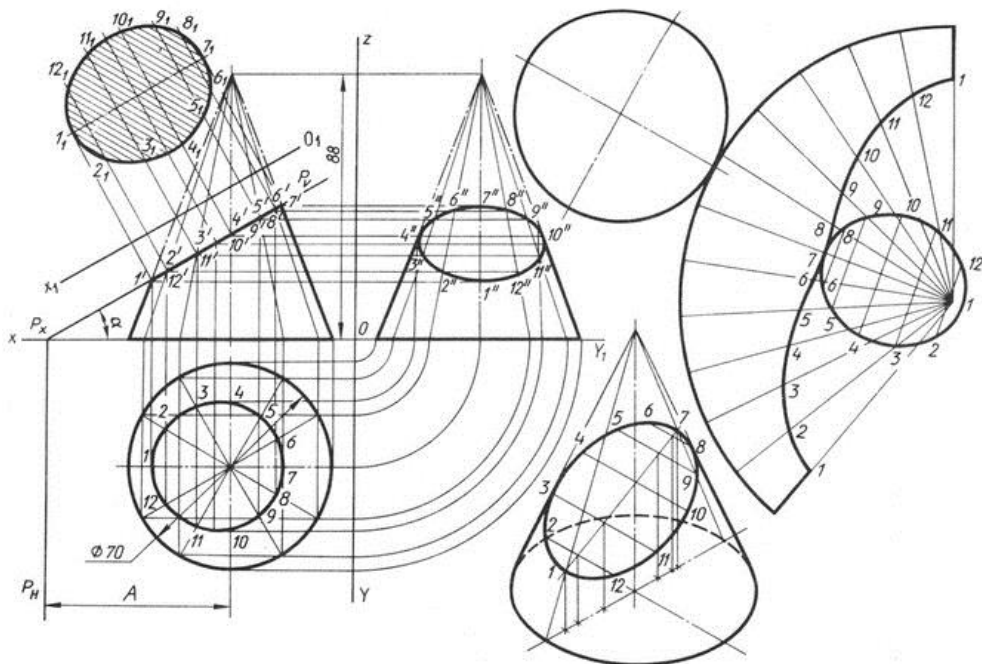


Рисунок 24 – Сечение тела вращения проецирующей плоскостью

Практическая работа №25

Тема: Взаимное пересечение поверхностей геометрических тел.

Цель: Научиться строить взаимное пересечение поверхностей геометрических тел.

Норма времени: 2 часа

Методические указания

На чертежах часто встречаются линии пересечения поверхностей, или, иначе, линии перехода. Поэтому необходимо изучить приемы построения этих линий.

Взаимное пересечение многогранников. На рис. 25 а приведены три изображения двух пересекающихся призм - четырехугольной и треугольной. Построение фронтальной проекции на рисунке не закончено; проекция линии пересечения на ней не показана. Требуется построить проекции линии пересечения на всех изображениях чертежа.

Рассматривая горизонтальную и профильную проекции, можно установить, что боковые грани вертикально расположенной призмы перпендикулярны горизонтальной плоскости проекций; проекция линии пересечения на эту плоскость совпадает с проекциями боковых граней, т. е. с отрезками прямых линий. Профильная проекция линии пересечения также совпадает с профильной проекцией треугольной призмы. Никаких дополнительных линий на этих проекциях не будет (рис. 25б). Следовательно, решение задачи сводится к построению фронтальной проекции линии пересечения. Для этого нужно найти точку пересечения ребер одной призмы с гранями другой.

При решении задачи сначала определяют ребра каждой из призм, которые не пересекают грани другой (эти ребра на рис. 25 б не помечены цифрами). Затем, рассматривая профильную и горизонтальную проекции, видим, что ребра 1 - 2 и 3-4 пересекают наклонные грани треугольной призмы. Места пересечения-точки встречи ребер 1-2 и 3-4 с контуром профильной проекции треугольной призмы, т. е. a'' , b'' , c'' , d'' видны на чертеже. Проекции невидимых точек заключены в скобки.

Горизонтальные проекции a , b , c , d точек A , B , C , D расположены на горизонтальных проекциях ребер 1-2 и 3-4. Проекции ребер

изображаются в виде точек. Фронтальные проекции - точки a' , b' , c' , a' определяют при помощи линий связи. Далее устанавливают, что ребра 5-6 и 7-8 треугольной призмы пересекают грани четырехугольной. Горизонтальные проекции точек пересечения e , f , g , h видны на чертеже. Фронтальные проекции точек E , F , G , H находят, проводя линии связи к проекциям соответствующих ребер. Чтобы получить линию пересечения, нужно соединить полученные точки прямыми линиями. Соединяют те точки, которые находятся на одних и тех же гранях каждой призмы. Затем нужно последовательно соединить точки a' , b' , g' , h' , d' , c' , f' , e' . Отрезки $e'f'$ и $g'h'$ - линии пересечения на фронтальной проекции - невидимы, так как закрыты наклонными гранями треугольной призмы, поэтому их обводят штриховой линией.

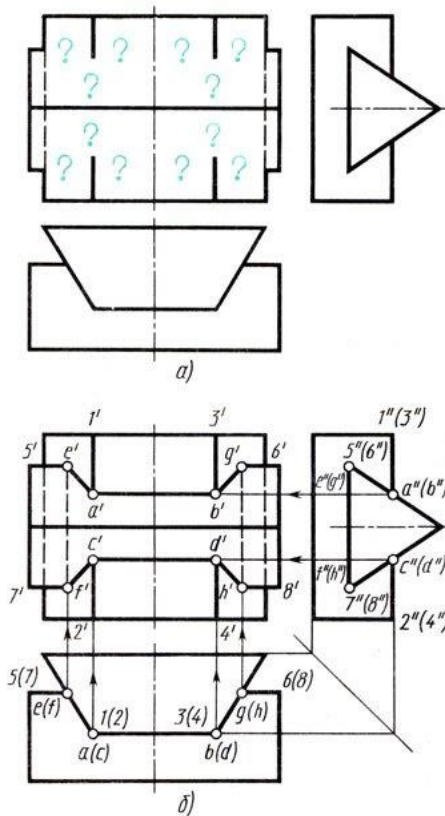


Рисунок 25 - Построение линии пересечения двух призм

Практическая работа №26-28

Тема: Проецирование тел с отверстиями

Цель: Научиться проецировать тела с отверстиями.

Норма времени: 6 часов

Отчетный материал: Графическая работа №9

Методические указания

Построение трех проекций правильной шестиугольной призмы с поперечным сквозным окном (рис. 25). Форма и положение сквозного окна относительно граней призмы показаны на рис. 26, а. Грани окна пересекаются со всеми боковыми гранями призмы по двум одинаковым замкнутым ломаным пространственным линиям, состоящим из отрезков прямых (рис. 26, б).

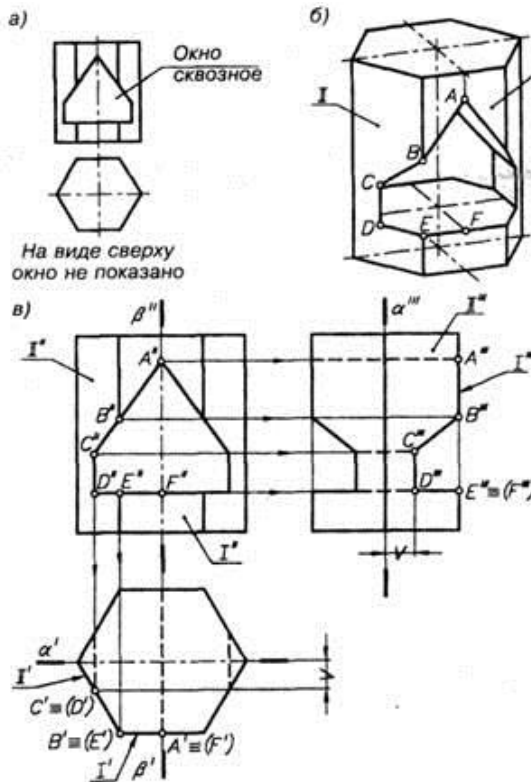


Рисунок 26

Вначале чертят три проекции целой призмы и фронтальную проекцию окна (рис. 26, а). Призма вместе с окном имеет две вертикальные плоскости симметрии ($\alpha \parallel \pi_2$) и $\beta \parallel \pi_3$), разделяющие ее на четыре равные части. Таким образом, можно рассматривать построение линий пересечения граней окна только с одной частью призмы, например, передней левой (грани I и II на рис. 26, б). На виде спереди концы отрезков этой части линий пересечения обозначены точками A'' , B'' , C'' , D'' , E'' и F'' . На виде сверху проекция ломаной линии $ABCDEF$ расположена на горизонтальных проекциях граней I и II . Боковые грани призмы перпендикулярны к плоскости π_1 и проецируются на нее в виде отрезков — сторон шестиугольника. Поэтому для определения положения точек A' , B' , C' , D' , E' и F' достаточно провести через фронтальные проекции этих точек вертикальные линии проекционной связи и продолжить их до пересечения с отрезками I' и II' .

На виде слева боковая грань I , параллельная плоскости π_2 , проецируется в виде вертикального отрезка I'' . Этой грани принадлежат отрезки линий пересечения — AB и EF . Их профильные проекции получают с помощью горизонтальных линий проекционной связи. Для построения точек C''' и D''' , кроме проведения горизонтальных линий проекционной связи, необходимо отложить на плоскости π_3 расстояние этих точек до плоскости симметрии α . Затем проводят ломаную линию $B''C'''D'''E'''$ и строят симметричную ей линию относительно плоскости α .

Грани окна пересекаются между собой по отрезкам фронтально проецирующих прямых, проходящих через точки излома линий пересечения. На горизонтальной и профильной проекциях эти отрезки невидимы, так как находятся внутри призмы, поэтому их изображают штриховыми линиями.