

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Теория и история архитектуры»

Г. А. Лаврецкий
И. Н. Ожешковская
И. А. Чижик

ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КОМПОЗИЦИЯ ИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Учебно-методическое пособие
для поступающих на специальности 1-69 01 01 «Архитектура»,
1-69 01 02 «Архитектурный дизайн»,
1-37 05 01 «Дизайн гусеничных и колесных машин»,
1-36 21 01 «Дизайн производственного оборудования»

В 3 частях

Часть 1

ГРАНЕННЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА

*Рекомендовано учебно-методическим объединением высших учебных заведений
по образованию в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2015

УДК 7.012(075.8)
ББК 85.14я7
Л13

Рецензенты:

кандидат архитектуры, профессор кафедры «Архитектурное проектирование и рисунок» Брестского государственного технического университета *В. И. Кулин*;
кандидат архитектуры, заведующий кафедрой «Архитектура» Полоцкого государственного университета, доцент *Г. И. Захаркина*

Лаврецкий, Г. А.

Л13 Объемно-пространственная композиция из геометрических тел : учебно-методическое пособие для поступающих на специальности 1-69 01 01 «Архитектура», 1-69 01 02 «Архитектурный дизайн», 1-37 05 01 «Дизайн гусеничных и колесных машин», 1-36 21 01 «Дизайн производственного оборудования» : в 3 ч. / Г. А. Лаврецкий, И. Н. Ожешковская, И. А. Чижик. – Минск : БНТУ, 2015– . – Ч. 1 : Граненые геометрические тела. – 2015. – 118 с
ISBN 978-985-550-360-7 (Ч. 1).

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с программой дисциплины «Композиция» и в достаточном объеме содержит информацию, необходимую для сдачи вступительного экзамена.

Содержатся сведения о построении геометрических тел методом линейной угловой перспективы, правила построения их пересечений. Издание включает в себя теоретические и методические вопросы выполнения рисунка по представлению геометрических тел. Особое внимание уделяется методике линейно-конструкторского изображения геометрических тел.

**УДК 7.012(075.8)
ББК 85.14я7**

**ISBN 978-985-550-360-7 (Ч. 1)
ISBN 978-985-550-361-4**

© Лаврецкий Г. А., Ожешковская И. Н.,
Чижик И. А., 2015
© Белорусский национальный
технический университет, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Требования к вступительному экзамену по композиции.....	5
Построение в перспективе геометрических тел.....	10
1. Четырехугольная призма.....	13
1.1. Линейно-конструктивный рисунок четырехугольной призмы.....	13
1.2. Построение сечений четырехугольной призмы.....	15
2. Четырехугольная призма с четвертным вырезом.....	23
2.1. Линейно-конструктивный рисунок четырехугольной призмы с четвертным вырезом.....	23
2.2. Построение сечений четырехугольной призмы с четвертным вырезом.....	25
3. Четырехугольная призма с прямоугольным отверстием.....	33
3.1. Линейно-конструктивный рисунок четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием.....	33
3.2. Построение сечений четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием.....	35
4. Треугольная призма.....	39
4.1. Линейно-конструктивный рисунок треугольной призмы.....	39
4.2. Построение сечений треугольной призмы.....	42
5. Пирамида с квадратным основанием.....	61
5.1. Линейно-конструктивный рисунок пирамиды с квадратным основанием.....	61
5.2. Построение сечений пирамиды с квадратным основанием.....	64
6. Усеченная пирамида с квадратным основанием.....	91
6.1. Линейно-конструктивный рисунок усеченной пирамиды с квадратным основанием.....	91
6.2. Построение сечений усеченной пирамиды с квадратным основанием.....	92
7. Пирамида с треугольным основанием.....	96
7.1. Линейно-конструктивный рисунок пирамиды с треугольным основанием.....	96
7.2. Построение сечений пирамиды с треугольным основанием.....	99
8. Усеченная пирамида с треугольным основанием.....	110
8.1. Линейно-конструктивный рисунок усеченной пирамиды с треугольным основанием.....	110
8.2. Построение сечений усеченной пирамиды с треугольным основанием.....	110
Литература.....	113
Приложение. Примеры композиций из простых геометрических тел.....	114

ВВЕДЕНИЕ

Вступительный экзамен по предмету «Композиция» является важной составной частью вступительного экзамена «Творчество» и направлен на выявление у поступающих степени подготовки и способности к обучению по специальности «Архитектура».

Архитектура – это искусство организации пространства. Поэтому абитуриент должен проявить свое умение объемно представлять геометрические тела в перспективе и световоздушной среде, соотносить их по масштабу, правильно находить степень взаимосвязи геометрических тел. Приобретенный творческий опыт при работе с композицией позволяет в дальнейшем приобрести единое ощущение гармонии. Принцип конструктивного анализа модели, структуры формы, взаимосвязи трехмерных величин, лежащий в основе композиции, поможет будущему студенту-архитектору не только более уверенно рисовать с натуры, но и, что особенно важно, по представлению. Таким образом, композиция из геометрических тел призвана выявить способность к самостоятельному решению задач на пространственное воображение, умение мыслить и понимать начало гармонии и красоты.

Цели изучения композиции:

- выявление способности к объемно-пространственному и конструктивному мышлению с помощью фиксированного набора геометрических тел;
- выявление умения композиционной организации заданного формата листа;
- выявление уровня графического мастерства.

Задачи изучения композиции:

- развитие навыков объемно-пространственного проектирования;
- развитие композиционного мышления с помощью геометрического моделирования;
- обучение графическим и пространственным приемам композиционного моделирования и выполнение композиционных моделей по освоенному алгоритму в поисках наиболее выразительного объемно-пространственного решения;
- передача перспективности построения с помощью линий различной толщины и различной степени тушевки, с отображением общей графической культуры изображения;
- развитие способности изображать по представлению заданный зрительный образ в заданных условиях восприятия;
- освоение основных приемов пространственной композиции – выявление центра, соподчиненных элементов, композиционных осей, композиционных узлов с помощью ритмических сеток и других приемов моделирования, приемы контраст–нюанс, статика–динамика.

ТРЕБОВАНИЯ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ЭКЗАМЕНУ ПО КОМПОЗИЦИИ

Рисунок по представлению представляет собой композицию, организованную из объемных геометрических тел в единую гармоничную систему. Композиции могут быть различными: статическими и динамическими, симметричными и асимметричными, центрическими, ритмичными, пластическими и т. д. Общим требованием к любой из перечисленных разновидностей композиции являются простота, целостность, законченность и выразительность построения с определенным мастерством графического исполнения. Для данного вида композиции не рекомендуется использовать симметричный принцип построения, а, наоборот, для более выразительного восприятия работы применять принцип контраста. Разнохарактерные по массе и форме поверхности геометрических тел, их контрастное сочетание направлений по простейшим осям трехмерного пространства – все эти композиционные приемы позволят максимально улучшить качество представленной работы.

На формате А3 за четыре астрономических часа (240 мин) необходимо изобразить простым карандашом без использования чертежных инструментов и наглядных материалов самостоятельно разработанную композицию из геометрических тел. На экзамене задается определенное количество геометрических тел, представленных в специально разработанном приложении. Есть количественные ограничения по минимальному и максимальному использованию геометрических тел. Количественные ограничения, так же как и состав геометрических тел в приложении, могут меняться из года в год на усмотрение членов приемной комиссии.

Требования к экзаменационным работам по композиции и, соответственно, критерии их оценки, сводятся к трем группам.

Первая группа определяет **композиционные требования** к творческой работе:

- уравновешенность элементов композиции между собой и в целом на листе – компоновка геометрических тел;
- взаимодействие главных и второстепенных геометрических тел в системе целого с выделением композиционного центра – выявление иерархии и соподчиненности элементов и их сочетаний;
- целостность – наличие общих принципов и приемов в изображении, как отдельных геометрических фигур, так и их сочетаний;
- оригинальность композиции – удачные сочетания геометрических форм и наличие необычной точки зрения на включенные в композицию фигуры;
- выразительность композиции – создание пластически запоминающегося разнообразного целого.

Правильный выбор пропорций любого геометрического тела, а также соотношение его размеров с размерами других геометрических тел являются важ-

нейшей составляющей гармоничного восприятия всей композиции. **Пропорции** представленных в рисунке геометрических тел произвольны. Они вовсе не обязаны соответствовать пропорциям гипсовых геометрических тел, используемых для рисунка постановок с натуры, но позволяют определять их габариты.

Рекомендации при выборе пропорций геометрических тел

1. Геометрические тела в композиции по своим размерам должны четко делиться на главные и второстепенные;

Не все геометрические тела могут гармонично доминировать над остальными. Это относится, прежде всего, к телам компактного объема (шар, куб) и телам, не имеющим симметричного основания. Например, трудно представить гармоничными пропорции конуса, заданного вертикальной (горизонтальной) доминантой в композиции. В таком случае, чтобы правильно соотнести его вершину с основанием, радиус эллипса будет неоправданно велик, что, безусловно, придаст пропорциям конуса грубое восприятие. При уменьшении же радиуса эллипса, лежащего в основании, конус приобретет неконструктивность, будет излишне тонок, и плохо восприниматься не только сам по себе, но и по отношению к другим геометрическим телам. Геометрическая основа строения геометрических тел предполагает выявление логической связи между различными элементами его структуры.

Безусловно, на роль главных в композиции геометрических тел будут выдвигаться тела с элементами симметрии: все виды призм и цилиндр. Благодаря наличию симметричного невидимого основания пропорции данных тел могут задавать вертикальные или горизонтальные доминанты любого размера. Именно на их пересечении в дальнейшем можно формировать композиционный центр.

2. Соотношение пропорций между главными и второстепенными геометрическими телами в композиции не должно быть излишне контрастным.

Слишком маленькие по пропорциям, впрочем, как и излишне огромные, геометрические тела «выпадают» из общего восприятия композиционного рисунка. Чтобы понять избыток или недостаток массы геометрического тела, достаточно соотнести его с заданным форматом листа А3. Если геометрическое тело хорошо вписывается в формат А4 или же, наоборот, А2, то, безусловно, над его размерами стоит задуматься.

3. Для придачи композиции дополнительной выразительности и динамичности соотношение пропорций геометрических тел не должны повторяться.

Особенно это касается подобных геометрических тел (например, конуса и всех видов пирамид). Одинаковые по своим размерам: высоте, ширине, толщине, радиусу эллипса – геометрические тела будут создавать монотонность и невыразительность во всем рисунке.

4. Размещать и врезать между собой в первую очередь контрастные по пропорциям и направлениям по осям трехмерного пространства геометрические тела.

Так, не рекомендуется соединять непосредственно между собой тела вращения. И дело не в сложности построения криволинейных сечений, а в отсутствии эстетического составляющего такого взаимодействия. Наоборот, контрастное сочетание граненного геометрического тела с телом вращения придаст такому взаимодействию наиболее выразительное восприятие рисунка, и поможет наиболее ярко «прочесть» характерную особенность каждого геометрического тела.

Вторая группа требований содержит оценку **правильности изображения геометрических тел в перспективе, правильности построения линий их пересечений**. Геометрические тела должны соответствовать своим названиям, которые обозначены в «Приложении к экзаменационному билету».

В основе любой созданной человеком формы, в том числе и в архитектуре, лежат элементарные геометрические тела, с изучением которых обычно начинается обучение рисованию. Для рисунка любого предмета по представлению необходимо иметь само представление об изображаемом предмете, умение проанализировать его форму и конструкцию.

По форме геометрические тела классифицируются по трем признакам: *граненые, тела вращения и комбинированные*. К первым относятся куб, все виды призм, пирамиды; ко вторым – шар, цилиндр, конус. Комбинированные геометрические тела создаются сочетанием прямых и кривых поверхностей. К ним относятся арка с полуциркульным вырезом и др.

Необходимо правильно изображать геометрические тела. Чтобы грамотно и выразительно построить геометрическое тело, необходимо обратиться к понятию о конструктивных точках и их графическому изображению. С их помощью легче установить взаимное пространственное расположение узловых моментов, определяющих конструкцию формы.

У граненых геометрических тел эти конструктивные точки – вершины пространственных углов. Например, конструкция куба содержит восемь узловых точек (вершин углов) и двенадцать линий ребер. Здесь линии определяют сопряжение поверхностей, образующих границы плоскостей объемной формы предмета.

Характерным взаимным расположением в пространстве точек-узлов отличается конструкция четырехгранной пирамиды: четыре точки углов основания, точка вершины и восемь линий ребер. Подобный принцип нахождения конструктивных точек можно применить для любого геометрического тела. Нахождение конструктивных узлов, направляющих линий и осей помогает строить разнообразные геометрические тела.

Построение любого геометрического тела связано в первую очередь с правильным соотношением его структуры с заданным положением в пространстве. Все приводится к простейшим осям трехмерного пространства (три взаимно перпендикулярные оси: две горизонтальные – X и Y – и вертикальная Z). **Структура геометрического тела** – это конструктивная основа формы, связывающая взаимно расположенные в пространстве отдельные элементы и части в

единый пластический объем. Структура плоского основания – это взаимодействие вертикальных и горизонтальных осей двумерного пространства X и Y , соединяющих между собой конструктивные точки, с определенным для каждого геометрического тела пропорциональным соотношением. Геометрические тела бывают с простой и сложной структурой основания. Простая структура полностью совпадает с вертикально и горизонтально направленными видимыми и невидимыми ребрами, т. е. в таких телах отсутствуют оси построения. Например, в кубе, прямоугольной призме и других геометрических телах, построенных на ее основе. Для геометрического тела со сложной структурой характерно наличие в построении оснований от одной (треугольная призма) до четырех осей (шестиугольная и пятиугольная призмы).

В композиции необходимо осознавать важность построения геометрических тел и понимать разницу между построением и рисованием. Любое построение основано в первую очередь на четко выверенной структуре, индивидуальной для каждого геометрического тела, связанной с положением в пространстве. Появление в композиции любой линии, не связанной с простейшими осями трехмерного пространства или структурой геометрического тела, как правило, является нарисованной, а не построенной.

В архитектурном рисунке задача изображения геометрического тела сводится не к произвольному изображению, а к выбору характерного поворота, который может вобрать в себя максимум информации об этом геометрическом теле. В то же время рисунок по представлению отличается от рисунка с натуры, так как при анализе изображенного объекта, происходит идеализация, обобщение его образа с усилением наиболее важных для понимания предмета изображений, поиском неожиданного ракурса, необычного освещения и т. п. Следовательно, процесс творчества в рисунке по представлению выступает наиболее полно. При создании изображения по представлению натуры как таковой нет – ее роль выполняют образы, хранящиеся в сознании рисующего как результат предшествующего изучения и рисования с натуры. Такой рисунок является более высокой по сравнению с рисунком с натуры ступенью в графической подготовке архитектора.

Работа над композицией включает в себя принцип условности. При создании соединений, врезок геометрических тел главным будет выступать по принципу условности их форма, объем, геометрические особенности сочленений. Будут оставлены без внимания материал, из которого сделаны геометрические тела, их фактура, плотность, возможные неровности граней и ребер. Тела, с которыми мы работаем, являются идеально правильными.

Применяемый в рисунке метод **«сквозной» прорисовки**, который помогает лучше уяснить характерные особенности строения формы, ее конструкции, становится основным требованием композиции. Все линии построения, видимые и невидимые, которые принадлежат геометрическим телам, а также линии пересечения плоскостей должны сохраняться. Рисунок наполнен осями симметрии и линиями, обозначающими структурные связи между точками, и носит название «линейно-конструктивного».

Перспектива

Линейная перспектива – точная наука, помогающая изображать на плоскости предметы видимого мира в соответствии с кажущимися изменениями их величины, очертаний и четкости в зависимости от степени удаленности от точки наблюдения. Перспектива (от лат. *perspicere* – «смотреть сквозь», «правильно видеть») – один из способов изображения трехмерного пространства на плоскости. Правила перспективы имеют в изобразительном искусстве первостепенное значение. Перспектива дает возможность наиболее реально воспринимать человеческому глазу пространство, форму и объем.

Для правильного изображения геометрических тел в перспективе необходимо начать с определения положения линии горизонта на листе. **Линия горизонта** – это линия пересечения плоскости горизонта с картинной плоскостью. Именно она создает на листе трехмерное пространство и дает возможность формирования на плоскости объемного изображения. Относительно линии горизонта определяется раскрытие всех горизонтальных поверхностей, на этой линии лежат точки схода горизонтальных прямых.

Прежде чем приступить к грамотному ведению перспективного рисунка геометрических тел, следует изучить основные законы перспективы:

1. Горизонтальные параллельные линии, уходящие от зрителя, постепенно сближаются и сходятся в одной точке – точке схода – на линии горизонта.
2. Вертикальные линии на перспективном рисунке могут сохранять вертикальное направление; для придания рисунку динамичности в особых случаях для них предусматривается дополнительная точка схода.
3. Невидимые основания всегда больше (шире) видимых.

Чтобы предотвратить сильные искажения геометрических тел, две точки схода следует выбирать за пределами листа, приблизительно на расстоянии вытянутых в стороны рук. Да и сама линия горизонта может не попадать в плоскость листа. В таком случае наклон горизонтальных линий и степень их схождения к точкам схода определяется приблизительно, показывая при этом четкое представление об их расположении и направлении вертикальных и горизонтальных линий. Таким образом, существуют определенные границы, в которых перспективное изображение с наименьшими искажениями передают реальную форму изображаемого предмета. Перспектива может развиваться по вертикали до некоторого предела, т. е. при значительном удалении от линии горизонта даже правильно построенные геометрические тела перестают восприниматься деформированными. Для введения третьей точки схода – для вертикальных линий – выбор удаления от линии горизонта геометрических тел должно быть подобрано оптимальным.

Условиями экзамена разрешается задавать линию горизонта произвольно. Если геометрические тела будут находиться ниже линии горизонта, зритель будет смотреть на них сверху, и все горизонтальные линии пойдут к линии горизонта вверх. Если геометрические тела будут находиться выше линии горизон-

та, зритель будет смотреть на них снизу, и все горизонтальные линии пойдут к линии горизонта вниз. Допускается выбирать линию горизонта, проходящую внутри композиционного рисунка. При этом рисунок делится на две части: горизонтальные линии, расположенные выше линии горизонта, идут вниз, а ниже линии горизонта – вверх. Не рекомендуется рисовать основания геометрических тел на линии горизонта, чтобы не получить минимальное раскрытие.

Третью группу требований составляет оценка **графического мастерства**. Превращение рисунка по представлению в реальное изображение происходит благодаря графике. Рисунок не должен напоминать черчение от руки. Красивые выразительные линии разной толщины, ровный штрих придают работе настоящее мастерство. Изменение в процессе рисунка толщины и тональной насыщенности каждой линии несколько раз на ее протяжении с помощью плавного увеличения или уменьшения нажима на карандаш, характера и тона штриха не позволят превратить изображение в «проволочное». Тогда как ровные одинаковые по толщине и тону линии придадут работе сухость и жесткость чертежа. Использование карандашей различной твердости от 3Н до 3В придаст графике большой диапазон тональных градаций. Следует понимать отличие такой графики от графики классического рисунка: особенность состоит в точности рисования. Геометрические тела по представлению обладают идеальной формой.

Прямые линии, проведенные от руки, должны быть по возможности такие же ровные, как и линии, проведенные по линейке. При этом линии рисунка – живые и выразительные – просто не могут быть абсолютно прямыми. Умение изображать разнообразные кривые линии по опорным точкам необходимо при рисовании эллипсов в телах вращения. Здесь главное почувствовать характер сложной кривой линии: основные переломы, акценты, кривизну. При изображении любого вида линий не следует забывать, что толщина и тон линии зависит от пространственного положения изображаемого геометрического тела. При выявлении объема через штриховку обязательно должны читаться линии невидимых ребер, а также все линии построения.

ПОСТРОЕНИЕ В ПЕРСПЕКТИВЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Любое пересечение двух геометрических тел разбивается на взаимосвязанное между собой взаимодействие плоскостей. Всегда существует несколько вариантов построений сечений в зависимости от выбора точки привязки, лежащей на грани одного геометрического тела. Результат в виде полученной врезки при правильном построении сечений в любом случае является идентичным.

Точка привязки сечения – точка построения сечения, берущая свое начало на том ребре геометрического тела, которое непосредственно подвергается сечению. Идущая из точки привязки первая линия сечения может быть направлена только по осям трехмерного пространства X , Y или Z . Точка привязки всегда находится недалеко от точки отсчета и никогда не может с ней совпадать.

Большое удаление от точки отсчета точки привязки сечения приводит к результату, при котором врезка будет либо маловыразительна, либо одно из геометрических тел будет чрезмерно закрывать второе.

Точка отсчета сечения – точка пересечения самых ближних к зрителю ребер, принадлежащих двум геометрическим телам, между которыми происходит взаимодействие.

Результатом пересечения геометрических тел является **врезка**. Необходимо различать понятия «врезка» и «врубка». Врубка происходит, когда после пересечения невидимое основание одного из двух геометрических тел полностью закрывается вторым геометрическим телом. Такой прием считается композиционным недостатком. Геометрические тела, свободно расположенные в плоскости листа, должны хорошо восприниматься, а при врубке силуэт геометрического тела теряет четкое очертание.

Также композиционным недостатком считается врезка, при которой происходит совпадение видимых граней двух геометрических тел в одной точке соприкосновения, так называемая **врезка встык**. При образовании врезки встык необходимо сдвинуть сечение.

Многие врезки состоят из одного сечения, но существуют врезки, которые образуются, (например, четырьмя сечениями), т. е. количество сечений зависит от количества взаимодействующих между собой плоскостей, принадлежащих геометрическим телам.

Под **простым сечением** в композиции понимается взаимодействие двух перпендикулярных по отношению друг к другу плоскостей геометрических тел, структура которых, как простая, так и сложная, при этом не изменяется.

Под **сложным сечением** в композиции понимается взаимодействие двух плоскостей, одна из которых является наклонной. Или взаимодействие двух не перпендикулярных по отношению друг к другу плоскостей. При таких сечениях происходит обязательное изменение одной из осей, составляющей структуру.

Основные законы построения при пересечении геометрических тел:

1. Оси двух различных геометрических тел, взаимодействующих между собой, не должны пересекаться в сечениях.

2. При врезках, состоящих из двух и более сечений, часть первого сечения становится продолжением следующего.

3. Сложные сечения рассматриваются как совокупность простых сечений.

4. При построении врезок оси сечений и следы сечений, принадлежащие одному геометрическому телу, всегда будут пересекаться на грани секущей плоскости, принадлежащей другому геометрическому телу.

5. Невидимые сечения следует строить лишь в том случае, когда в них возникает необходимость. Например, с помощью невидимого сечения определяется построение видимого.

6. Когда встает вопрос, какое из двух взаимодействующих геометрических тел необходимо выбрать в качестве плоскости сечения, а какое рассматривать как непосредственно объект, подвергающийся врезки, то, безусловно, следует выбирать геометрическое тело с более сложной структурой.

Для любой композиции характерно формирование композиционного центра. Для композиции из геометрических тел композиционным центром будет являться сложное взаимодействие трех геометрических тел одновременно, так называемой «тройной врезки». Суть «тройной врезки» сводится к тому, что все три элемента имеют общую точку соприкосновения.

Работа над композицией состоит в последовательном присоединении к одним элементам новых по заранее разработанному эскизу. При завершении работы необходимо визуально проверить правильность раскрытия граней геометрических тел по отношению друг к другу согласно перспективе. При завершении линейного рисунка необходимо усилить линии первого плана, создав тональную градацию между линиями, расположенными ближе к зрителю, и линиями, уходящими от зрителя в глубину пространства.

Следует помнить, что методическое пособие не ставило своей целью представить все возможные варианты пересечений геометрических тел. Основной целью является помочь абитуриентам разобрать основные принципы и закономерности построения врезок геометрических тел для решения на наш взгляд более важных творческих задач, не думая при этом о невозможности их выполнения, связанные с врезками.

1. ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНАЯ ПРИЗМА

1.1. Линейно-конструктивный рисунок четыреугольной призмы

Под призмой (греч. *prisma*) понимается многогранник, две грани которого (основания) – равные многоугольники, расположенные в параллельных плоскостях, а другие грани (боковые) – параллелограммы. По количеству углов в основании призмы делятся на треугольные, четырехугольные, пятиугольные, шестиугольные и т. д.

Четырехугольная прямоугольная призма является простейшим по своему построению геометрическим телом, в основании которого лежит правильный четырехугольник, с простой структурой, видимые и невидимые ребра которого направляются по вертикальным и горизонтальным осям трехмерного пространства X , Y и Z . Это одно из немногих геометрических тел, не имеющих осей построения. Но преуменьшать ее значение в композиции не следует. С ее помощью можно задавать ярко выраженное направление по любой из трех осей трехмерного пространства – по вертикали и горизонтали, создавая доминанту всей объемно-пространственной композиции.

Ортогональные проекции четырехугольной призмы представляют собой следующее: в основании расположен прямоугольник, в том числе возможно использование и квадрата, боковые грани – прямоугольники, соотношение сторон которых определяет пропорции призмы (рис. 1.1).

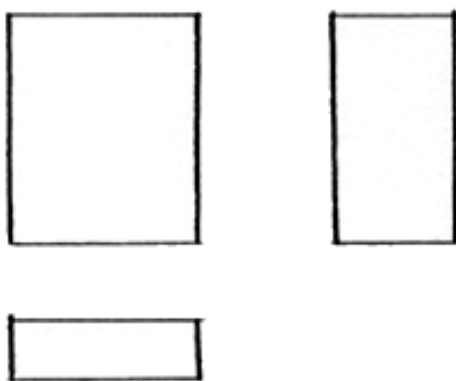


Рис. 1.1

На первом этапе обучения мастерству формирования композиции из геометрических тел, большое значение имеет составление композиции из небольшого количества геометрических тел на основе одних прямоугольных призм. Такая работа позволяет освоить перспективные навыки, уяснить требования, предъявляемые графике, построениям сечений и невидимых ребер, а придание одинаковым геометрическим телам разных пропорций и направлений по осям трехмерного пространства делает такие композиции достаточно интересными и

выразительными. С помощью прямоугольных призм легче отработать умение моделировать более сложное взаимодействие трех и более геометрических тел одновременно, так называемые «тройные врезки». Тройные врезки придают композиции выразительность и являются одним из приемов по формированию композиционного центра. Успешное освоение принципов формирования композиции из геометрических тел основано не только на умении правильного построения последних. Большое значение имеет способность к моделированию этими геометрическими телами в заданном пространстве листа, правильный выбор их пропорций и взаимодействий. Принцип «от простого к сложному» позволяет постепенно сформировать необходимые навыки объемно-пространственного конструирования. Рекомендуется при изучении построения и принципов сечений следующего геометрического тела сразу же добавлять его в композицию для лучшего освоения нового материала.

Этапы построения четырехугольной призмы

Линейно-конструктивный рисунок четырехугольной призмы сводится к последовательному изображению в перспективе прямоугольников – боковых граней и оснований. Чтобы научиться изображать в перспективе четырехугольную призму необходимо правильно сокращать в заданные точки схода горизонтальные видимые и невидимые грани, не забывая анализировать перспективные закономерности на примере перспективного сокращения данного рисунка. Не следует забывать об одном из критериев оценки – правильности построения: невидимое основание визуально всегда будет больше видимого (рис. 1.2).

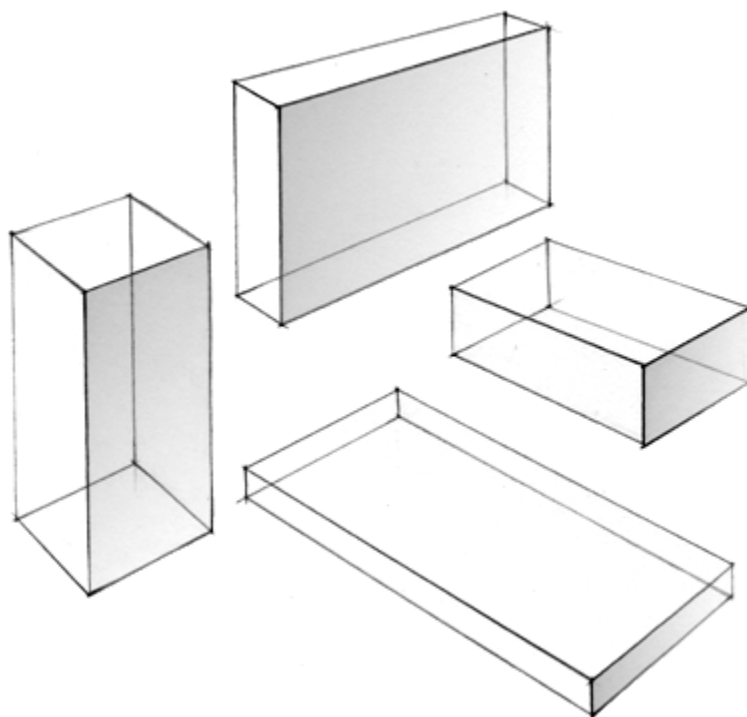


Рис. 1.2

1.2. Построение сечений четырехугольной призмы

Построение пересечений с поверхностью четырехугольной призмы сводится к формированию замкнутой пространственной линии, повторяющей собой форму ее основания. Таким образом, сечения представляют собой прямоугольники. Вершинами ломаной линии выступают узловые точки, в которых непосредственно грань или ребро четырехугольной призмы встречается с поверхностью геометрического тела, с которым она взаимодействует.

1.2.1. Сечения четырехугольных призм вертикальными и горизонтальными плоскостями

Данные рисунки представляют собой простейшие примеры взаимодействия двух геометрических тел одного вида. Приступая к любому построению врезки, необходимо решить следующие задачи и последовательно применить их на практике:

1) выяснить, какое из двух геометрических тел будет выступать вперед относительно другого;

2) найти точку отсчета сечения (**точка отсчета сечения** – точка пересечения самых ближних к зрителю ребер, принадлежащих двум геометрическим телам, между которыми происходит взаимодействие);

3) правильно выбрать точку привязки (**точка привязки** – точка начала построения сечения, берущая свое начало на том ребре геометрического тела, которое непосредственно подвергается сечению). Идущая из точки привязки первая линия сечения может быть направлена только по осям трехмерного пространства X , Y или Z . Точка привязки всегда находится недалеко от точки отсчета сечения, от расположения которых зависит выразительность врезки. Точка привязки никогда не будет совпадать с точкой отсчета сечения.

На рис. 1.3, *а* вперед выступает вертикальная призма. Если она подвергается сечению, то точка привязки располагается ниже точки отсчета. Прямоугольное сечение, полученное в результате, перекрывает собой боковые грани горизонтальной призмы. Если пересечь горизонтальную призму вертикальной плоскостью, то точка привязки находится перед точкой отсчета и перед вертикальным ребром второй призмы. На рисунке показаны два способа построения врезки. Выбор построения зависит от поставленной цели. На рис. 1.3, *б* вперед выступает горизонтальная призма. Если сравнить данные рисунки, предпочтительнее такое положение, когда геометрические тела врезаются друг в друга, не создавая эффекта примыкания или впечатления стыковки. Таким образом, изображение на рис. 1.3, *а* предпочтительнее изображения на рис. 1.3, *б*.

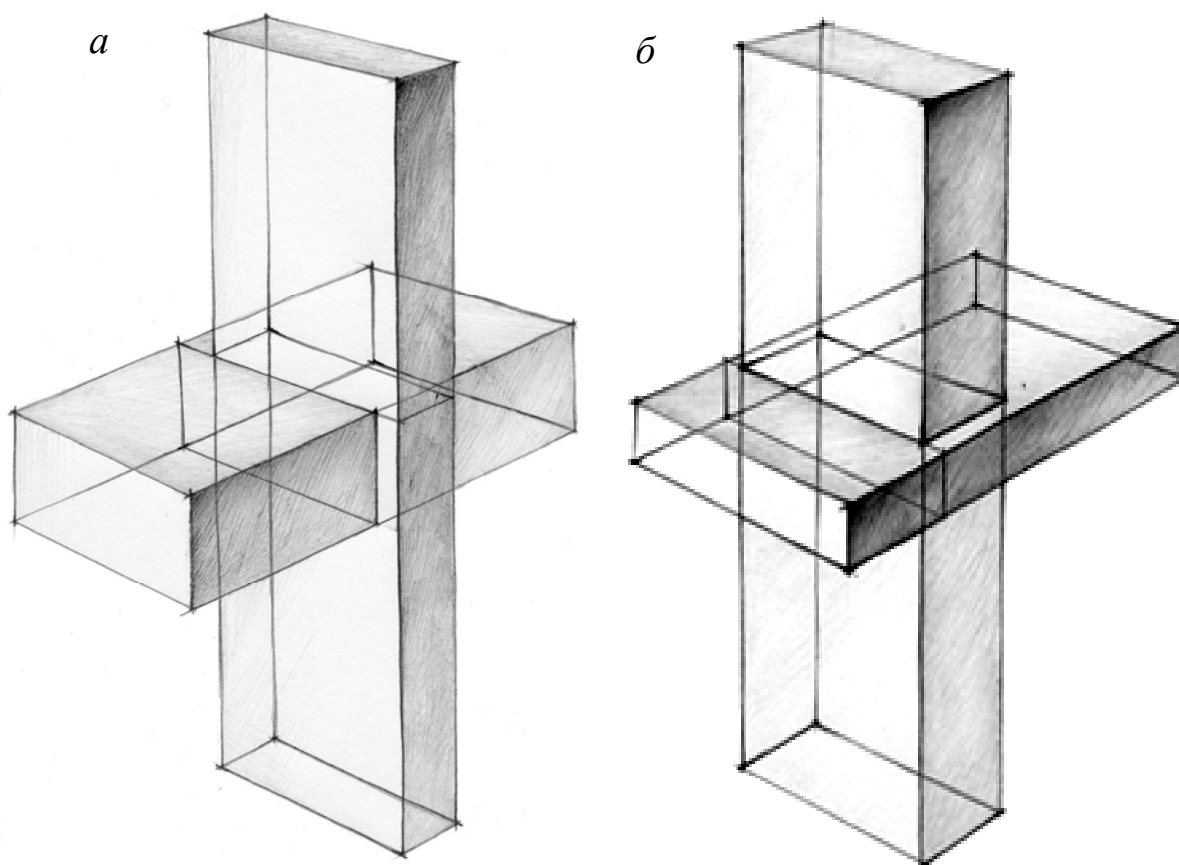


Рис. 1.3

1.2.2. Взаимодействие трех четырехугольных призм

При организации сложного пересечения важно заранее знать предполагаемый результат, который можно наметить с помощью следа сечения будущего геометрического тела (рис. 1.4, *a*).

Если строить геометрические тела изолировано друг от друга, т. е. без заранее намеченного сечения, результат может отличаться от запланированного. Особенно это касается ситуации с использованием более двух геометрических тел, так называемой «тройной врезки».

Улучшению восприятия композиционного узла, представленного на рис. 1.3, *б*, способствует добавление третьего геометрического тела. При этом исчезает впечатление стыковки. Продолжая работу, по заданному следу сечения последовательно достраиваем третью четырехугольную призму. Получается врезка трех геометрических тел, при пересечении образующих общую *точку А*. Она находится одновременно в трех различных плоскостях – двух вертикальных и одной горизонтальной, принадлежащих этим призмам.

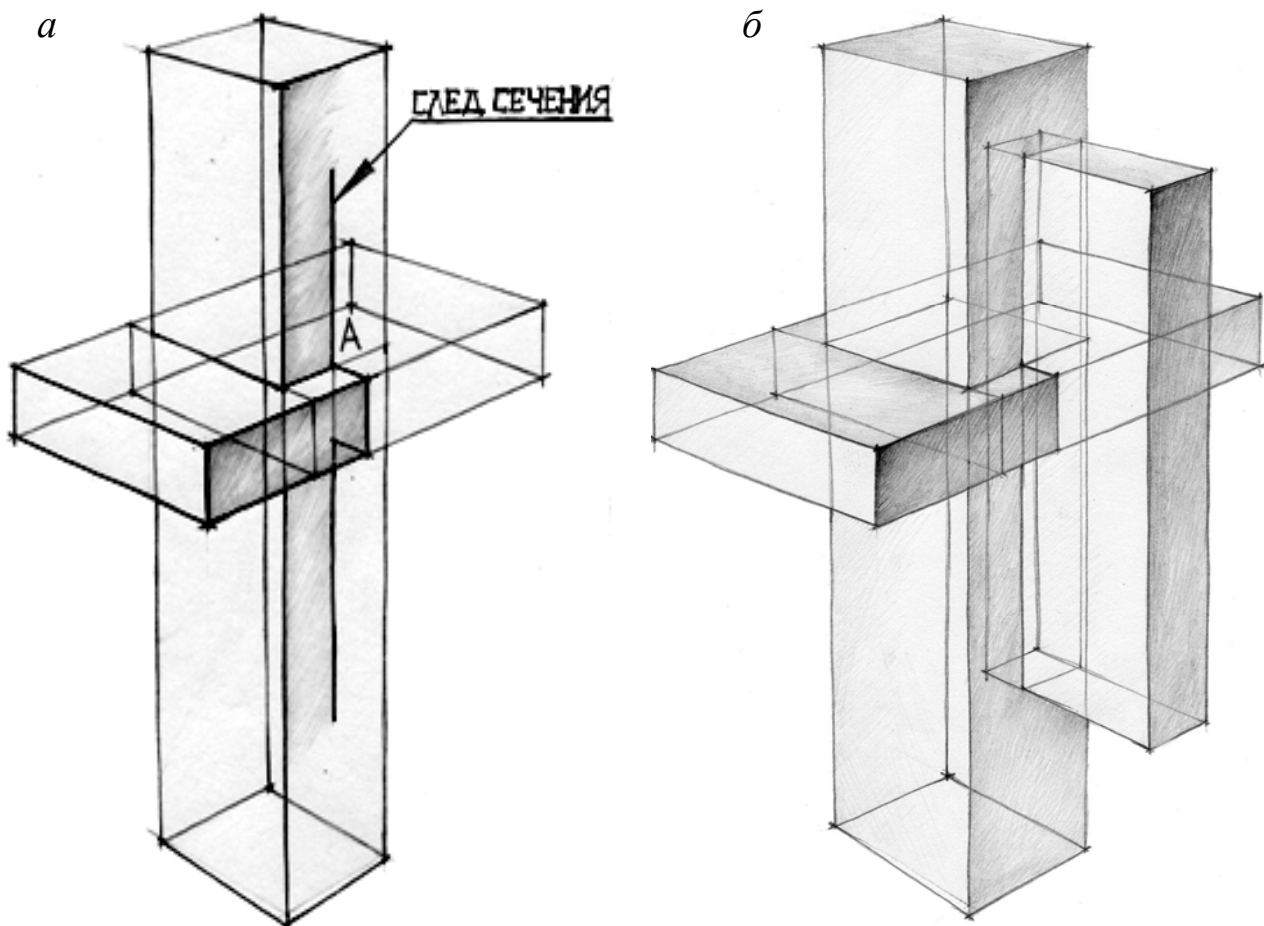


Рис. 1.4

1.2.3. Пересечение трех четырехугольных призм

Композиционные приемы взаимодействия простых геометрических тел разнообразны, и каждое из них может послужить созданию новых идей и образов на основе имеющихся представлений, знаний и опыта.

Представленная на рис. 1.5 тройная врезка, изображается в следующей последовательности: сначала выстраиваются две основные – вертикальная и горизонтальная – четырехугольные призмы; строится их пересечение; затем по следу сечения достраивается третья вертикальная призма. Более изящные пропорции последней призмы делают восприятие геометрической композиции более интересным и выразительным.

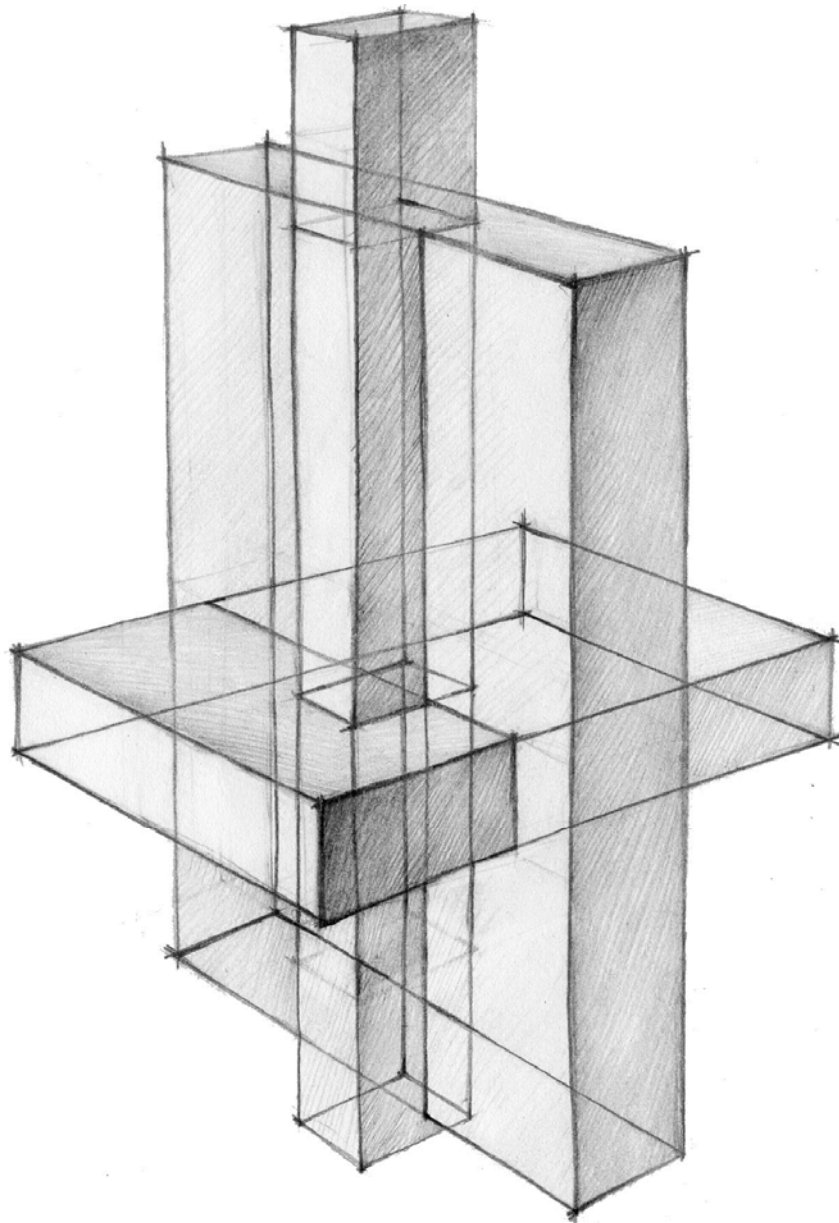


Рис. 1.5

1.2.4. Сечения прямоугольной треугольной призмы вертикальной плоскостью на примере врезки в четырехугольную призму

Несмотря на появление в данном примере прямоугольных треугольных призм, построение которых будет рассматриваться дальше в подразделе 4.1, доминирующим геометрическим телом в плане построения сечений является четырехугольная призма (рис. 1.6).

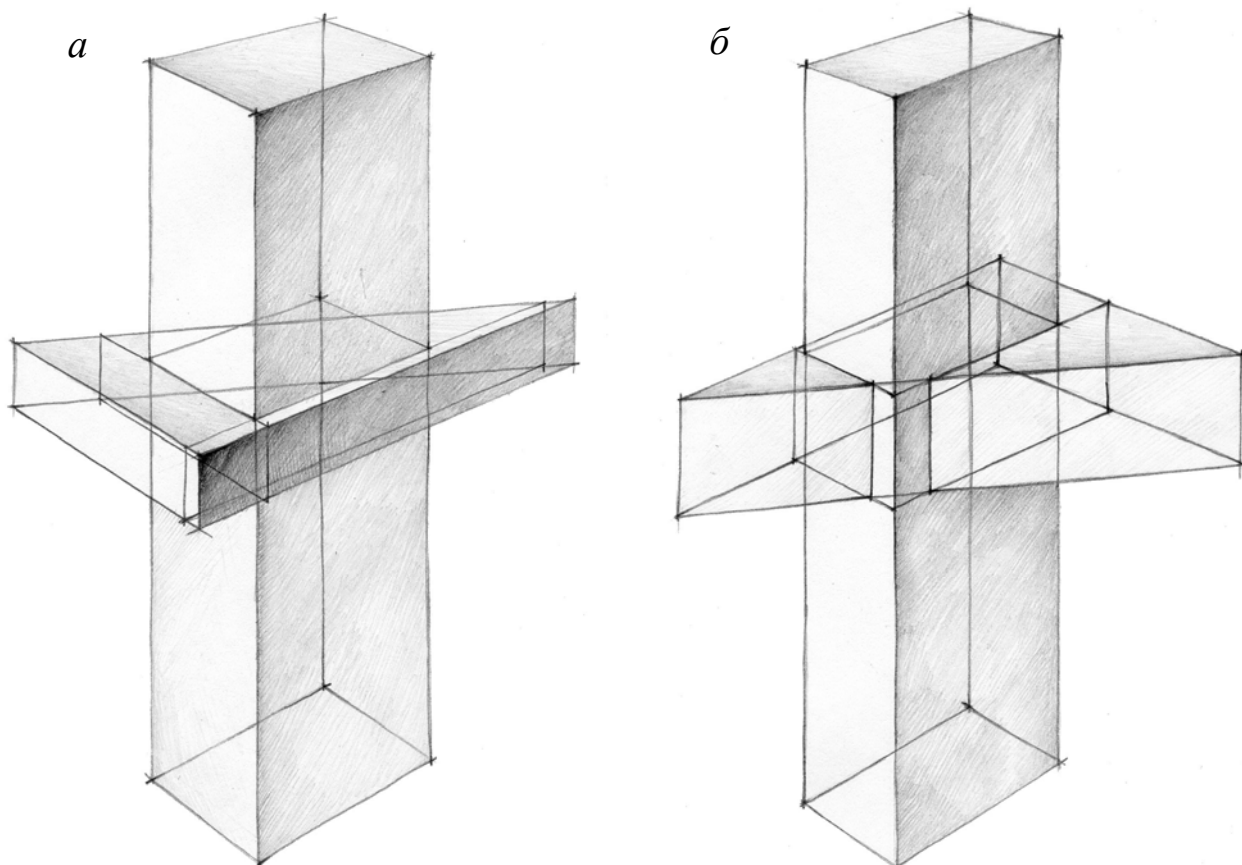


Рис. 1.6

Ракурс треугольной призмы на рис. 1.6, *а* позволяет получить в результате простое прямоугольное сечение четырехугольной вертикальной призмы горизонтальной плоскостью. Треугольную призму, как более изящную по пропорциям, целесообразно расположить так, чтобы она выступала впереди массивной прямоугольной призмы. Точкой привязки выступает точка, расположенная на ближней грани четырехугольника выше верхней горизонтальной грани треугольной призмы. Поворотная боковая поверхность треугольной призмы, являясь невидимой, не принимает участие в сечении, в отличие от случая, представленного на рис. 1.6, *б*, когда изменение ракурса приводит к совершенно иному восприятию взаимодействия двух призм.

При этом сечение четырехугольной вертикальной призмы горизонтальной плоскостью остается без изменения. Для получения более выразительного сечения, а следовательно, и более интересного сочетания геометрических тел, точка привязки на ближней грани четырехугольника задается ниже верхней горизонтальной грани треугольной призмы. В сечении треугольной прямоугольной призмы можно увидеть два прямоугольника, полученных в результате взаимодействия с вертикальными боковыми поверхностями четырехугольной призмы. Выбор в пользу первого или второго случая зависит от общего замысла всей композиции. Тем не менее, второй случай является предпочтительнее. Во-первых, он не создает эффекта примыкания или впечатления стыковки; во-вторых, он является более выразительным и интересным.

1.2.5. Сечение прямоугольной треугольной призмы вертикальной плоскостью на примере пересечения с четырехугольной призмой

Как горизонтальная, так и вертикальная боковая поверхность четырехугольной призмы, отсекают от треугольного многогранника два прямоугольника: горизонтальный и вертикальный соответственно. Эти два прямоугольных сечения связаны между собой относительно горизонтального ребра четырехугольной призмы, расположенной между ними (рис. 1.7, б).

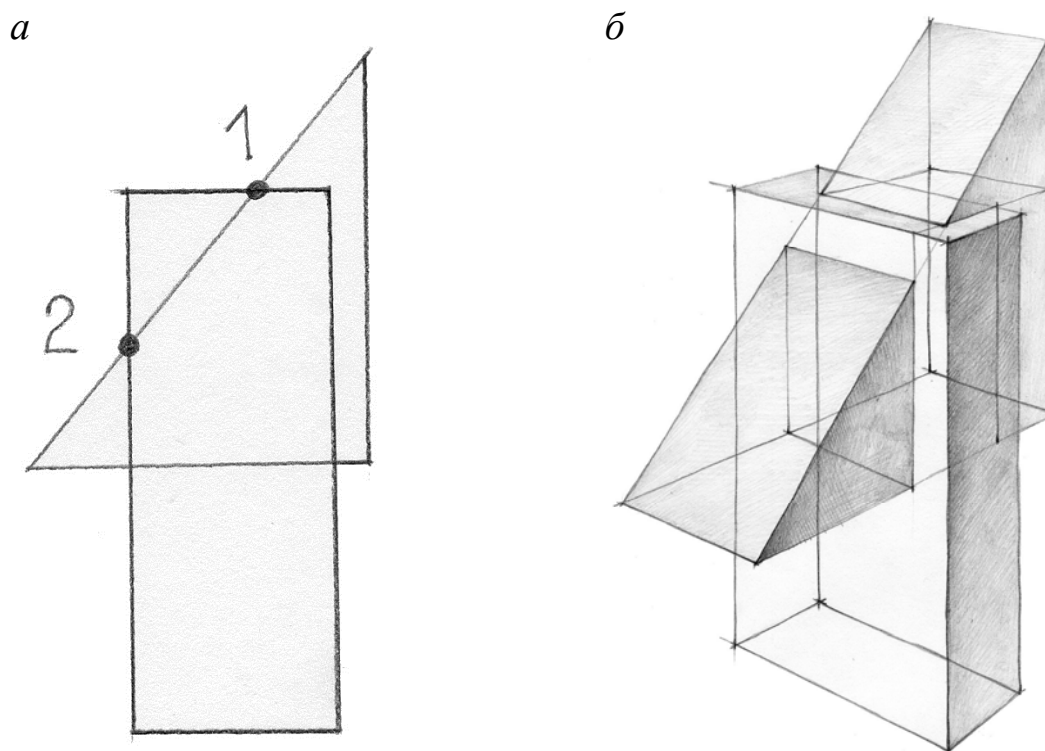


Рис. 1.7

Чем дальше от ребра будет верхний горизонтальный прямоугольник, тем ниже от ребра по вертикальной поверхности четырехугольника будет вертикальный прямоугольник, т. е. точка врезки входа 1 наклонной плоскости в геометрическое тело будет соответствовать точке выхода 2 из него (рис. 1.7, а). Нахождение взаимосвязи между точкой «входа» и точкой «выхода» является так называемым *методом «переноса точки»*, который часто используется в композиции при построении пересечений геометрических тел между собой.

Точка привязки расположена на первой к зрителю видимой грани боковой наклонной поверхности треугольной призмы, от которой начинается построение на выбор одного из двух прямоугольных сечения, например горизонтального. Чтобы найти точку выхода треугольной призмы, из точки привязки необходимо провести ломаную линию по горизонтальной и вертикальной грани четырехугольника. При движении по горизонтальной поверхности четырехугольной

призмы от заданной точки до ребра, а затем вертикально вниз до встречи с наклонной гранью треугольной призмы. Точка их пересечения и будет являться началом вертикального прямоугольного сечения треугольной призмы.

1.2.6. Сечения треугольной призмы вертикальной плоскостью на примере пересечения с четырехугольной призмой

Врезка треугольной равнобедренной на рис. 1.8, *а* и прямоугольной призмы на рис. 1.8, *б* с вертикальной гранью четырехугольного многогранника демонстрирует пример простого сечения без измененной структуры. В зависимости от выбора точки привязки можно заранее задать видимость той или иной грани. В первом случае привязкой выступает точка на ближнем ребре треугольной призмы, не доходящей до вертикального ребра четырехугольника, в результате чего она выступает вперед. Во втором случае точка привязки находится опять же на ближнем ребре треугольной призмы, но на этот раз, перебивая собой ближнюю вертикальную грань четырехугольной призмы, в результате чего вперед выходит треугольная призма. В сечениях хорошо просматриваются неизменяемые структуры обеих треугольных призм, разворот которых становятся больше по степени раскрытия по отношению к видимым основаниям. По желанию можно добавить сечения четырехугольной призмы, которые образуются от наклонных плоскостей треугольных призм, и, безусловно, меняют свою структуру, принимая соответственно наклон боковой поверхности треугольных призм.

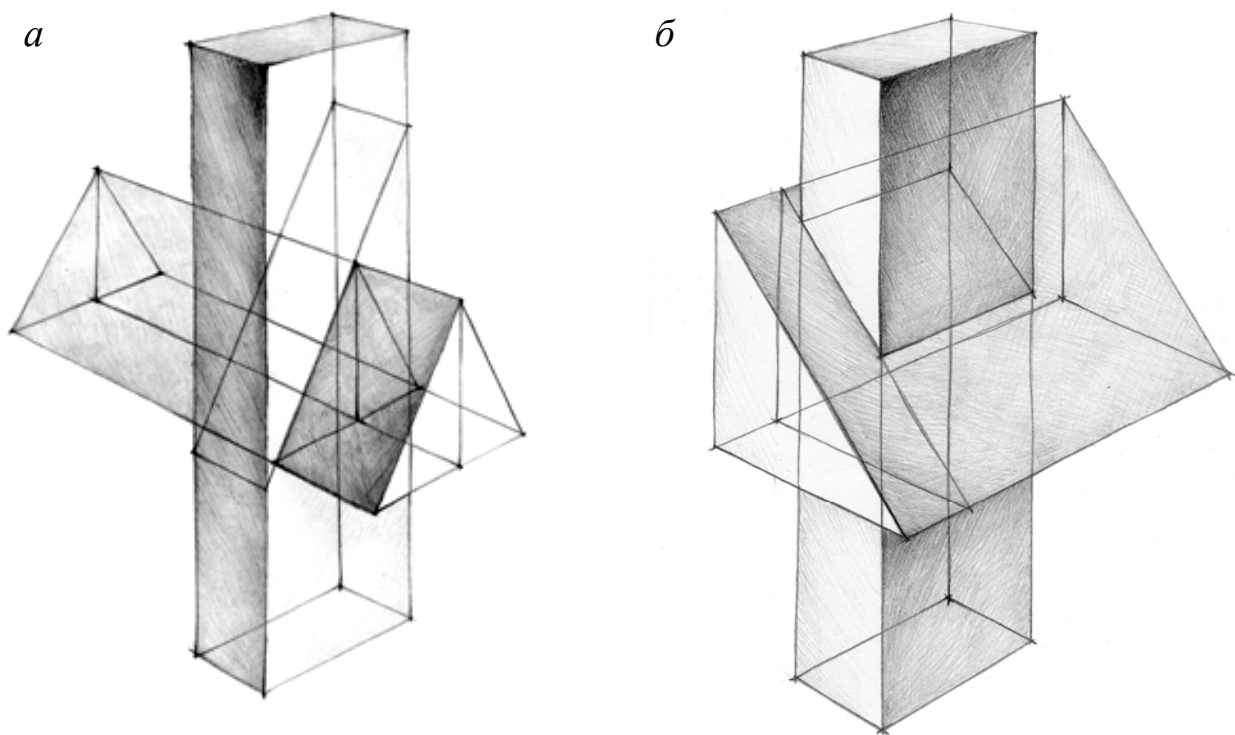


Рис. 1.8

1.2.7. Сечения равнобедренной треугольной призмы горизонтальной и вертикальной плоскостью на примере пересечения с четырехугольной призмой

Часто встает вопрос, какое из двух взаимодействующих геометрических тел необходимо выбрать в качестве плоскости сечения, а какое рассматривать как непосредственно объект, подвергающийся врезке. Выбирать в качестве последнего следует геометрическое тело с более сложной структурой. В данном случае это вертикально расположенная на рис. 1.9, *а* и горизонтально расположенная на рис. 1.9, *б* – равнобедренная треугольная призма. Преимущество выбора позволяет с помощью одного сечения, а именно сечения равнобедренной треугольной призмы горизонтальной плоскостью в первом случае или вертикальной – во втором, полностью построить врезку. Когда как при врезке четырехугольной призмы в различные плоскости, образованные треугольными призмами, необходимо построить два сечения от двух боковых граней треугольной призмы. При этом врезка не будет отличаться такой же точностью построения, как при первом способе.

Врезка представляет собой еще один пример сечения без изменения структуры – равнобедренный треугольник в сечении соответствует такому же треугольнику в основании. Точка привязки берется на ближней к зрителю вертикальной грани треугольной призмы ниже верхней горизонтальной грани четырехугольника в первом случае на рис. 1.9, *а* и на ближней горизонтальной грани треугольного многоугольника за вертикальной гранью четырехугольника во втором на рис. 1.9, *б*.

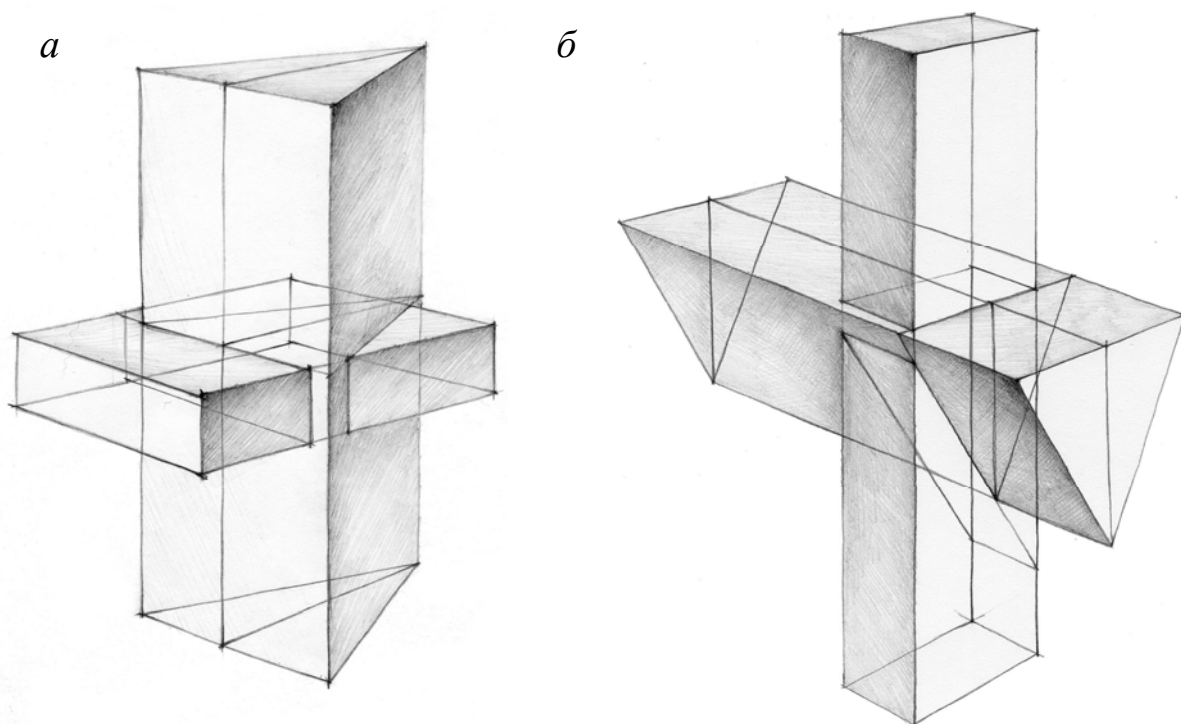


Рис. 1.9

2. ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНАЯ ПРИЗМА С ЧЕТВЕРТНЫМ ВЫРЕЗОМ

2.1. Линейно-конструктивный рисунок четырехугольной призмы с четвертным вырезом

На основе четырехугольной прямоугольной призмы строится геометрическое тело с простой структурой, в основании которого лежит четырехугольник с четвертным вырезом, видимые и невидимые ребра которого направляются по вертикальным и горизонтальным осям трехмерного пространства X , Y и Z . Ортогональные проекции четырехугольной призмы с четвертным вырезом представляют собой следующее: в основании расположен прямоугольник, в том числе возможно использование и квадрата, из которого вырезана четверть; боковые грани – прямоугольники, соотношение сторон которых определяет пропорции призмы (рис. 2.1, *a*).

Получение четвертного выреза происходит с помощью диагональных линий, соединяющих противоположные углы прямоугольника. Точка их пересечения становится отправной для построения границ четвертного выреза. При любых пропорциях основания, таким образом, соотношение вырезанных частей будет всегда равняться половине от общей длины данной стороны четырехугольника. При изображении основания появляются диагональные оси построения, которые согласно требованиям линейно-конструктивного построения должны сохраняться (рис. 2.1, *б*).

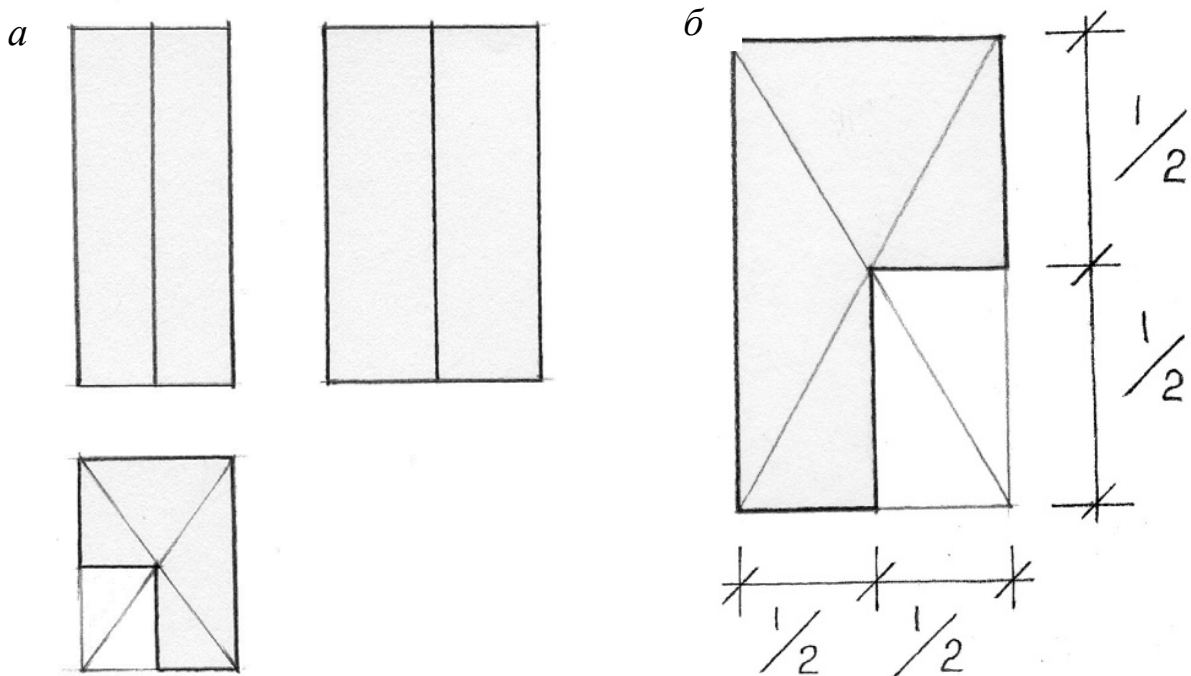


Рис. 2.1

Этапы построения четырехугольной призмы с четвертным вырезом

1. Линейно-конструктивный рисунок четырехугольной призмы с четвертным вырезом начинается с перспективного изображения четырехугольной призмы, рассмотренного в разделе 1.1.

2. В зависимости от предпочтения в выборе той или иной геометрической формы четырехугольной призмы диагональному пересечению подвергается горизонтальная или вертикальная ее грань. Если пересечь диагоналями горизонтальную грань вертикальной призмы, то удаленная четверть будет соответствовать длине четырехугольника, придавая ему вытянутую форму. Если пересечь диагоналями вертикальную грань вертикальной призмы, то удаленная четверть будет соответствовать половине ее длины, придавая четырехугольной призме ступенчатую форму. Аналогичные варианты будут происходить и с горизонтально расположенными четырехугольными призмами (рис. 2.2).

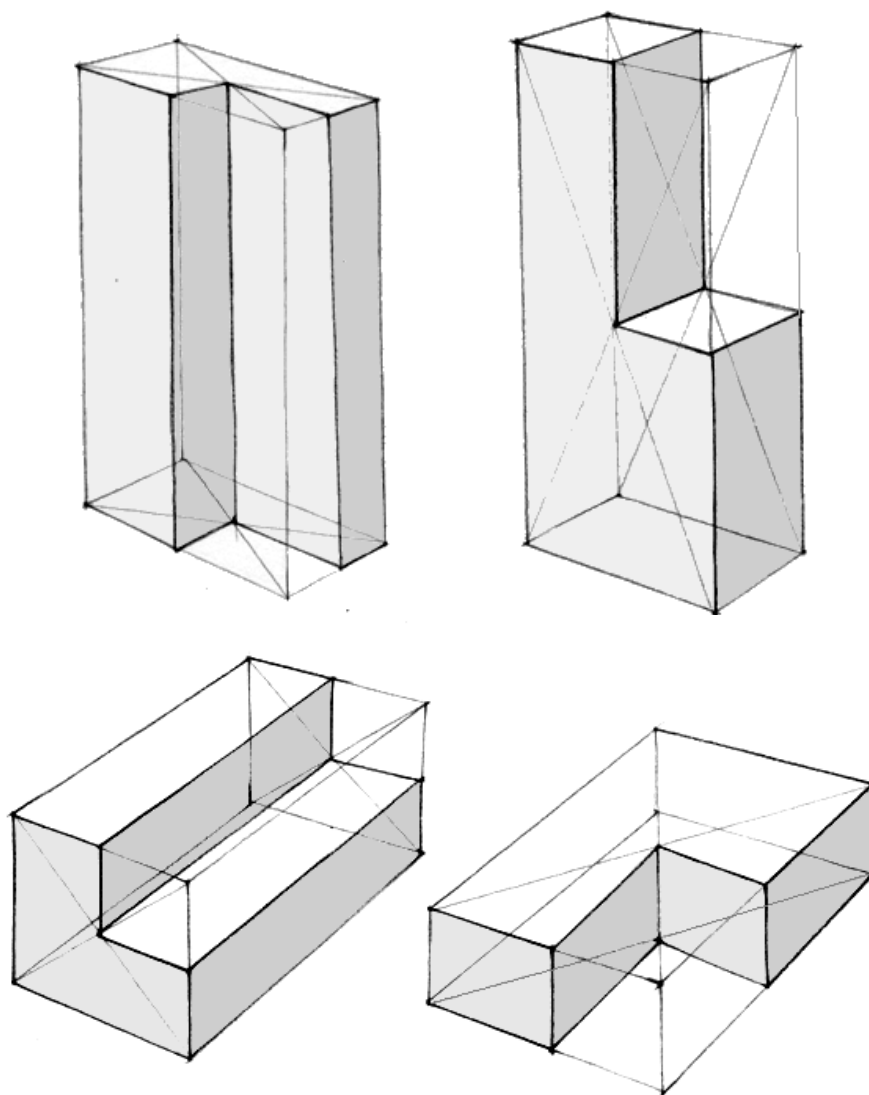


Рис. 2.2

2.2. Построение сечений четырехугольной призмы с четвертным вырезом

Построение сечений с поверхностью четырехугольной призмы с четвертным вырезом сводится к формированию замкнутой пространственной линии, повторяющей собой форму ее основания. Таким образом, сечение представляет собой четверть прямоугольника. Вершинами ломаной линии выступают узловые точки, в которых непосредственно грань или ребро четырехугольной призмы встречается с поверхностью геометрического тела, с которым она взаимодействует.

2.2.1. Сечение четырехугольной призмы с четвертным вырезом горизонтальной плоскостью

Особенностью взаимодействия призмы с четвертным вырезом с каким-либо геометрическим телом является последовательное чередование однотипных сечений, связанное со структурным построением призмы, которое в свою очередь представляет чередование вертикальных или горизонтальных граней (рис. 2.3).

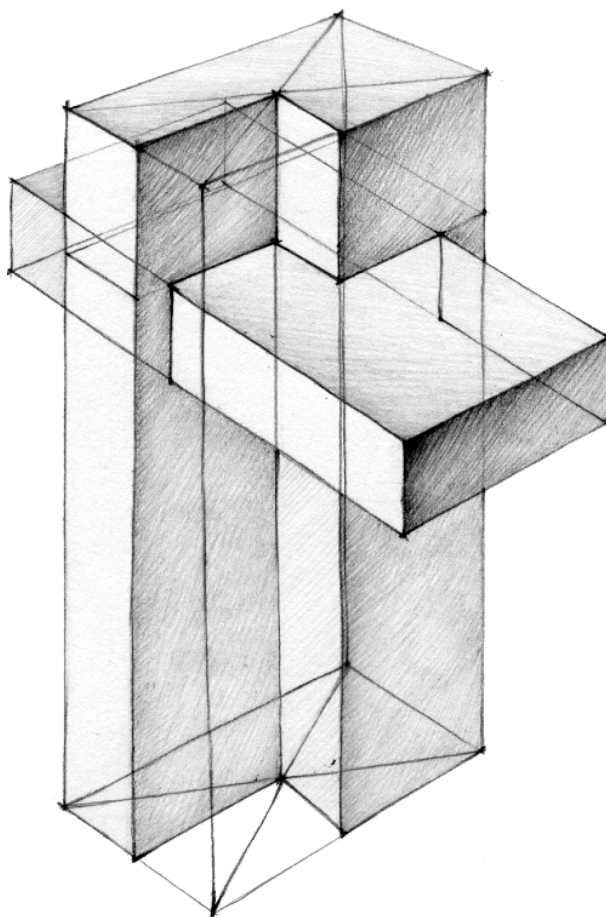


Рис. 2.3

На данном рисунке такими однотипными сечениями являются прямоугольники, полученные в результате пересечения прямоугольной призмы двумя вертикальными гранями, принадлежащими призме с четвертным вырезом. Эти прямоугольные сечения находятся между собой на расстоянии, равном глубине четвертного выреза. Точка привязки сечения располагается на ближнем к зрителю ребре четырехугольной призмы, не пересекая дальнейшее вертикальное ребро второго геометрического тела. Последовательное проведение ломаной линии по осям трехмерного пространства позволяет довольно легко выстроить сечение. При желании возможно полностью восстановить все прямоугольные сечения, в том числе и простое сечение в виде четверти, лежащее в горизонтальной плоскости и не меняющее своей структуры.

2.2.2. Сечение четырехугольной призмы с четвертным вырезом наклонной плоскостью на примере врезки с прямоугольной треугольной призмой

В данном примере вертикальная четырехугольная призма с четвертным вырезом последовательно отсекает от треугольной два вертикальных сечения. От выбора положения первого треугольного сечения зависит вся врезка (рис. 2.4).

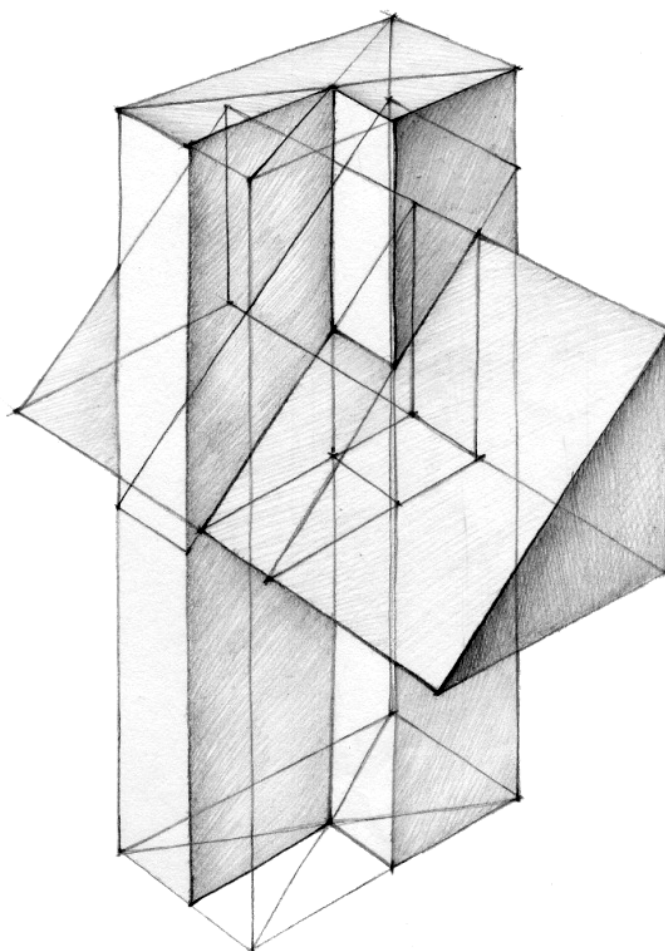


Рис. 2.4

Точка отсчета располагается на ближней к зрителю грани горизонтальной треугольной призмы, пересекая грань дальнего выступа четырехугольника. Вертикальные сечения представляют собой треугольники с простой (неизменной) структурой, повторяющие основание прямоугольной треугольной призмы. Вертикальная плоскость является частью наклонного сечения, полученного в результате взаимодействия четырехугольного многоугольника наклонной плоскостью, принадлежащей треугольной призме.

Существует взаимосвязь между двумя треугольными сечениями, связанными между собой вертикальной плоскостью. По построенному первому сечению, которым в данном случае является дальний треугольник, легко находится второе (ближний треугольник). На рисунке фиксируется точка пересечения горизонтальной стороны дальнего треугольника с соответствующей ближней гранью вертикальной плоскости. При движении из этой точки в горизонтальном направлении в сторону искомого второго сечения, определяется точка пересечения с аналогичной вертикальной гранью четырехугольной призмы. Роль грани в данном случае исполняет невидимая линия построения, в связи с вырезанной из геометрического объема четвертью. Найденная точка будет являться узловой для продолжения построения второго треугольного сечения. При желании можно продолжить построение сечения, достроив наклонную четверть, полученную в результате взаимодействия четвертной призмы с наклонной плоскостью.

2.2.3. Сечение четырехугольной призмы с четвертным вырезом наклонной плоскостью на примере врезки с прямоугольной треугольной призмой

Построение сечения прямоугольной треугольной призмы с четырехугольной призмой с четвертным вырезом не представляется сложным. Единственное, на что следует обратить внимание в данном случае, это возможность получения наиболее эффектного результата, при котором прямоугольная призма своей наклонной плоскостью одновременно охватывает две вертикальные грани прямоугольной призмы, образующие угол четвертного выреза. При этом небольшое отклонение одного геометрического тела от другого приведет к незапланированной, и, как правило, не такой выразительной врезке.

Последовательность построения сводится к тому, что уже к нарисованной призме с четвертным вырезом до начала построения треугольной призмы задается след сечения в виде прямоугольника, расположенного на определенном расстоянии от угла четвертного выреза. Это расстояние не должно быть большим, чтобы пропорции треугольной призмы не оказались слишком громоздкими по отношению к пропорциям четырехугольной. После этого можно задавать наклон треугольной призмы и из нескольких вариантов подобрать наиболее приемлемый. В первую очередь необходимо задать нижнюю точку выхода, так как именно она фиксирует угол врезки. По аналогии с рис. 1.7, используя метод переноса точки, точка выхода наклонной плоскости из геометрического тела

будет соответствовать точке входа в него. Таким образом, построение прямоугольной треугольной призмы начинается с видимого основания, а ее ширина должна превышать расстояние от начала сечения до угла четвертного выреза (рис. 2.5). В месте соединения наклонной плоскости треугольной призмы с вертикальной гранью прямоугольной выстраивается простое сечение в виде прямоугольного треугольника. Сечение можно подобрать опытным путем или построить с помощью дополнительных линий, являющихся общими для двух геометрических тел. Для этого из угла четвертного выреза прямоугольной призмы проводится вертикальная линия до пересечения с горизонтальной плоскостью основания треугольной. Именно через эту точку будет проходить горизонтальная структурная ось треугольного сечения.

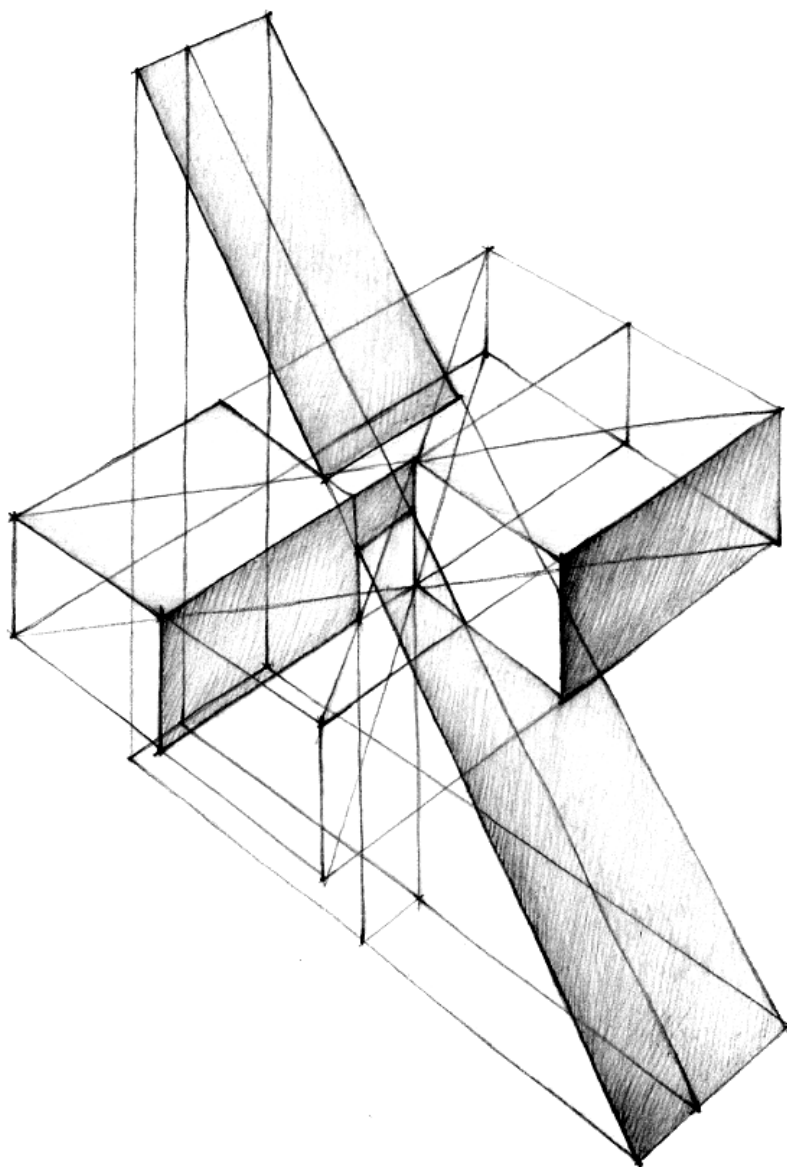


Рис. 2.5

2.2.4. Сечение четырехугольной призмы с четвертным вырезом поворотной плоскостью на примере врезки с прямоугольной треугольной призмой

Такое сочетание граненых геометрических тел, благодаря заданному развороту поворотной горизонтальной плоскости прямоугольной треугольной призмы, получает наиболее выразительное решение. Первым геометрическим телом изображается прямоугольная призма с четвертным вырезом. Перед началом построения второго геометрического тела – прямоугольной треугольной призмы – задается след сечения в виде поворотного сечения прямоугольной призмы с четвертным вырезом. Угол поворота задается произвольно. Полученное сечение позволит лучше представить расположение треугольной призмы относительно «ступеней» четырехугольной призмы с вырезом. Сечения треугольной призмы при взаимодействии с двумя горизонтальными гранями, расположенными на разных уровнях, представляют собой прямоугольные треугольник простой структуры. Третье геометрическое тело – вертикальная прямоугольная призма – завершает композиционный узел. Безусловно, перед ее построением задается след сечения, который охватывает по периметру все вертикальные и горизонтальные грани уже построенных двух геометрических тел.

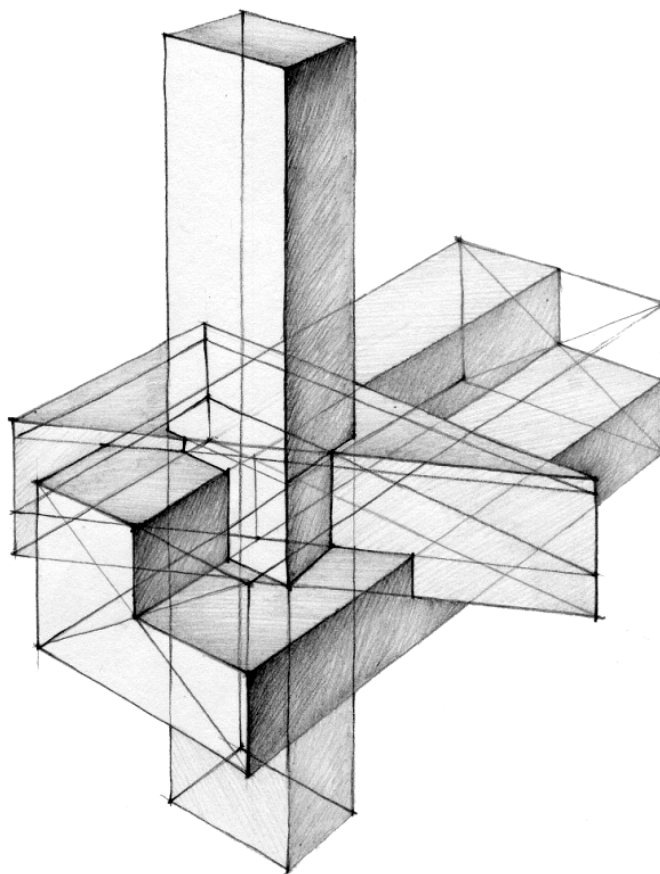


Рис. 2.6

Следующий рис. 2.7 представляет пример аналогичный данному рис. 2.6. Оба рисунка имеют в своем наличии одинаковый состав геометрических тел, но

благодаря различным пропорциям и расположению друг относительно друга, получаются совершенно разные по восприятию композиционные узлы. Характерной отличительной деталью является выбор четвертного выреза у прямоугольной призмы. На рис. 2.6 четвертной вырез четырехугольной призмы образует вытянутую ступенчатую форму геометрического тела, на рис. 2.7 – более компактную, угловую форму.

2.2.5. Сечение четырехугольной призмы с четвертным вырезом поворотной плоскостью на примере врезки с прямоугольной треугольной призмой

Поворотная плоскость треугольной призмы каскадом проходит сквозь четырехугольную призму с четвертным вырезом, объединяя весь композиционный узел в единое целое. Метод переноса точки позволяет совершенно точно зафиксировать узловые точки «входа-выхода» поворотной грани из четвертой прямоугольной призмы по первой произвольно заданной точке врезки (рис. 2.7).

Первым геометрическим телом на рисунке изображается прямоугольная призма с четвертным вырезом. Затем следует нарисовать вертикальный прямоугольный многоугольник, заранее задав сечение таким образом, чтобы впереди оказалась его ближняя грань. Прежде чем приступить к построению третьего геометрического тела, рекомендуется задать поворот его грани по выбранному следу сечения, образованного взаимодействием горизонтальной плоскости сечения с прямоугольной призмой с четвертным вырезом. После построения тройной врезки по поворотной грани с помощью законов перспективы и фиксации углов треугольника можно изобразить третье геометрическое тело – прямоугольную треугольную призму.

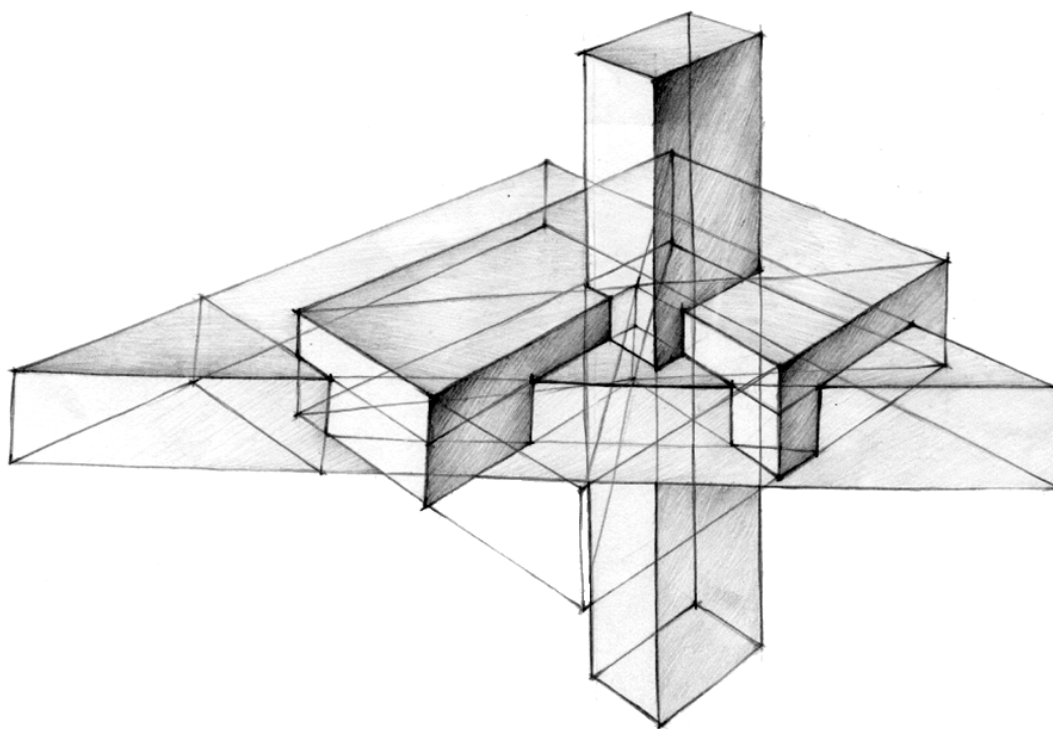


Рис. 2.7

2.2.6. Сечение четырехугольной призмы с четвертным вырезом поворотной плоскостью на примере врезки с равнобедренной треугольной призмой

Четырехугольная призма с четвертным вырезом последовательно отсекает от вертикальной треугольной призмы два горизонтальных и два вертикальных сечения. От выбора первого сечения зависит построение всей врезки. Точка отсчета располагается на ближней к зрителю грани вертикальной треугольной призмы, пересекая грань нижнего выступа четырехугольника. Горизонтальные сечения представляют собой треугольники с простой (неизменной) структурой. Вертикальные плоскости отсекают от треугольной призмы простые прямоугольники, которые упрощаются в своем построении и сводятся к проведению прямых вертикальных линий в границах геометрического тела (рис. 2.8).

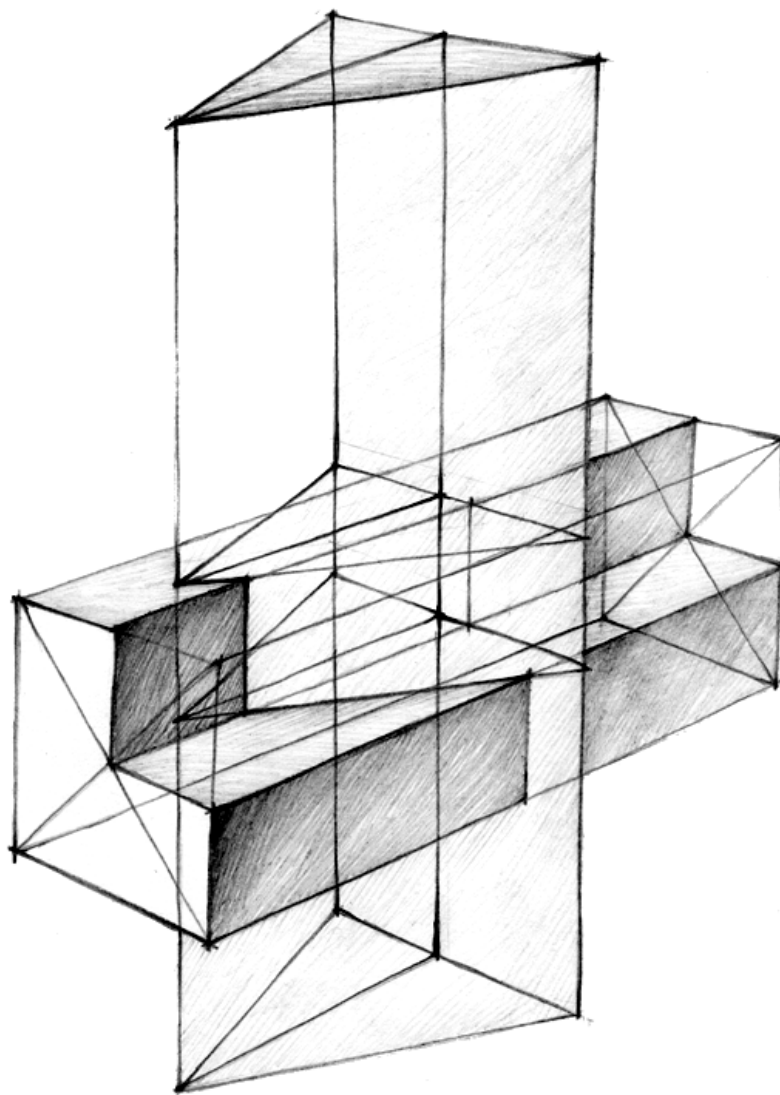


Рис. 2.8

2.2.7. Сечение четырехугольной призмы с четвертным вырезом наклонной плоскостью на примере врезки с прямоугольной треугольной призмой

Четырехугольная призма с четвертным вырезом при взаимодействии с горизонтально расположенной равнобедренной треугольной призмой дает чередование пересечений вертикальных и горизонтальных плоскостей. Горизонтальные плоскости отсекают от четырехугольной призмы прямоугольники, а вертикальные плоскости отсекают от треугольной призмы равнобедренные треугольники. Чтобы получить результат, показанный на рис. 2.9, *а*, необходимо начать построение сечения с точки, расположенной на ближней горизонтальной грани треугольной призмы, пропуская вперед дальнюю вертикальную грань, полученную в результате выреза четверти четырехугольной призмы. Правильно выбранная точка отсчета позволит последовательно выполнить все оставшиеся сечения, связанные между собой. Необходимо обратить внимание на небольшой выступ четырехугольной призмы из наклонной боковой поверхности треугольной. Если по какой-либо причине он не получится, восприятие геометрической формы четырехугольной призмы с четвертным вырезом нарушится, что, безусловно, является композиционным недостатком.

На рис. 2.9, *б* точка привязки берется на ближней к зрителю горизонтальной грани треугольной призмы, сразу же за вертикальной гранью, полученной в результате выреза четверти четырехугольной призмы.

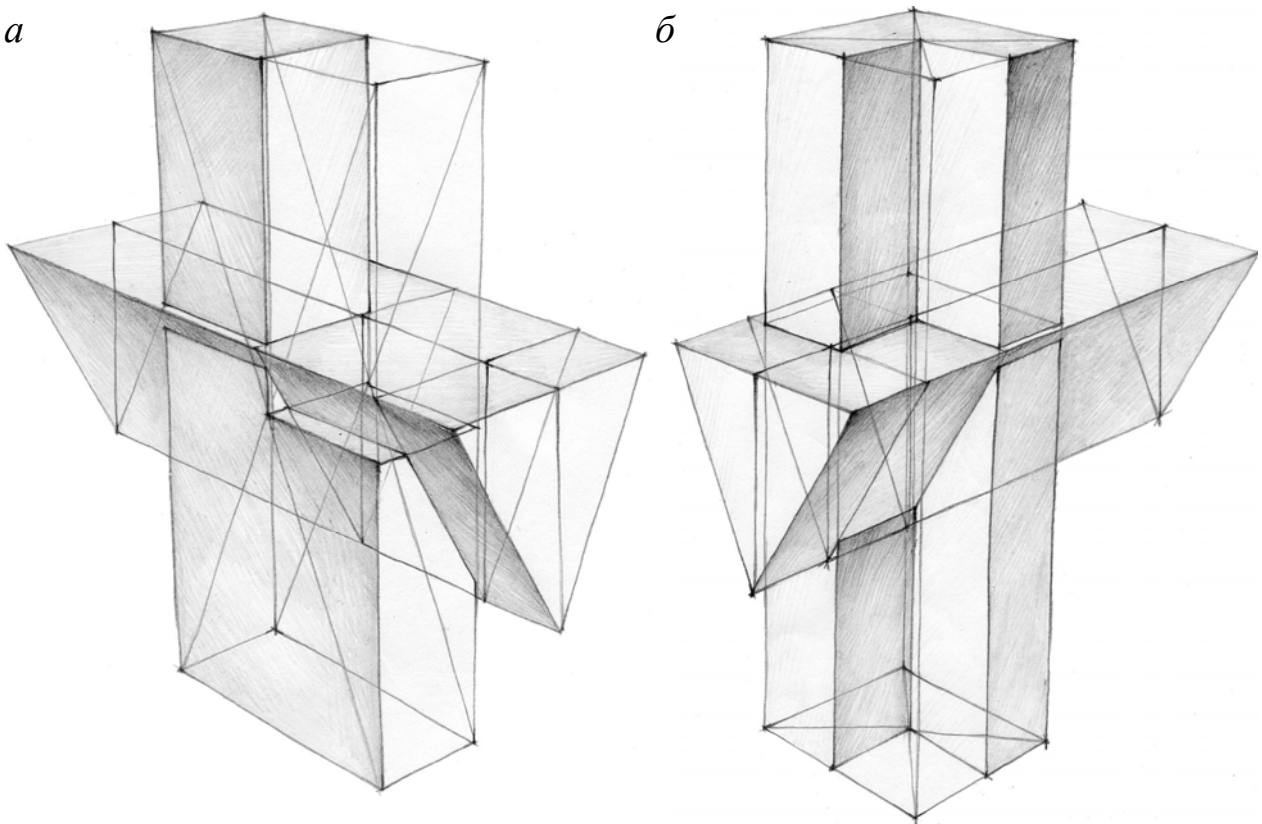


Рис. 2.9

3. ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНАЯ ПРИЗМА С ПРЯМОУГОЛЬНЫМ ОТВЕРСТИЕМ

3.1. Линейно-конструктивный рисунок четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием

На основе четырехугольной прямоугольной призмы строится геометрическое тело с простой структурой, в основании которого лежит четырехугольник с прямоугольным отверстием, видимые и невидимые ребра которого направляются по вертикальным и горизонтальным осям трехмерного пространства X , Y и Z . Ортогональные проекции четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием представляют собой следующее: в основании расположен первый прямоугольник, в том числе, возможно, использование и квадрата, внутри которого располагается меньший по размерам второй прямоугольник. Боковые грани – прямоугольники, внутри которых соответственно находятся меньшие по размерам прямоугольники, соотношение сторон которых определяет пропорции призмы (рис. 3.1).

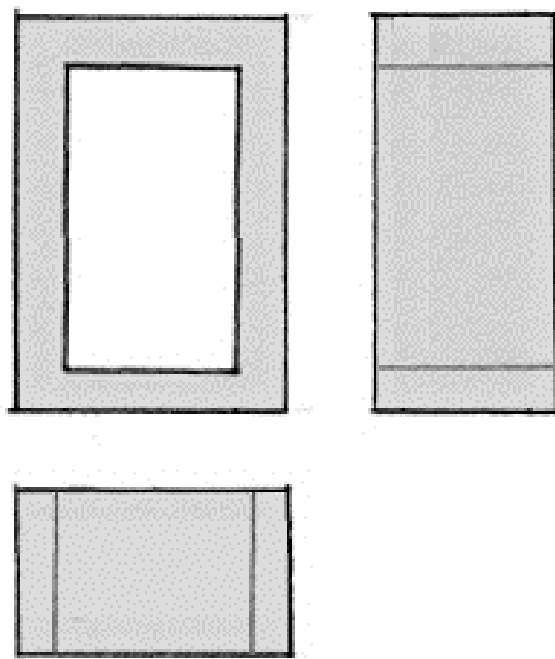


Рис. 3.1

Таким образом, структура четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием состоит из двух четырехугольных призм, где меньшая по пропорциям призма встраивается в структуру большей. Получаемое в результате отверстие является симметричным: одинаковыми могут быть либо все, либо только противоположные стороны прямоугольного отверстия. Четырехугольная призма с прямоугольным отверстием («рамка») в композиции, как правило, играет роль

вертикальной или горизонтальной доминанты, объединяющая в единое целое остальные геометрические тела. А благодаря своему прямоугольному отверстию становится легкой и ажурной, поэтому ее достаточно большие размеры не становятся громоздкими, в отличие, скажем от прямоугольной призмы, подобных пропорций.

Этапы построения четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием

1. Линейно-конструктивный рисунок четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием начинается с перспективного изображения четырехугольной призмы (подраздел 1.1). Выбор вертикального или горизонтального положения призмы зависит от композиционного замысла.

2. В нарисованной четырехугольной призме после уточнения пропорций прямоугольного отверстия и с учетом перспективного сокращения одинаковых расстояний выстраивается меньший по размерам четырехугольник. Таким образом, построение четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием сводится к последовательному изображению двух четырехугольников, одного внутри другого. Пропорции призмы рекомендуется выбирать таким образом, чтобы отверстие образовывало внутреннее открытое пространство (рис. 3.2).

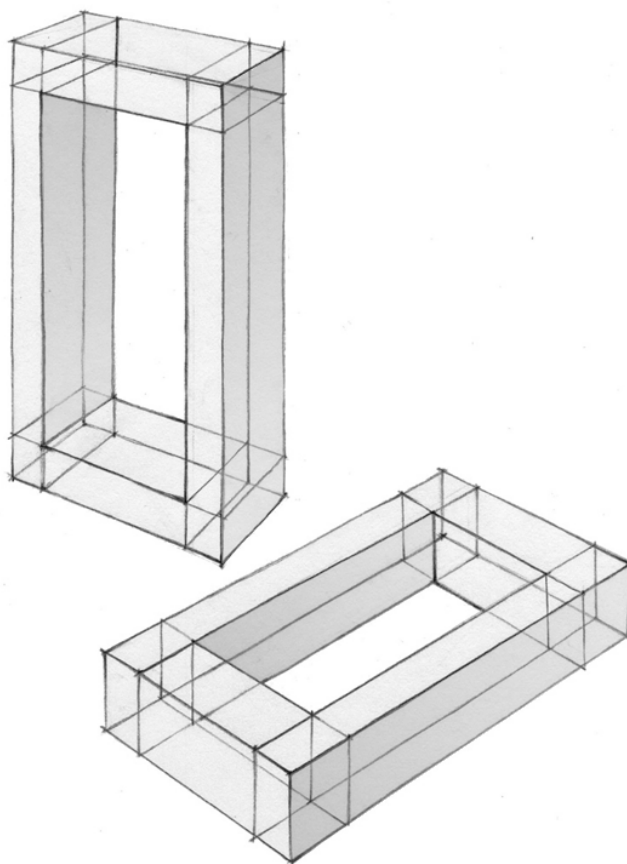


Рис. 3.2

3.2. Построение сечений четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием

Построение сечений граненных геометрических тел с поверхностью четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием сводится к формированию замкнутой пространственной линии, повторяющей собой форму ее основания. Таким образом, сечения представляют собой прямоугольники. Вершинами ломаной линии выступают узловые точки, в которых непосредственно грань или ребро четырехугольной призмы встречается с поверхностью геометрического тела, с которым она взаимодействует. Прямоугольное отверстие при сечении воспринимается как единая плоскость и образует общую врезку с геометрическими телами.

3.2.1. Композиционный узел из четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием, прямоугольной треугольной призмы и четырехугольной призмы с четвертным вырезом

Целесообразно начинать построение данного композиционного узла с изображения основного геометрического тела – горизонтально расположенной четырехугольной призмы с четвертным вырезом.

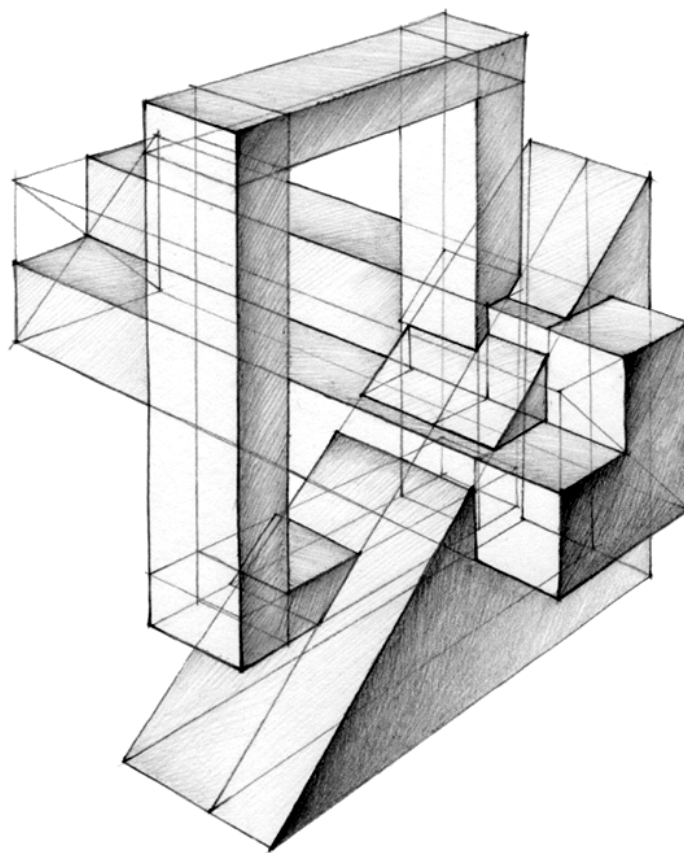


Рис. 3.3

Для построения эффектного каскада сечений, образованного взаимодействием «ступенек» четырехугольной призмы с наклонной гранью треугольной призмы намечается след сечения четвертного выреза от вертикальной плоскости сечения ее основания. Затем подбирается необходимый вариант наклона треугольной призмы таким образом, чтобы наклонная грань проникала сквозь уступы прямоугольной призмы. Третьим геометрическим телом в композиционной связке изображается четырехугольная призма с прямоугольным отверстием. При этом, как обычно, следует позаботиться о наиболее выразительном и желателно тройном пересечении геометрических тел. Для этого намечается след сечения, образованном сечением треугольной призмы вертикальной плоскостью. В границах этого сечения, а также с учетом небольшого участка, где происходит выход верхнего горизонтального ребра четвертного выреза из наклонной грани треугольной призмы, выстраивается призма с прямоугольным отверстием. В контексте сечений вертикальная плоскость четырехугольной призмы воспринимается как единое целое без учета прямоугольного отверстия, т. е. вертикальные «столбы» «рамки» имеют единственное общее сечение – прямоугольный треугольник с простой структурой.

3.2.2. Композиционный узел из четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием, прямоугольной треугольной призмы и четырехугольной призмы

Данный пример демонстрирует тройную врезку четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием, прямоугольной треугольной призмы и четырехугольной призмы (рис. 3.4).

Первым геометрическим телом следует изобразить треугольную прямоугольную призму, пропорции которой соответствуют общему композиционному замыслу. Второе геометрическое тело – четырехугольная призма с прямоугольным отверстием – образует замкнутый контур сечения, который сформирует окончательный результат при добавлении третьего геометрического тела – четырехугольной призмы. Замкнутый контур связывает между собой все три геометрических тела. Он берет свое начало от горизонтального сечения треугольной призмы, образованного одной из опор «рамки», до точки пересечения с наклоном треугольного сечения, получившегося в результате взаимодействия треугольной призмы с вертикальной гранью четырехугольной призмы.

Четырехугольная призма с прямоугольным отверстием отсекает от треугольной призмы прямоугольное сечение таким образом, чтобы одна из «опор» «рамки» образовывала свободное пространство с наклонной гранью треугольной призмы. Вертикальная четырехугольная призма своим расположением объединяет зазор между двумя первыми геометрическими телами и образует единую связку в виде тройного пересечения.

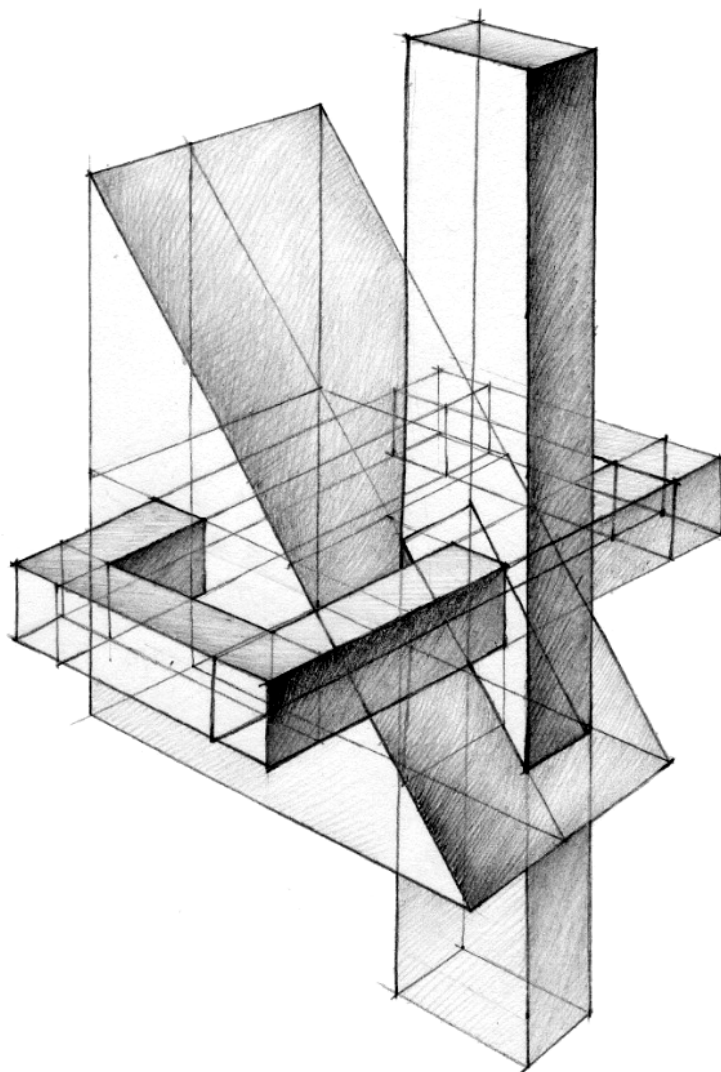


Рис. 3.4

3.2.3. Сечение равнобедренной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки в четырехугольную призму с прямоугольным отверстием

Использование наклонных геометрических тел придает композиции ярко выраженный динамичный характер. Одна из граней прямоугольной призмы становится наклонной, другая остается вертикальной. При этом у вертикально направленных граней геометрических тел появляется дополнительная (третья или четвертая) точка схода, нахождение которой требует опыта работы и развитого пространственного воображения. При неточном определении такой точки произойдет нарушение перпендикулярности вертикальной и наклонной граней прямоугольной призмы.

Равнобедренная треугольная призма при взаимодействии с наклонной гранью четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием образует наклонный треугольник, центральная ось которого становится параллельна наклону четырехугольника, а основание не меняет своей структуры и по-прежнему идет

в перспективу (рис. 3.5). Чтобы получить данное пересечение, точка привязки выбирается на ближнем к зрителю горизонтальном ребре треугольной призмы сразу же после точки отсчета врезки, где пересекаются ближние грани двух взаимодействующих геометрических тел. Взаимодействие наклонной грани четырехугольной призмы с наклонной гранью треугольной представляет собой прямую линию, идущую в перспективу.

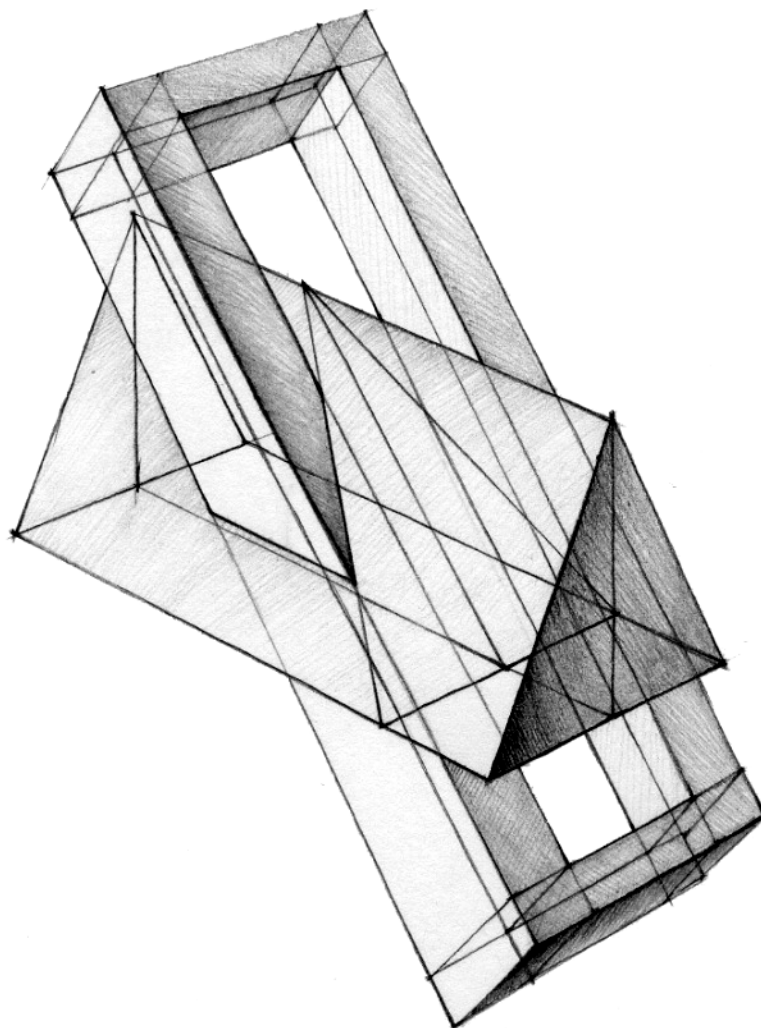


Рис. 3.5

4. ТРЕУГОЛЬНАЯ ПРИЗМА

4.1. Линейно-конструктивный рисунок треугольной призмы

В основании треугольной призмы лежит прямоугольный, равнобедренный и равносторонний треугольник. Ортогональные проекции треугольной призмы представляют собой следующее: в основании расположен заданный треугольник, боковые грани – прямоугольники, соотношение сторон которых определяет пропорции призмы. Боковые грани призмы представляют собой параллелограммы (рис. 4.1, *а*). Характер изображений этих видов треугольных призм зависит от расположения конкретного вида в формате листа, а также относительно других геометрических тел, т. е. от композиционного замысла автора. Для равнобедренной (равносторонней) призмы наиболее оптимальны вытянутые пропорции, направленные по вертикали или по горизонтали. Наряду с другими призмами она может играть в композиции роль вертикальной или горизонтальной доминанты. Другой характер в композиции задает прямоугольная треугольная призма. Наклон одной из трех боковых поверхностей способствует созданию ярко выраженной наклонной плоскости, градус наклона которой произволен.

Структура основания равнобедренной (равносторонней) треугольной призмы имеет одну ось, направленную перпендикулярно к центру одной из трех сторон (рис. 4.1, *б*). Структура основания прямоугольной треугольной призмы не имеет осей. Две перпендикулярные друг другу стороны и являются ее структурой (рис. 4.1, *в*). При изображении призм всегда необходимо учитывать, что основание треугольника и высота образуют между собой прямой угол.

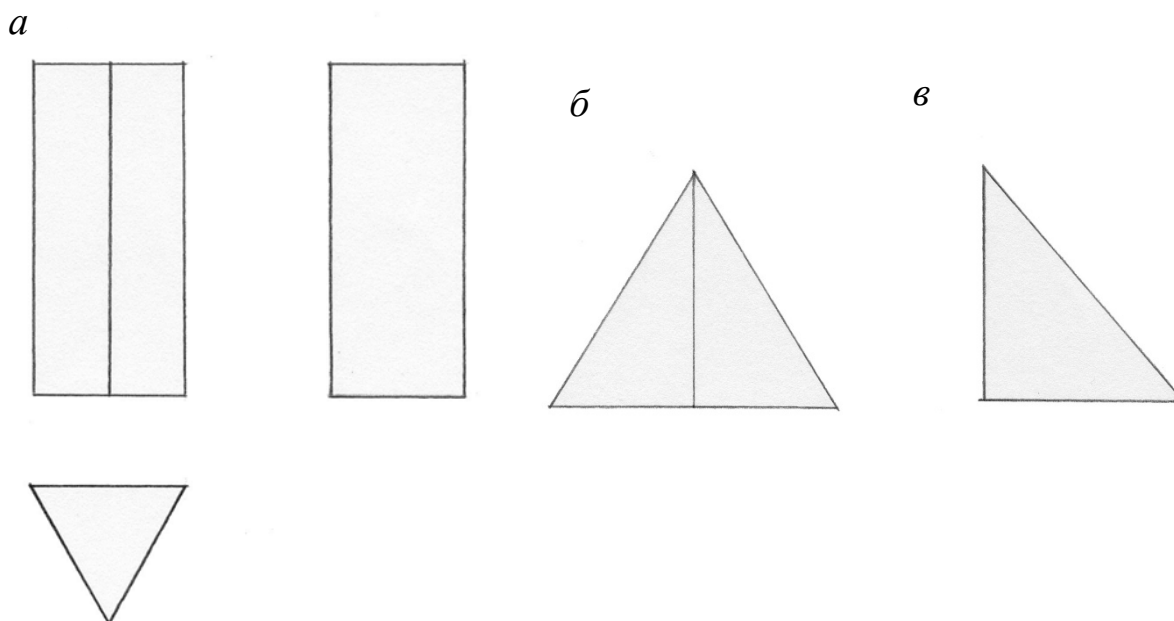


Рис. 4.1

Этапы построения прямоугольной треугольной призмы

1. Изображение треугольной в основании призмы строится на основе перспективы плоскостей, ее образующих. Построение призмы сводится к последовательному изображению видимого основания, а затем невидимого. Основание призмы – прямоугольный треугольник произвольных пропорций: от узеньких пластин до массивных форм, задающих динамичный характер всей композиции и связывающих между собой все геометрические тела. Основание призмы может располагаться как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости (это относится к любому из геометрических тел, составляющих композицию). Построение видимого основания начинается в первую очередь с изображения его структуры – двух сторон треугольника, связанных с осями трехмерного пространства X , Y или Z . После этого, соединив полученные конструктивные точки третьим ребром, можно получить видимое основание треугольной призмы. Соотношение первых двух сторон задает необходимый угол наклона.

2. Построение невидимого основания прямоугольной треугольной призмы, как правило, более сложное в горизонтальном положении, чем в вертикальном. Это связано с соблюдением равномерности при сокращении геометрического тела при удалении от зрителя и относится к построению любого геометрического тела, имеющего симметричные видимое и невидимое основания. Сначала изображается центральное боковое ребро, относительно которого необходимо сокращать два боковых. Невидимое основание всегда будет меньше по высоте видимого, но при этом иметь большую степень раскрытия. При построении прямоугольной треугольной призмы в вертикальном положении вертикально направленные грани образуют невидимое треугольное основание на заданном расстоянии, степень раскрытия которого будет больше видимого основания (рис. 4.2).

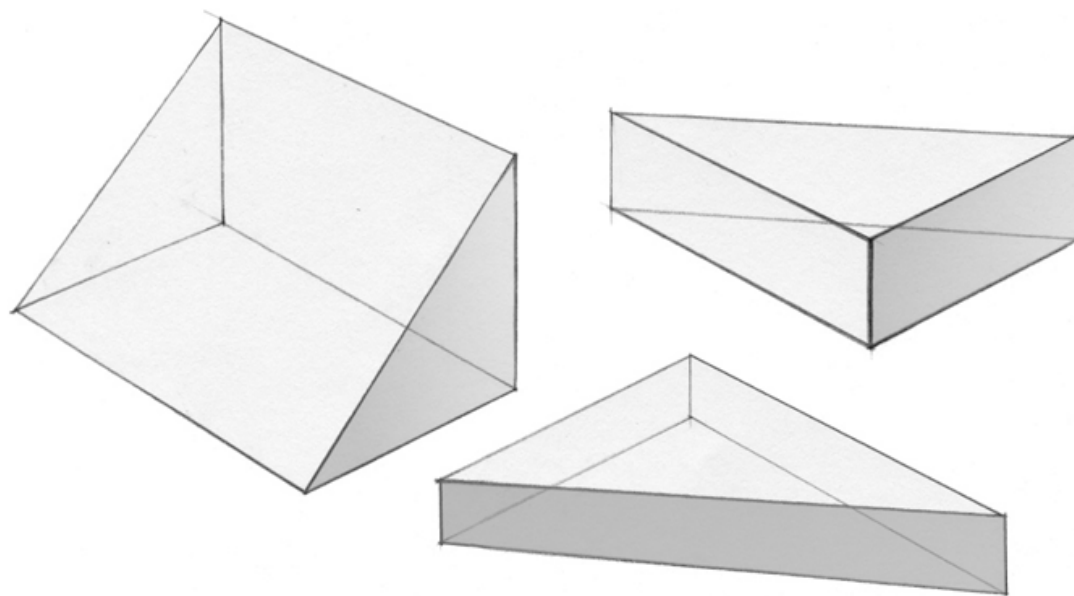


Рис. 4.2

Этапы построения равнобедренной (равносторонней) треугольной призмы

1. Построение призмы начинается с изображения видимого основания – треугольника. Дается его основание и точка пересечения с осью. Согласно закону перспективного сокращения, центр делит основание на два отрезка. Отрезок, расположенный ближе к зрителю перед осью, будет больше отрезка, расположенного за осью. Высота проводится к центру основания перпендикулярно для вертикального или горизонтального треугольника соответственно. Достраивается треугольное основание. В случае построения равносторонней треугольной призмы в основании рисуется равносторонний треугольник, построение которого рассматривается в подразделе 7.1.

2. Построение невидимого основания треугольной призмы в горизонтальном положении сводится к равномерному сокращению боковых граней относительно центральной оси построения в сторону удаления от зрителя согласно законам перспективы. Первоначально следует провести в точку схода ось невидимого основания и зафиксировать его центр. Это позволит правильно изобразить сокращение боковых граней. При построении призмы в вертикальном положении вертикально направленные грани и центральная ось образуют невидимое треугольное основание, степень раскрытия которого будет больше видимого основания. Основание треугольной призмы может быть направлено своей вершиной в любую сторону относительно осей трехмерного пространства (рис. 4.3).

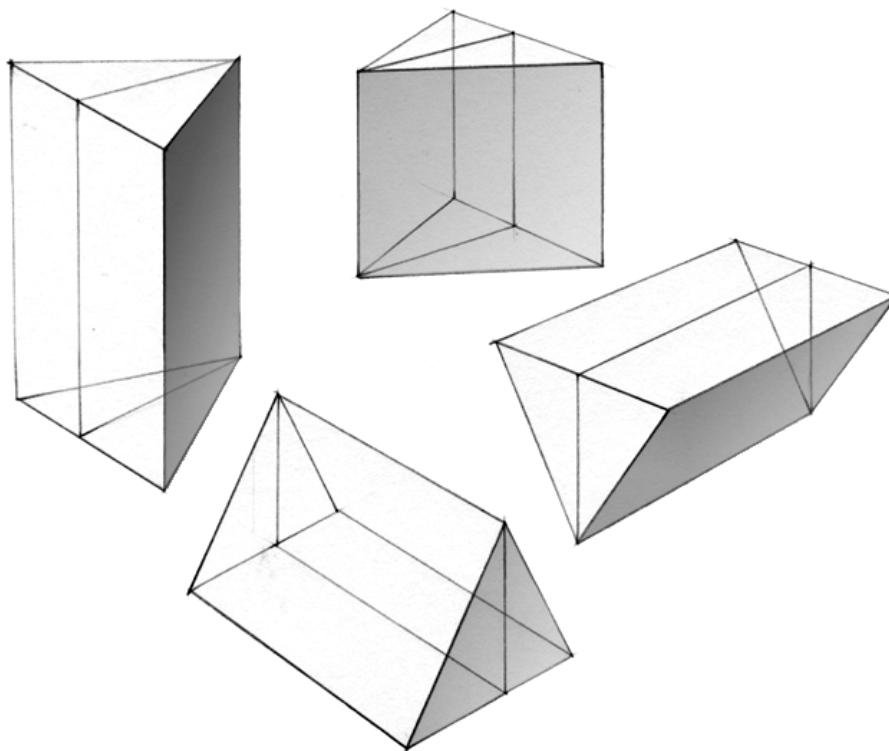


Рис. 4.3

4.2. Построение сечений треугольной призмы

Построение сечений граненых геометрических с поверхностью треугольной призмы сводится к формированию замкнутой пространственной линии, повторяющей собой структуру ее основания. Вершинами ломаной линии выступают точки, в которых непосредственно грань или ребро треугольной призмы встречается с поверхностью геометрического тела.

Примеры сечений, представленные в подразделе 4.2, разного вида треугольных призм с четырехугольными призмами и геометрическими телами, построенных на основе четырехугольника, а также между собой позволяют понять в дальнейшем принцип взаимодействия любого геометрического тела. Во-первых, опыт относительно простого построения треугольных призм, имеющих в своей структуре одну ось, позволит в дальнейшем более свободно осваивать построение сечений геометрических тел с более сложной структурой. Во-вторых, принцип построения сечений одинаков для всех геометрических тел. В-третьих, сечения разного вида треугольных призм демонстрируют взаимодействие различных поворотных и наклонных плоскостей по отношению друг к другу. Поэтому на первом этапе обучения важно уделить внимание именно этому разделу. Методика освоения данного этапа предполагает не запоминание, а понимание закономерностей построения самих геометрических тел и их пересечений.

В процесс обучения объемно-пространственной композиции из геометрических тел входит повторение данных примеров с целью закрепления знаний. Кроме того, изменение точки привязки позволяет усложнить задачу. Следует помнить, что приведенные примеры врезок не являются сами по себе целостной законченной композицией, а только ее элементами, которые возможно использовать как варианты при ее составлении.

4.2.1. Сечения треугольных призм наклонными плоскостями

Пример взаимодействия прямоугольной и равнобедренной треугольной призм осуществляется с помощью двух последовательно выполненных сечений: прямоугольного треугольника без измененной структуры и наклонного равнобедренного треугольника. На рис. 4.4 показывается, как в зависимости от выбора точки привязки будет получаться разный результат. В первом случае (рис. 4.4, *а*) вперед выходит горизонтальная треугольная призма, во втором (рис. 4.4, *б*) – вертикальная. Рекомендуется начинать построение врезки с простого сечения горизонтальной прямоугольной треугольной призмы вертикальной плоскостью. Привязкой на рис. 4.4, *а* является точка, расположенная на грани ближней к зрителю прямоугольной треугольной призмы за вертикальной гранью равнобедренного многоугольника. Точка привязки на рис. 4.4, *б* берется уже перед этой вертикальной гранью. Построив первое сечение в виде прямоугольного треугольника, переходим к следующему. Теперь рассматривается пересечение вертикальной треугольной призмы наклонной плоскостью, наклон

которой уже построен. В этом и других подобных случаях при построении врезок с помощью нескольких сечений следует знать, что часть первого сечения автоматически становится продолжением следующего. Заданный наклон, построенный при первом простом сечении от взаимодействия равнобедренной треугольной призмы с вертикальной плоскостью, является началом построения второго сечения в виде наклонного равнобедренного треугольника, направление оси которого остается без изменения, а форму наклона берет на себя его структурная грань. Третье сечение прямоугольной треугольной призмы с измененной структурой строится по желанию.

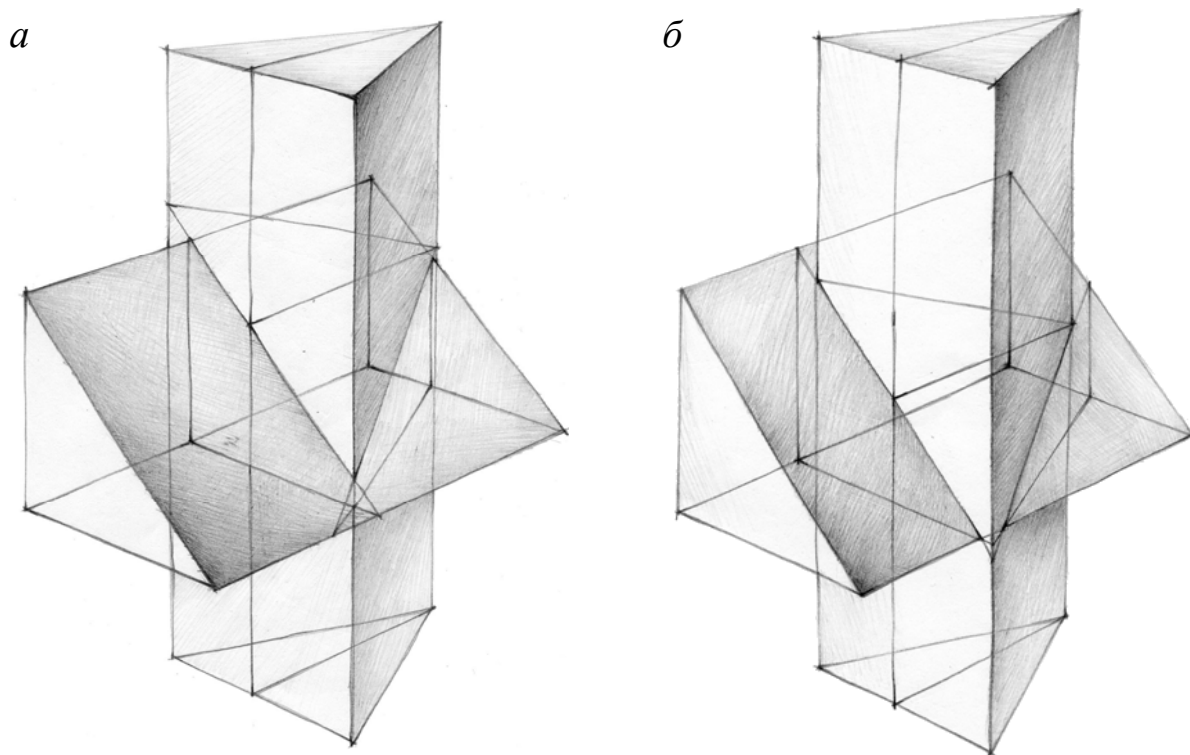


Рис. 4.4

4.2.2. Сечения треугольных призм наклонными плоскостями

Данные примеры рассматривают еще один пример взаимодействия двух разноструктурных треугольных призм между собой. Построение каждой врезки на обоих рисунках можно осуществить двумя способами. При этом не имеет значения, какое геометрическое тело будет рассматриваться как плоскость сечения, а какое останется цельным объемом, на который воздействует эта плоскость. С методологической точки зрения здесь показаны оба способа построения сечений. Из чего следует, что результат сечения не может быть разным.

Врезка состоит из одного сечения с измененной структурой. Первый способ рассматривает пересечение вертикальной равнобедренной треугольной призмы наклонной плоскостью. Точка привязки берется таким образом, что на первый план выступает горизонтальная призма. Сечение представляет собой

наклонный треугольник, ось которого параллельна наклонной плоскости сечения. На рис. 4.5, *а* наклонное сечение направлено вершиной вниз, на рис. 4.5, *б* – вверх, каждое соответственно заданной структуре треугольного основания.

При втором способе пересечения рассматривается взаимодействие прямоугольной треугольной призмы с вертикальной поворотной плоскостью, принадлежащей равнобедренной треугольной призме. В результате получается сечение в виде поворотного треугольника, при котором один из отрезков структуры сохраняет свое направление, а второй становится параллелен поворотной плоскости.

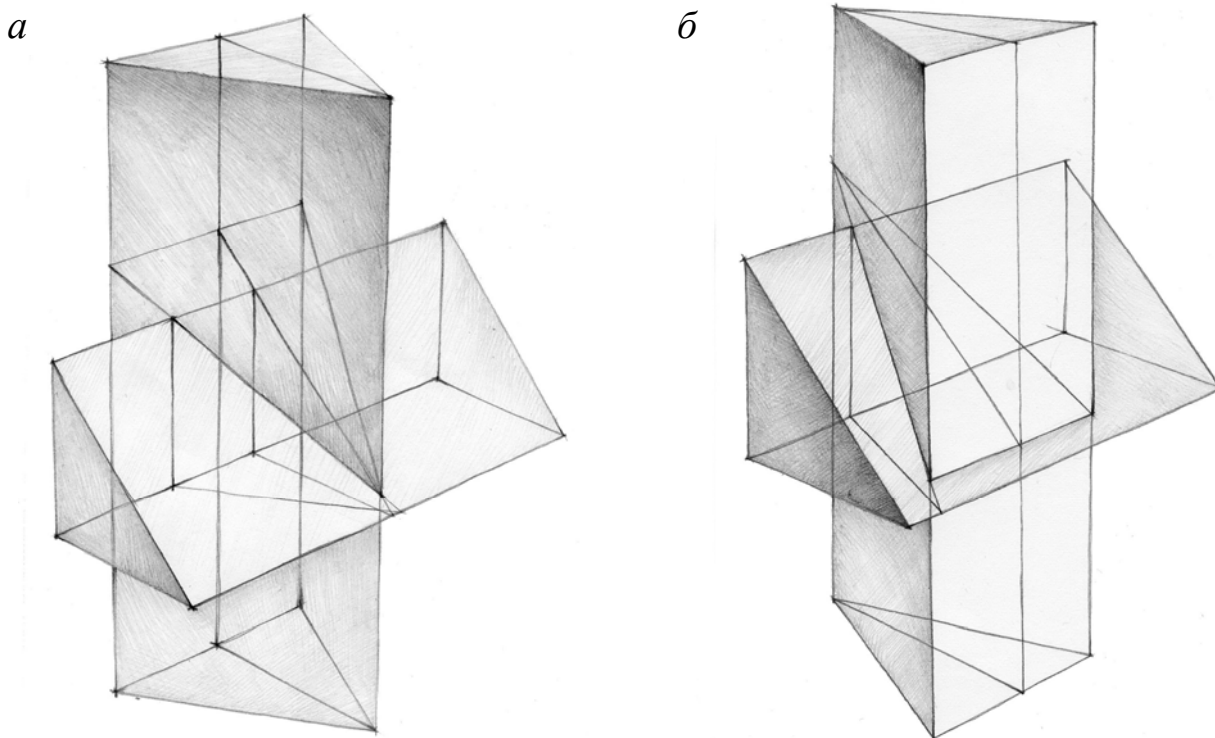


Рис. 4.5

4.2.3. Сечение равнобедренной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки в прямоугольную треугольную призму

Достаточно развернуть вертикальное геометрическое тело по направлению оси основания в другую точку схода, чтобы получить новый вид взаимодействия двух разноструктурных треугольных призм. В этом состоит суть разнообразия приемов при составлении композиции из геометрических тел. Врезка состоит из одного сечения с измененной структурой. Привязку необходимо задать таким образом, чтобы получился выразительный узел взаимодействия двух геометрических тел. При движении от вершины равнобедренной треугольной призмы вниз, необходимо пересечь наклонную видимую грань пря-

моугольной треугольной призмы и зафиксировать остановку точкой. Эта точка и будет являться началом сечения. В первую очередь строится ось треугольного сечения, дублирующая своим направлением ось основания вертикальной треугольной призмы, структура которой не меняется.

Через точку пересечения оси и центральной невидимой оси вертикальной призмы, можно построить невидимую сторону основания с изменившимся наклоном, параллельным наклону прямоугольной призмы (рис. 4.6). Полученные три точки дают возможность построить наклонный треугольник. Такое взаимодействие, когда вперед выступает небольшая часть вертикальной призмы, возможно благодаря определенному положению обоих геометрических тел относительно друг друга.

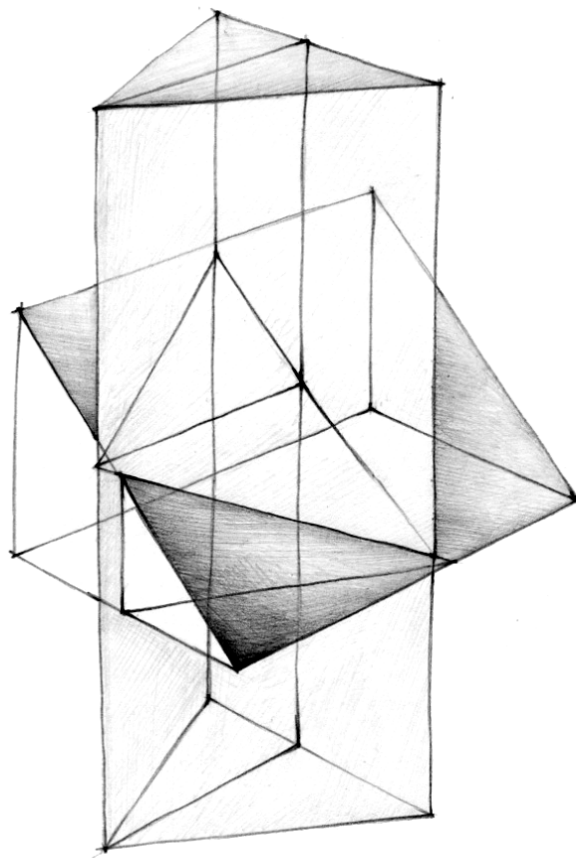


Рис. 4.6

4.2.4. Сечения равнобедренных треугольных призм плоскостями различного вида

В композиции часто взаимодействуют между собой геометрические тела, имеющие оси, связывающие видимое основание с невидимым. Два следующих примера показывают взаимодействие геометрических тел, каждое из которых имеет в своей структуре оси построения. В таких случаях важно помнить, что оси разных геометрических тел не должны совпадать при пересечении. Разный

разворот оси основания вертикальной треугольной призмы относительно горизонтальных осей трехмерного пространства X и Y позволяет создать разнообразие в выборе того или иного ракурса восприятия. Врезка состоит из двух сечений. Начинать следует с простого сечения, при котором не меняется структура, вертикальной призмы горизонтальной плоскостью сечения. На рис. 4.7, *а* привязкой выступает точка, расположенная на ближней к зрителю грани этой призмы, ниже грани горизонтальной призмы. На рис. 4.7, *б* – точка привязки располагается на центральной вертикальной оси выше горизонтальной грани. Первая линия в сечении проводится по направлению осей трехмерного пространства, в данном случае X и Y .

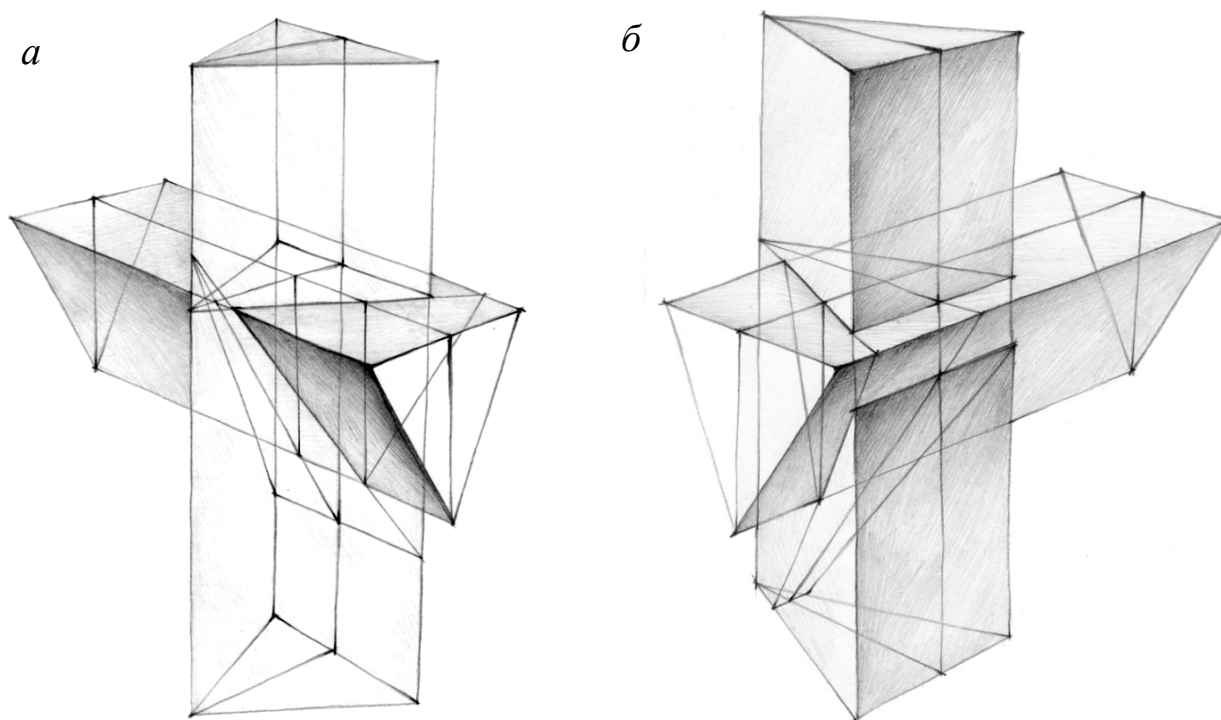


Рис. 4.7

По мере нахождения всех узловых точек структуры геометрического тела, выстраивается простое сечение в виде треугольника. Полученные в результате горизонтальные треугольники, как на рис. 4.7, *а*, так и рисунке 4.7, *б*, дают начало построению вертикальных треугольников с измененной структурой, приобретенные в результате взаимодействия горизонтальной призмы с вертикальной поворотной плоскостью. Горизонтальная структура сечений поменяет свое направление и станет параллельно боковым ребрам вертикальных треугольных призм. Третий наклонный треугольник, полученный в результате пересечения вертикальной треугольной призмы с боковой наклонной поверхностью горизонтальной, создает полную картину взаимодействия различных поверхностей двух треугольных призм и их сечений между собой.

4.2.5. Сечения равнобедренных треугольных призм плоскостями различного вида

При врезке двух равнобедренных треугольных призм между собой необходимо выстроить три сечения по количеству взаимодействующих между собой плоскостей. Данные примеры построения показывают, что в зависимости от выбора точки привязки вперед выступает одна из двух треугольных призм.

На рис. 4.8, *а* точка привязки берется на ближнем к зрителю ребре горизонтального геометрического тела за гранью вертикальной призмы. Первое треугольное сечение будет простым, без измененной структуры, образованное при взаимодействии горизонтальной призмы с вертикальной плоскостью. Второе сечение, являясь продолжением первого, создает узловые точки для построения второго треугольника, лежащего в горизонтальной плоскости, образованного взаимодействием вертикальной призмы с горизонтальной плоскостью.

Существует два варианта построения третьего сечения: 1) пересечение горизонтальной призмы вертикальной поворотной плоскостью; 2) пересечение вертикальной треугольной призмы наклонной горизонтальной плоскостью. В любом случае структура треугольного сечения изменится. Оси треугольного сечения сохраняют свое направление. Стороны треугольного основания станут параллельны поворотной (при первом варианте) или наклонной (при втором варианте) плоскости. Следует отметить, что наиболее точным для рис. 4.8, *а* будет сечение при первом варианте, а для рис. 4.8, *б* – второй, т.к. в результате построения появляется конкретная точка выхода одного геометрического тела из другого.

На рис. 4.8, *б* точка привязки расположена на самом ближнем к зрителю ребре горизонтального геометрического тела перед гранью вертикальной призмы. Последовательность построений трех сечений в виде треугольников сохраняется. На двух рисунках хорошо читается взаимодействие четырех треугольных сечений, когда составляющие их пары в одном случае идут внахлест, в другом – разделены ребром геометрического тела.

При взаимодействии геометрических тел, каждое из которых имеет в своей структуре оси построения, необходимо помнить: оси двух геометрических тел в сечениях не должны пересекаться друг с другом. Во-первых, произойдет путаница структур и узловых точек геометрических тел. Во-вторых, в конечном итоге это приводит к врезке встык.

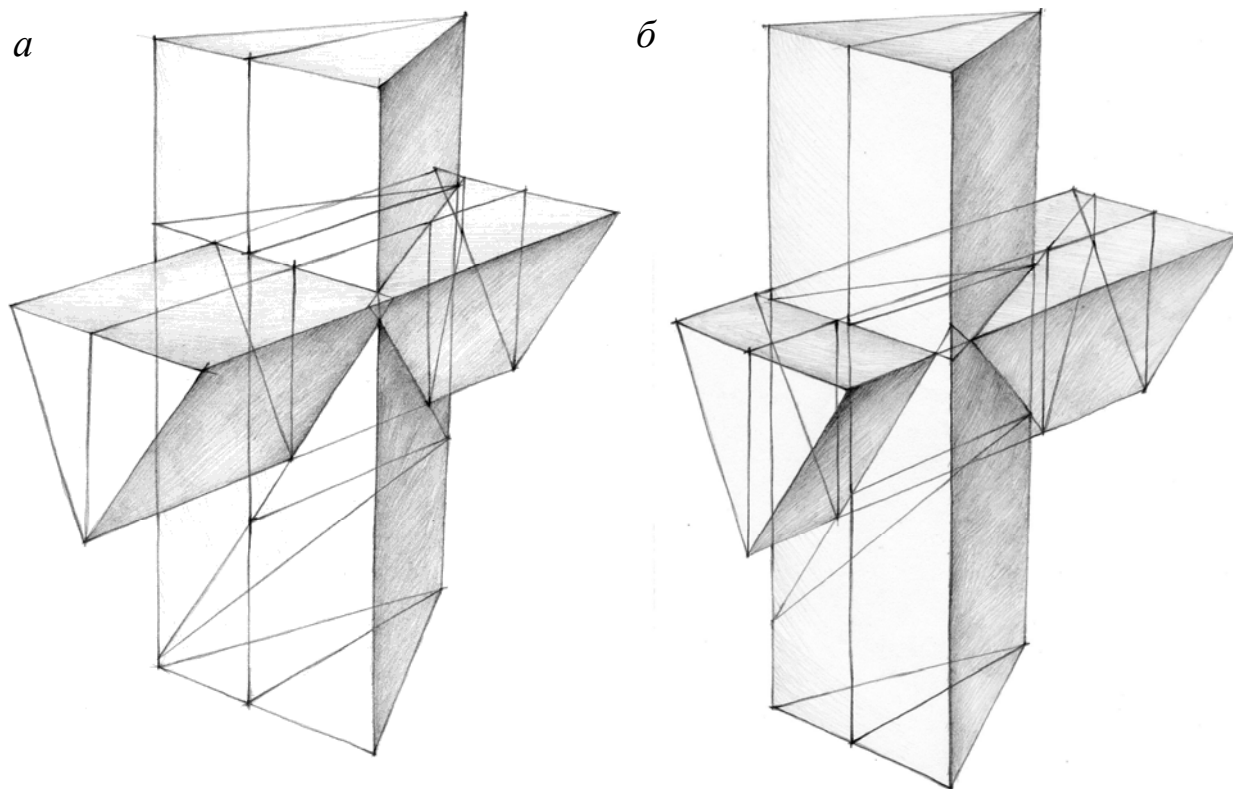


Рис. 4.8

4.2.6. Сечения равнобедренной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки в прямоугольную треугольную призму

В объемно-пространственной композиции часто встречаются такие взаимодействия, при которых сечение полностью не помещается в границах геометрического тела. Такая ситуация представлена на рис. 4.10. Сечение наклонной плоскости, принадлежащей прямоугольной треугольной призме, образует наклонный равнобедренный треугольник, выходящий за пределы вертикальной призмы. Для построения врезки не требуется удлинять геометрическое тело, чтобы найти узловые точки сечения. Иногда построить сечение полностью невозможно из-за большой удаленности точек друг от друга.

Существует метод неполного построения сечений, на основе взаимодействия трех его составляющих:

- оси геометрического тела (или структурного ребра, ее заменяющей);
- следа сечения;
- оси наклонного сечения.

По любым из двух известных составляющих всегда можно найти третью неизвестную составляющую. Они всегда пересекаются в одной точке.

На схеме рис. 4.9, *a* две из трех составляющих задаются – это горизонтальная ось основания призмы 2–3 и след сечения 4–5. Через точку их пересечения будет проходить искомая ось наклонного сечения 1–6. Определить необходимую часть наклонного сечения позволяет соединение следов сечений, которые

встречаются на гранях секущей плоскости 4–5 с узловой точкой наклонной оси б. Здесь искомой наклонной осью выступает измененная структура оси основания треугольной равнобедренной призмы. В сечение попадает только верхушка наклонного треугольника.

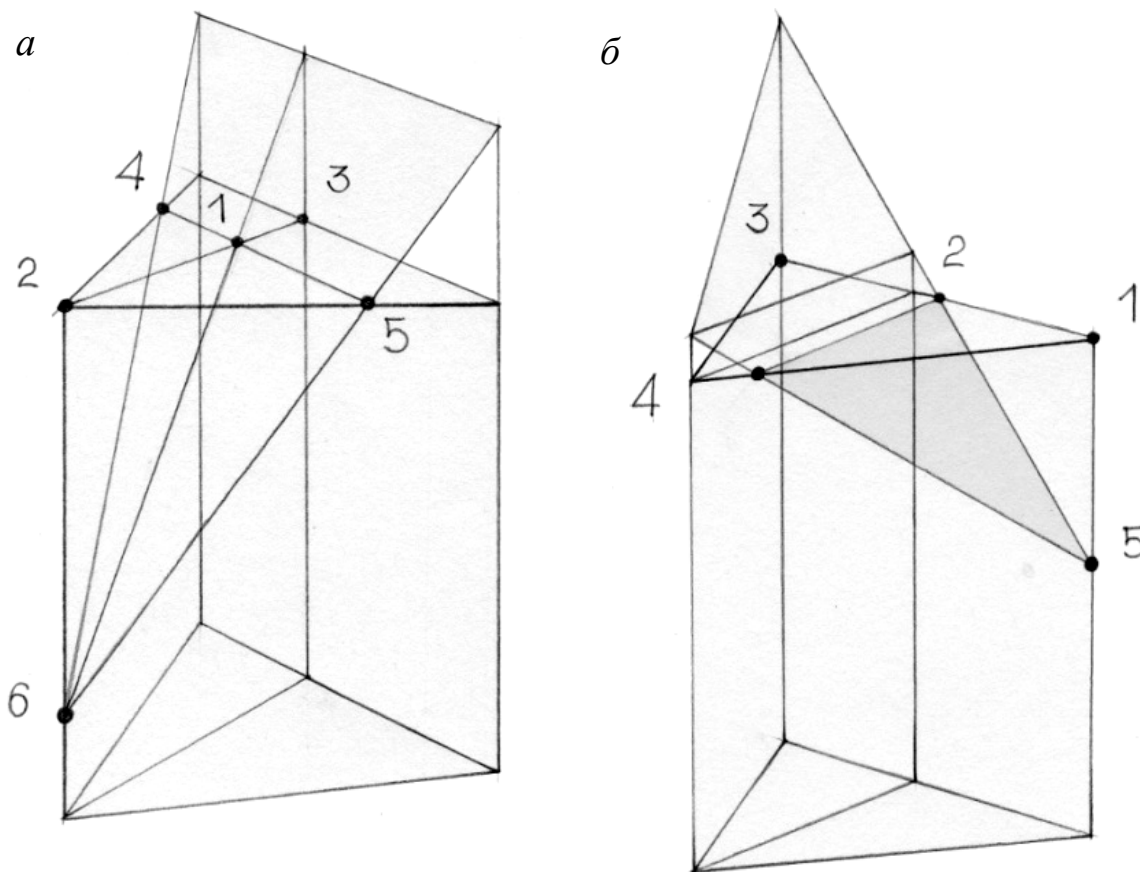


Рис. 4.9

На схеме рис. 4.9, б заданы такие две составляющие, как структурное ребро основания призмы 1–3 и след сечения 4–2. Точка их пересечения 2 является началом построения оси наклонного сечения, которая позволит определить угол наклона одной из вершин основания 5. Соединив след сечения с новым углом наклона треугольника 4–5, получаем часть врезки наклонного равнобедренного треугольника. Здесь искомой наклонной осью выступает измененная структура оси основания треугольной равнобедренной призмы. В зависимости от выбора следа сечения в видимую часть наклонного сечения могут попадать те или иные составляющие структурных элементов геометрических тел.

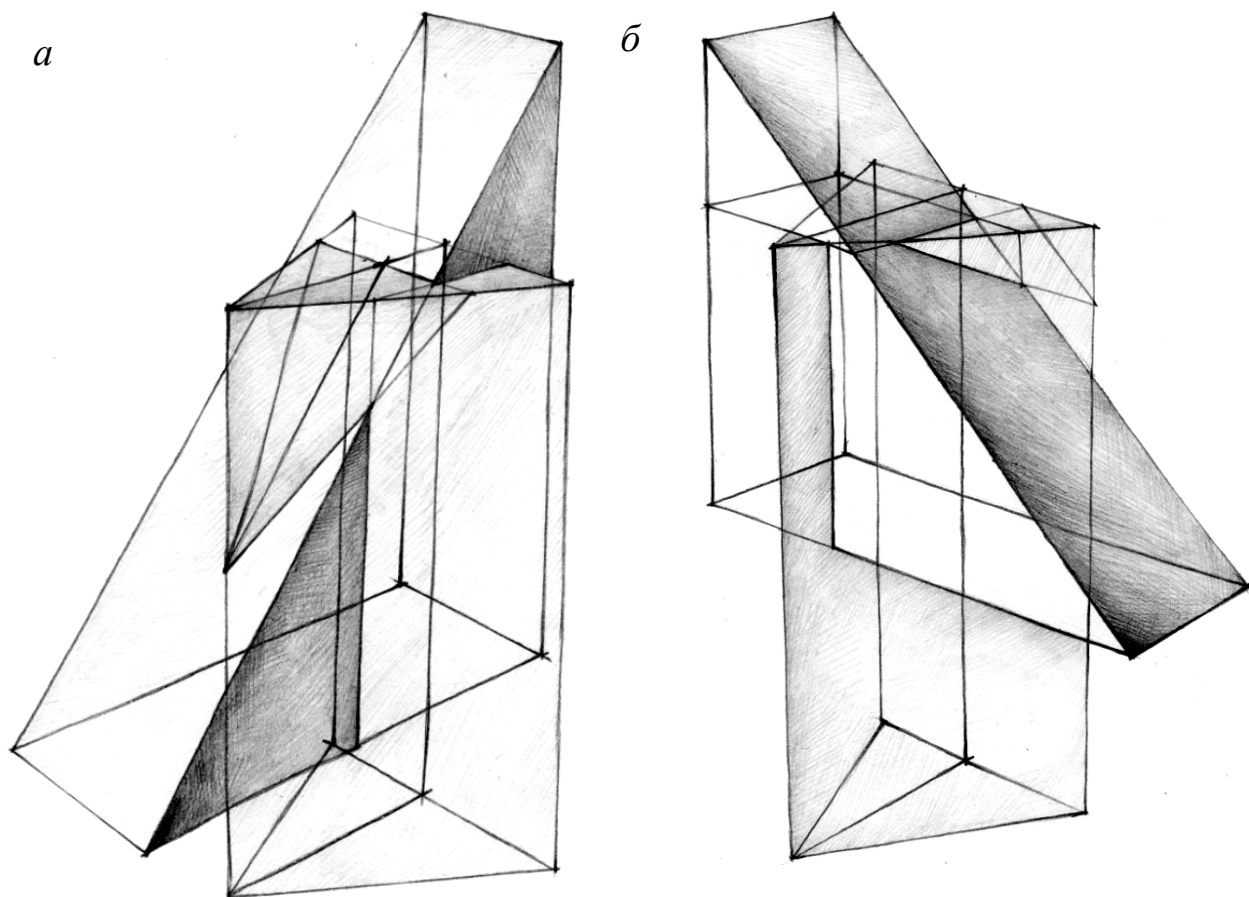


Рис. 4.10

4.2.7. Сечения равнобедренной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки в прямоугольную треугольную призму

Продолжая рассматривать построение сечений, выходящих за границы геометрического тела, представленных также на рис. 4.10, рассмотрим следующие примеры, позволяющие понять метод построения неполных сечений. Сечения наклонных плоскостей, принадлежащих прямоугольным треугольным призмам, образуют наклонные равнобедренные треугольники, которые выходят за пределы вертикальной призмы. Здесь для наглядности приводится построение треугольных сечений полностью, что делать в практической работе не обязательно. В зависимости от положения вершины равнобедренной треугольной призмы вверх или вниз, получаемые наклонные сечения будут ориентироваться соответственно каждый своей структуре.

В обоих случаях структура сечений будет сложной, т. е. измененной. Изменится направление оси треугольного основания. Вертикальное направление преобразуется в наклонное, которое будет параллельно наклону грани прямоугольной призмы (см. рис. 4.11, 4.12).

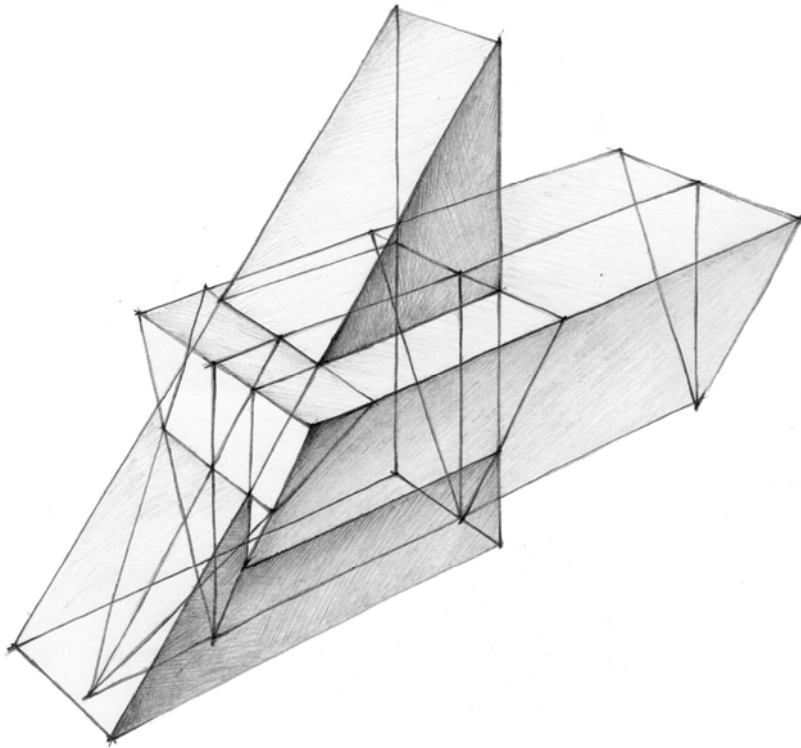


Рис. 4.11

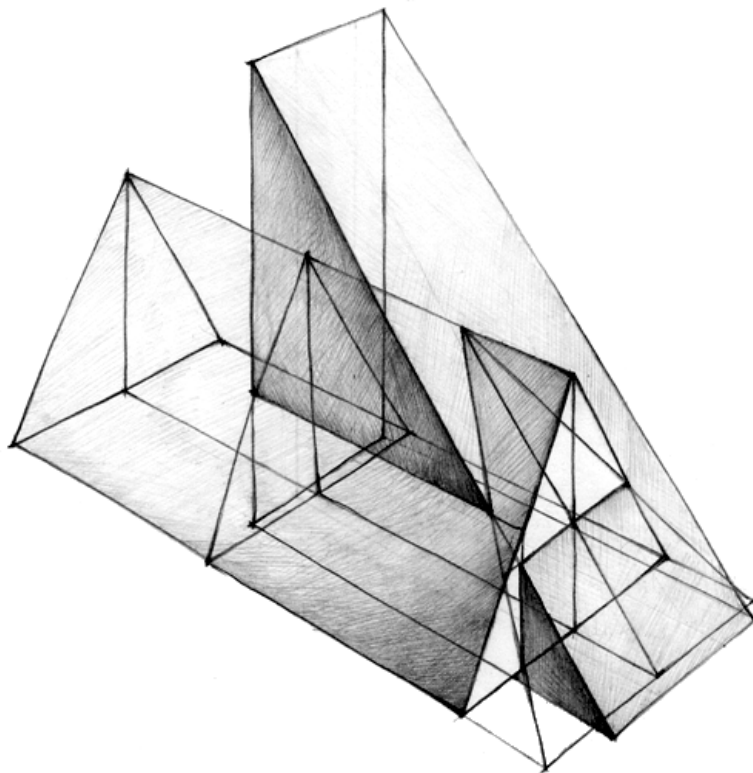


Рис. 4.12

При построении врезок используется метод неполных сечений на основе взаимодействия трех его составляющих: оси геометрического тела, следа сечения и оси наклонного сечения, которые всегда пересекаются в одной точке. задается необходимый след сечения, проходящий через видимое вертикальное основание равнобедренных треугольных призм на обоих рисунках. Через точку пересечения оси основания и следа сечения проходит искомая ось наклонного сечения до встречи с горизонтальной осью равнобедренного многоугольника на рис. 4.11 или до встречи с его верхним горизонтальным ребром на рис. 4.12. Соединив полученные три точки, можно достроить необходимую часть наклонного сечения. В первом и во втором случае искомой наклонной осью является измененная структура оси основания треугольной равнобедренной призмы. Достраивая в перспективе необходимую часть горизонтального геометрического тела, необходимо изобразить наклонные треугольные сечения.

4.2.8. Композиционный узел из четырехугольной призмы и двух прямоугольных треугольных призм

Не существует определенной последовательности в изображении сложных композиционных узлов, состоящих из трех и более геометрических тел. Выбор в последовательности изображения геометрических тел всегда индивидуален. В данном случае первым геометрическим телом была нарисована горизонтальная прямоугольная треугольная призма. Вторым – вертикальная. Наклон вертикальной прямоугольной треугольной призмы задается по следу сечения, который приводит к конечному результату.

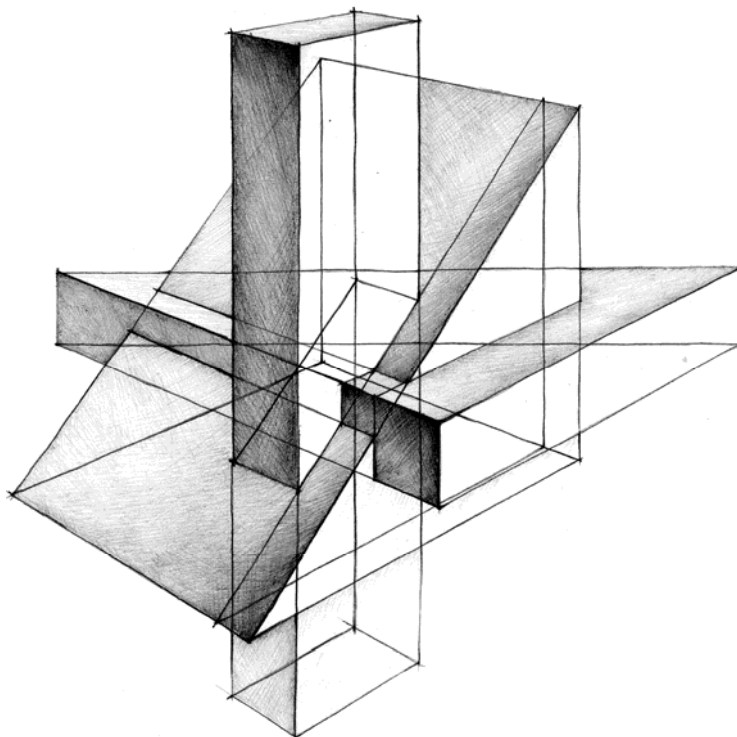


Рис. 4.13

При изображении третьего геометрического тела также задается след наклонного сечения. Оно будет в виде прямоугольника с измененной структурой, образованное наклонной плоскостью треугольной призмы и имеющее общую грань соприкосновения с простым сечением прямоугольной треугольной призмы, взаимодействующую с вертикальной плоскостью четырехугольника. При этом следует учитывать расположение вертикальных граней четырехугольной призмы, чтобы они не совпали с вершиной и гранями уже нарисованных треугольных призм. Такое совпадение недопустимо и является композиционным недостатком. Сложность данного композиционного узла состоит в грамотном распределении соотношения пропорций и пересечений геометрических тел между собой.

4.2.9. Композиционный узел из четырехугольной призмы и двух прямоугольных треугольных призм

Композиционный узел из трех геометрических тел целесообразно начинать с последовательного изображения двух треугольных призм, врезка которых в виду сложности построения представлена на рис. 4.15, *а* отдельным узлом со схемами (рис. 4.14). Рис. 4.15, *а* демонстрирует взаимодействие двух наклонных плоскостей между собой. Сечение всегда будет принимать среднее значение между наклонами двух ребер треугольных призм. Механизм построения наклонного сечения представлен двумя схемами, которые помогут рассмотреть взаимодействие в отдельности каждого геометрического тела с наклонной плоскостью.

Горизонтальная прямоугольная треугольная призма с вершинами, обозначенными точками $1, 2, 3$ на схеме 4.14, *а*, при пересечении с наклонной плоскостью меняет свою структуру, в результате чего появляется наклонный треугольник $1'-2'-3'$. Грань одного из основания треугольной призмы $2-3$ не меняет своего направления, а только выходит за пределы геометрического тела $2'-3'$. Грань второго основания принимает направление наклона $1'-2'$. Достроив треугольное наклонное сечение $1'-2'-3'$, можно получить искомый наклон $1'-3'$. На схеме рис. 4.14, *б* рассматривается пересечение вертикальной треугольной призмы с вершинами, обозначенными точками A, B, B с поворотной плоскостью. Сечение, образованное этим взаимодействием, представляет собой треугольник с измененной структурой $A'-B'-B'$.

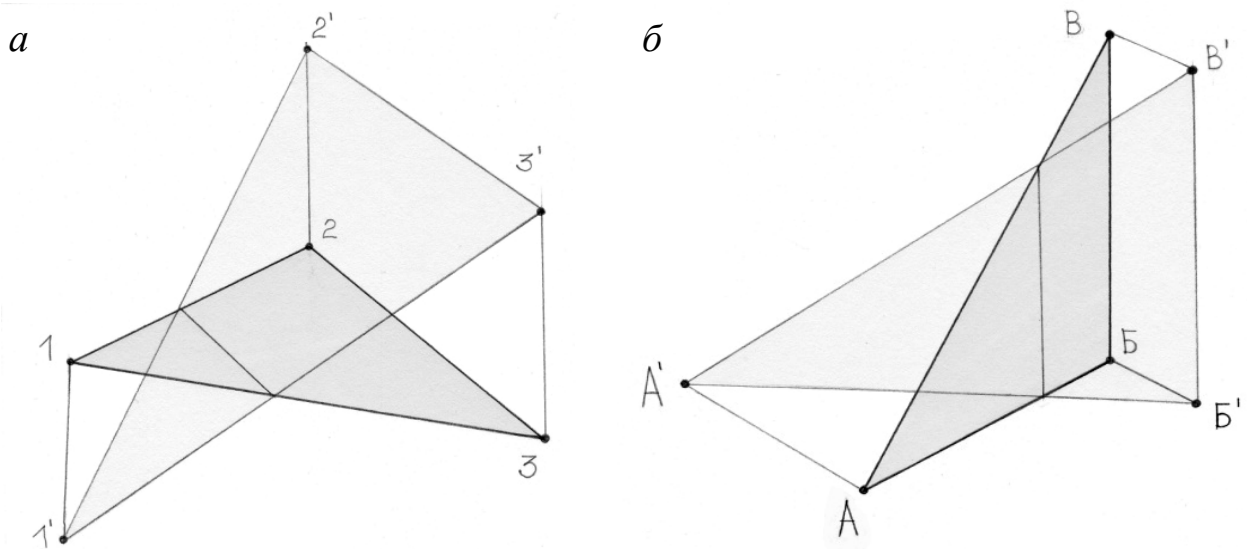


Рис. 4.14

Вертикальная грань основания треугольной призмы $B-B$ не меняет свое направление и выходит за пределы геометрического тела $B'-B'$. Горизонтальная грань основания принимает направление поворота $A'-B'$. В данном случае сечение треугольника с вершинами $A'-B'-B'$ развернется. При совмещении схем сечений наклонная грань $A'-B'$ треугольника $A'-B'-B'$ будет совпадать с наклоном $1'-3'$ треугольника $1'-2'-3'$.

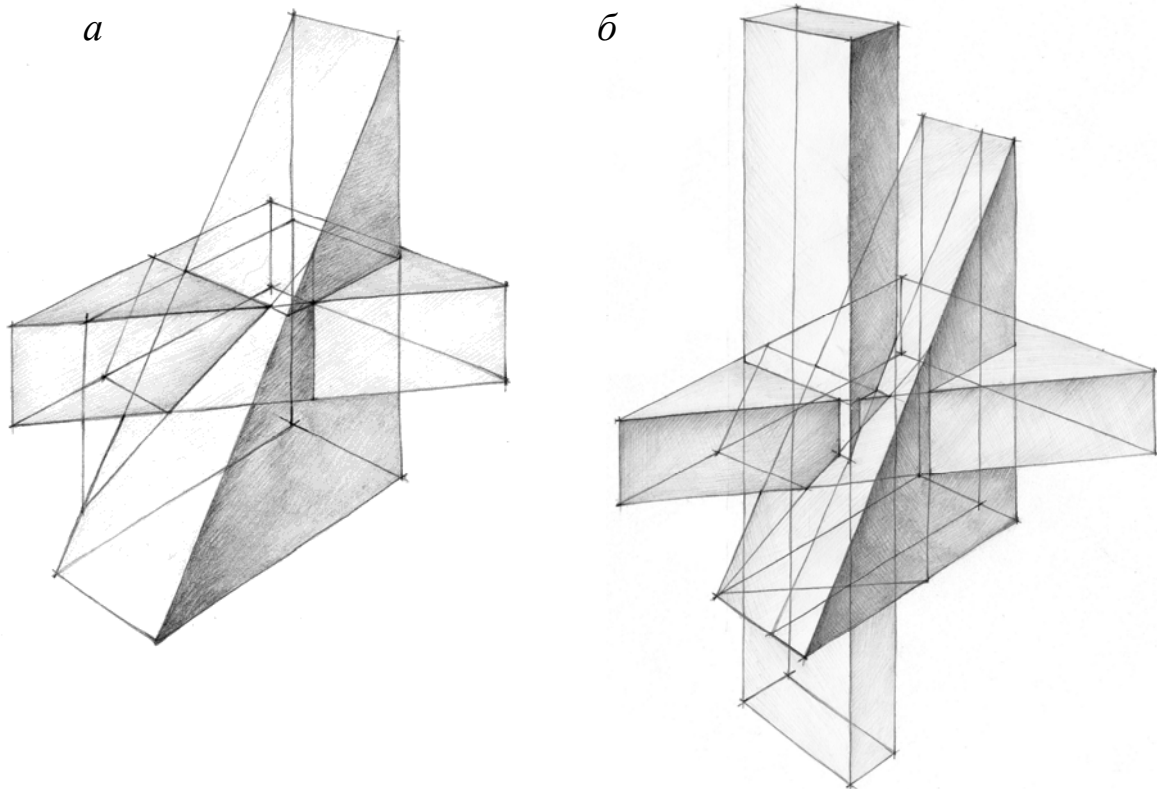


Рис. 4.15

Полное построение сечений не является обязательным условием, достаточно построить часть треугольных сечений в виде трапеций (рис. 4.15, а). Пропустив наклонную грань вертикальной треугольной призмы вперед относительно горизонтальной треугольной призмы, следует отсечь на ней прямоугольное сечение от горизонтальной плоскости. Продлевая следы сечений по горизонтальной и вертикальной плоскости горизонтальной прямоугольной треугольной призмы, можно найти узловые точки, которые помогут выстроить трапеции и получить конечный результат. Взаимосвязь всех линий построений относительно видимых и невидимых граней очевидна.

После построения врезки двух прямоугольных треугольных призм к композиционному узлу можно добавить третье геометрическое тело – четырехугольную призму (рис. 4.15, б). Чтобы врезка получилась тройной, т. е. имелась общая точка взаимодействия для всех геометрических тел, необходимо изображение вертикальной призмы начать с наклонного следа сечения, задавая его таким образом, чтобы он прошел по обеим поверхностям двух треугольных призм. Таким образом, заранее рассчитанное местоположение границ четырехугольника позволяет сразу получить желаемый результат. Данное тройное пересечение имеет три общие точки взаимодействия.

4.2.10. Композиционный узел из четырех геометрических тел

На основе рис. 4.15, б можно составить композиционный узел из четырех геометрических тел. К уже существующему блоку из двух прямоугольных треугольных призм и одной четырехугольной, можно добавить горизонтально расположенную равнобедренную треугольную призму. Для получения именно такого результата, представленного на рис. 4.16, следует начинать построение со следа сечения в виде равнобедренного треугольника, образованного взаимодействием с вертикальной поверхностью четырехугольника. Это свидетельствует о том, что результат сечения виден в рисунке до изображения самого геометрического тела.

Объемно-пространственное представление помогает в решении этой задачи. Первая точка сечения – самый ближний угол треугольника – берется на вертикальной поверхности прямоугольной призмы, на определенной высоте относительно горизонтальной плоскости треугольной призмы. Через заданную точку треугольного сечения проходит ближняя к зрителю грань равнобедренной треугольной призмы. Длина этой призмы определяется с учетом возможности выхода из основания части горизонтально расположенной прямоугольной треугольной призмы. По заданному следу сечения, используя законы перспективы, изображается четвертое геометрическое тело – равнобедренная треугольная – призма и достраиваются пересечения с ней.

Следующим сечением будет еще одно простое сечение без измененной структуры, образованное вертикальной плоскостью треугольной прямоугольной призмы. Если продлить след данного сечения вдоль горизонтальной поверхности треугольной призмы по форме равнобедренного многоугольника,

можно определить точки привязки на треугольной призме для построения последнего сечения. Это сечение представляет собой неполный поворотный треугольник с измененной структурой. Изменениям подвергается ребро равнобедренного треугольника: оно становится параллельным поворотной грани горизонтальной прямоугольной треугольной призмы. Вертикальная ось равнобедренного треугольника остается без изменения и выходит за границы геометрического тела. Вместо нее работает вертикальный след сечения, проходящий через основание равнобедренной треугольной призмы.

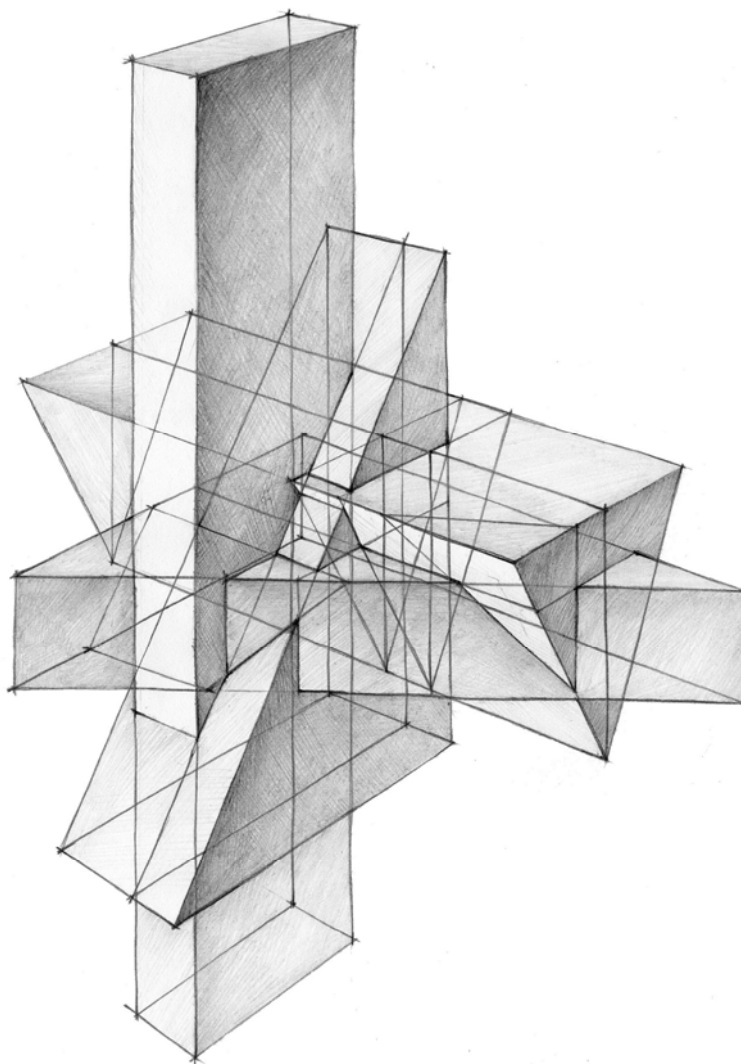


Рис. 4.16

4.2.11. Композиционный узел из трех разноструктурных треугольных призм

Данный рисунок демонстрирует сложное взаимодействие наклонных плоскостей друг с другом на примере треугольных призм (рис. 4.17). Первым геометрическим телом изображается горизонтальная равнобедренная треугольная

призма. К ней достраивается большая по пропорциям прямоугольная треугольная призма. Их пересечение представляет собой простое сечение без измененной структуры в виде равнобедренного треугольника и двух прямоугольников, один из которых является наклонным. Более сложной задачей является компоновка третьей, меньшей по пропорциям, прямоугольной треугольной призмы.

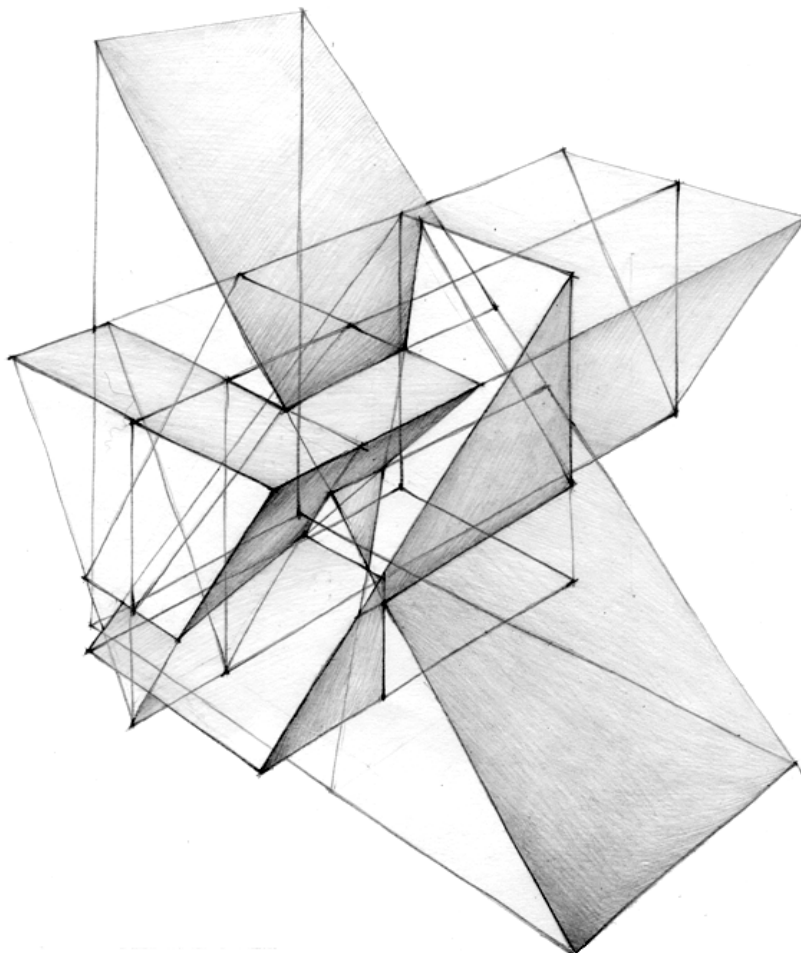


Рис. 4.17

Предварительный эскиз в значительной мере способствует возможности предусмотреть желаемый результат. Третье геометрическое тело задается по следу сечения. После построения рассмотрим его первое сечение с точки зрения взаимодействия горизонтальной треугольной призмы с наклонной плоскостью. В результате получается наклонный равнобедренный треугольник, который выходит за пределы равнобедренной треугольной призмы. Наклон сечения будет скрыт выступающей частью врезок первых двух построенных геометрических тел. Последним сечением достраивается наклон двух прямоугольных треугольных призм (по аналогии с рис. 4.15, *a*).

4.2.12. Композиционный узел из трех разноструктурных треугольных призм

На рис. 4.8, *a* рассматривается пример врезки двух равнобедренных треугольных призм в горизонтальном и вертикальном положении, состоящей из трех сечений. На рис. 4.18 усложняется задача за счет появления в данном композиционном узле третьего геометрического тела – прямоугольной треугольной призмы. Прежде чем изобразить прямоугольную треугольную призму, необходимо представить конечный результат, соответствующий общему композиционному замыслу. Для этого необходимо построить след сечения методом переноса точки, оставляемый прямоугольной треугольной призмой при взаимодействии с двумя равнобедренными призмами. Он представляет собой замкнутую ломаную линию, которая проходит по периметру вертикальных и горизонтальных боковых поверхностей треугольных равнобедренных призм. Заданный наклон прямоугольной треугольной призмы позволяет решить, в каком именно месте будет происходить ее «вход-выход» из боковых поверхностей равнобедренных призм. Каскад врезок наклонной плоскости прямоугольной призмы с вертикальной и горизонтальной призмой имеет ступенчатую структуру и соответствует поставленной творческой задаче. Задав необходимую ширину наклона, можно достроить прямоугольную треугольную призму.

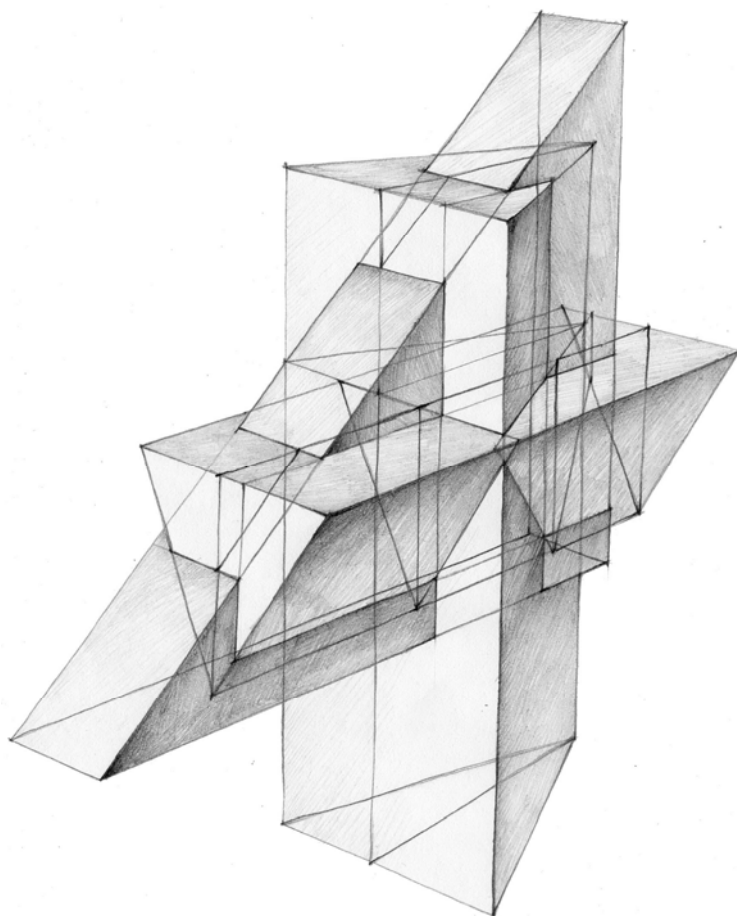


Рис. 4.18

4.2.13. Композиционный узел из двух разноструктурных треугольных призм и четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием

Данное изображение следует начинать с построения горизонтально расположенной треугольной равнобедренной призмы. Затем, как более сложное геометрическое тело, строится четырехугольная призма с прямоугольным отверстием. Задается врезка, при которой на первый план выступает прямоугольная призма. Точка, расположенная на ближней грани равнобедренной треугольной призмы, взятая непосредственно перед первым вертикальным ребром прямоугольной призмы, является точкой привязки для построения сечения. Сечение представляет собой равнобедренный треугольник, получаемый в результате взаимодействия треугольной призмы с вертикальной плоскостью (рис. 4.19).

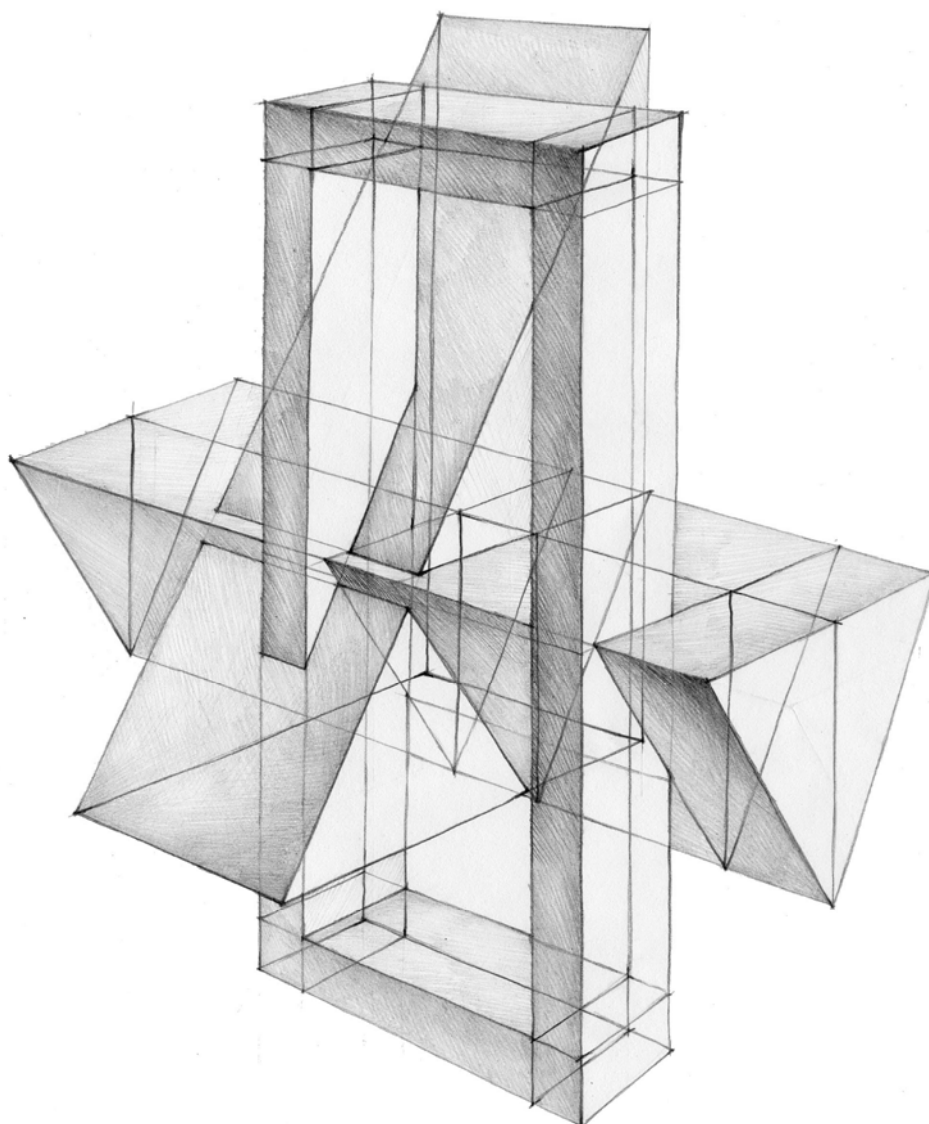


Рис. 4.19

Необходимо построить аналогичное сечение в виде равнобедренного треугольника и со второй вертикальной плоскостью четырехугольной призмы, образуемой прямоугольным отверстием. Точное определение точки отсчета сечения происходит благодаря построению следа сечения прямоугольной призмы от горизонтальной поверхности треугольной. Следующим этапом врезки является построение третьего геометрического тела – прямоугольной треугольной призмы. Сначала с помощью следа сечения, либо опытным путем, т. е. на эскизе, намечается ее изображение. Следует задать наклон треугольной призмы и точку видимой наклонной грани. Это определяет сечение равнобедренной призмы с вертикальной плоскостью прямоугольной треугольной призмы. Сечение простой структуры будет представлять собой равнобедренный треугольник. Задав необходимую ширину наклонной грани, можно достроить прямоугольную треугольную призму.

5. ПИРАМИДА С КВАДРАТНЫМ ОСНОВАНИЕМ

5.1. Линейно-конструктивный рисунок пирамиды с квадратным основанием

Пирамида (греч. *pyramid*) – многогранник, основание которого многоугольник, а остальные грани – треугольники, имеющие общую вершину. По числу углов основания различают пирамиды треугольные, четырехугольные и т. д.

Начало геометрии пирамиды положено в Древнем Египте, Вавилоне и Древней Греции. Древнегреческий математик Евклид вывел первое определение пирамиды: телесная фигура, ограниченная плоскостями, которые от одной плоскости сходятся в одной точке.

Элементы пирамиды:

- апофема – высота боковой грани правильной пирамиды, проведенная из ее вершины к середине основания;
- боковые грани – треугольники, сходящиеся в вершине пирамиды;
- боковые ребра – общие стороны боковых граней;
- вершина пирамиды – точка, соединяющая боковые ребра и не лежащая в плоскости основания;
- высота – отрезок перпендикуляра, проведенного через вершину пирамиды к плоскости ее основания (концами этого отрезка являются вершина пирамиды и основание перпендикуляра);
- диагональное сечение пирамиды – сечение пирамиды, проходящее через вершину и диагональ основания;
- основание – многоугольник, которому не принадлежит вершина пирамиды.

Пирамида называется правильной, если основанием ее является правильный многоугольник, а вершина проецируется в центр основания.

Свойства правильной пирамиды:

- около основания пирамиды можно описать окружность, причем вершина пирамиды проецируется в ее центр;
- боковые ребра образуют с плоскостью основания равные углы;
- все боковые грани – равные равнобедренные треугольники;
- боковые ребра правильной пирамиды равны;
- высоты боковых граней равны.

Все виды пирамид принадлежат к островерхим геометрическим телам, направленными своими вершинами по любой из осей трехмерного пространства X , Y или Z (рис. 5.1). Все виды пирамид являются взаимозаменяемыми элементами композиции, в том числе как с равноправным элементом композиции они могут меняться местами и с конусами при условии взаимодействия с граничными геометрическими телами.

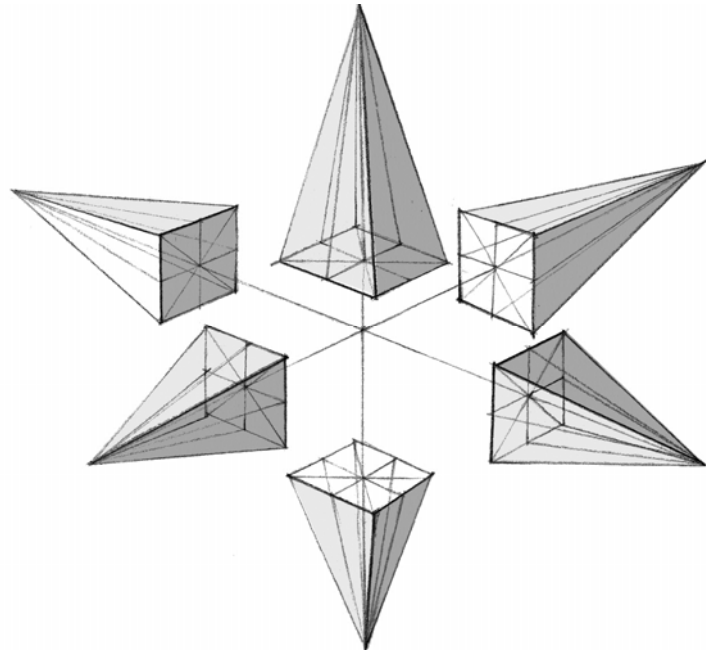


Рис. 5.1

Этапы построения пирамиды с квадратным основанием

1. Построение пирамиды, находящейся в любом ракурсе, следует начинать с ее основания. Основанием пирамиды является квадрат, ее боковыми гранями – равные равнобедренные треугольники (рис. 5.2). Высота пирамиды по отношению к стороне квадрата основания определяет ее пропорции (высокая или низкая).

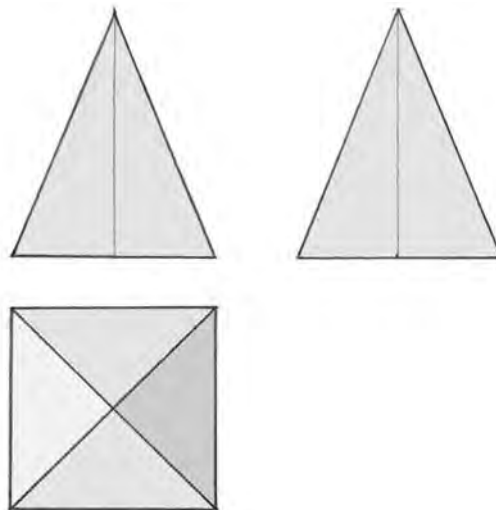


Рис. 5.2

При положении пирамиды в вертикальном ракурсе построение квадратного основания сводится к правильному соотношению сторон по отношению друг к другу. Первоочередной задачей является определение, какая из двух граней

стороны квадрата будет длиннее, а какая короче. Сокращение граней связано в первую очередь с положением геометрического тела относительно линии горизонта и степенью удаленности от точек схода. Чем резче направлена грань основания по горизонтальной оси X , тем больше она будет сокращаться и соответственно будет меньше по своей длине. И наоборот, более пологое направление грани основания по горизонтальной оси Y будет давать меньшее сокращение и соответственно будет длиннее. При правильном построении невидимый угол квадратного основания должен находиться относительно центральной оси пирамиды со стороны большего основания (рис. 5.3).

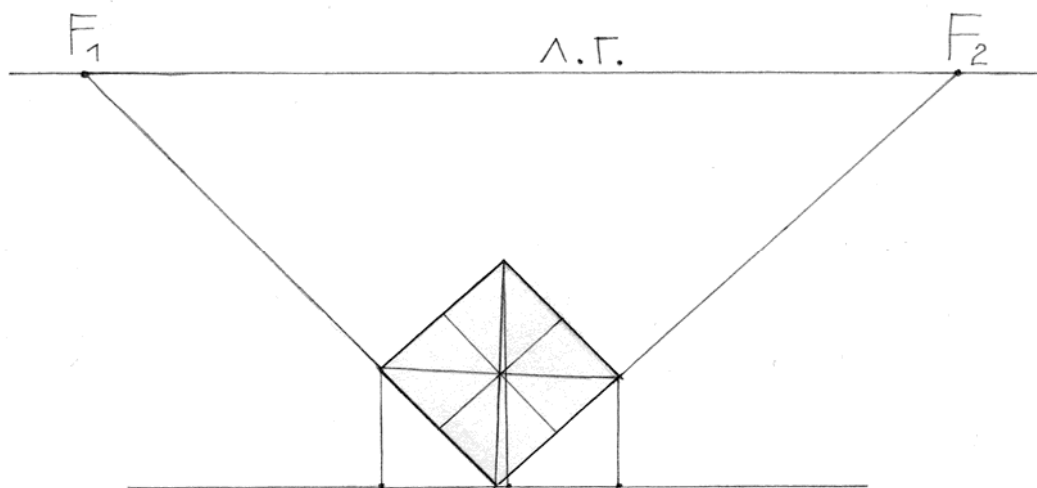


Рис. 5.3

При положении пирамиды в горизонтальном ракурсе построение квадратного основания тоже сводится к правильному соотношению сторон по отношению друг к другу, при котором вертикальная грань, т. е. ближняя к зрителю грань, всегда будет больше.

2. После построения основания пирамиды проводятся диагонали для определения центра квадрата, через который проводится заданная вертикаль вверх (вниз) по оси Z для вертикального ракурса пирамиды или в перспективу по осям X или Y для горизонтального ракурса. Таким образом, высота пирамиды всегда будет перпендикулярна основанию квадрата. При несоблюдении данного свойства произойдет нарушение геометрии пирамиды.

Диагонали квадрата, лежащего в горизонтальной плоскости, не должны быть вертикально и горизонтально направленными линиями, иначе в результате в основании пирамиды будет получаться ромб, что приведет к слиянию высоты, невидимого и видимого ребра пирамиды в одну линию. Соединяя полученную вершину пирамиды, как в вертикальном, так и в горизонтальном положении с точками основания, являющимися вершинами квадрата, выстраиваем данное геометрическое тело.

Для дальнейшего построения сечений в пирамиде необходимо провести оси через центр основания, направленные в перспективу или вертикально, соответственно заданному положению квадрата основания, и соединив точки их пересечения с гранями с вершиной получить четыре апофемы – две видимые и две невидимые (рис. 5.4).

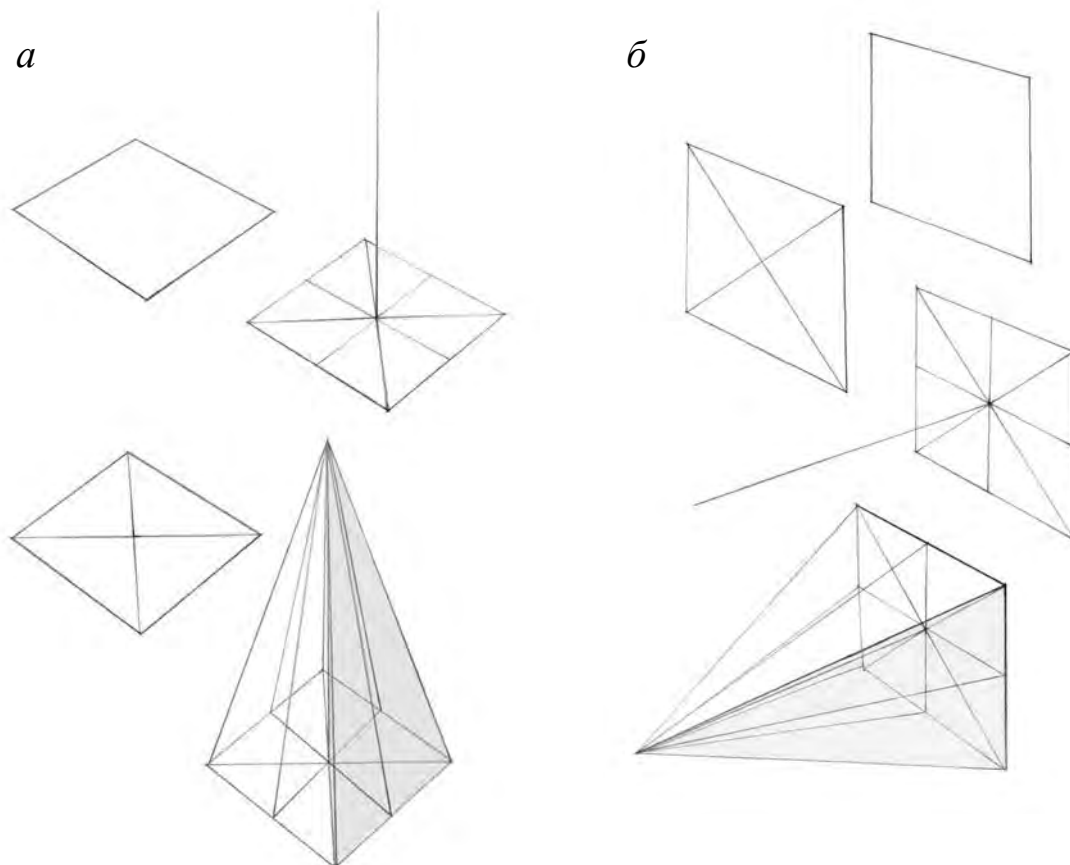


Рис. 5.4

5.2. Построение сечений пирамиды с квадратным основанием

Построение сечений граненых геометрических тел наклонными плоскостями пирамиды

Сечения пирамиды плоскостями, параллельными основанию, представляют собой квадраты, размеры которых зависят от высоты, на которой находится секущая плоскость: ближе к вершине пирамиды размер сечений меньше, чем у основания (рис. 5.5, а).

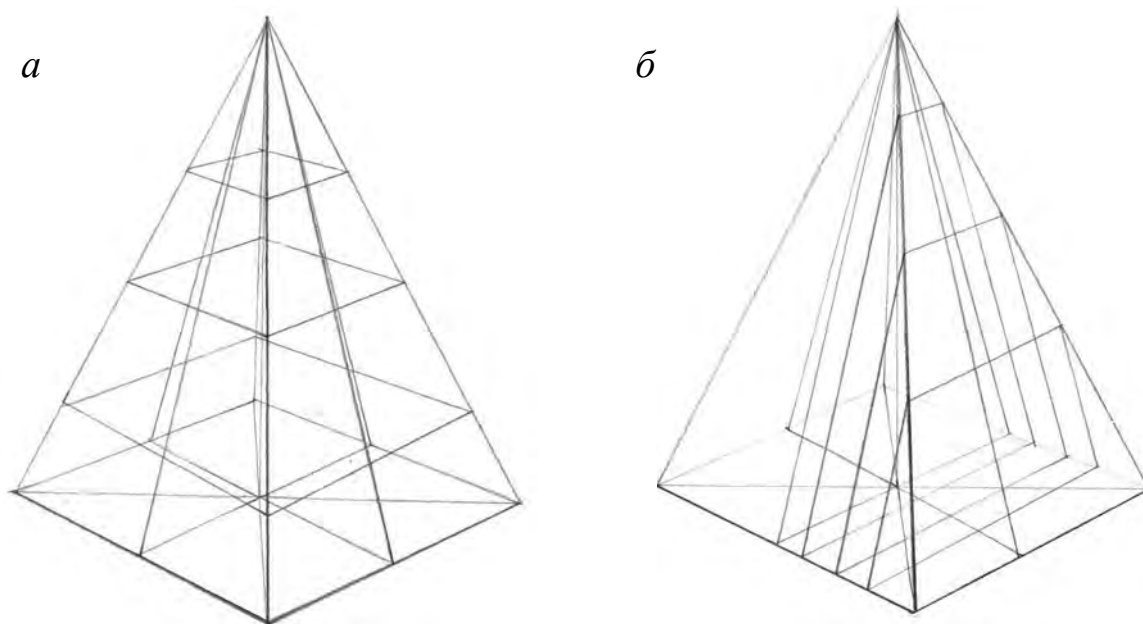


Рис. 5.5

Сечение, перпендикулярное основанию пирамиды и проходящее через ее вершину и среднюю линию квадрата основания, представляет собой треугольник. Такая врезка не рекомендована к применению, использование которой признается композиционным недостатком.

Все другие сечения пирамиды, параллельные этому – трапеции, большее основание которых равно стороне квадрата основания, меньшее – меняется в зависимости от положения плоскости сечения. Боковые стороны трапеций параллельны апофемам – высотам в треугольниках боковых граней (рис. 5.5, б). При взаимодействии пирамиды с горизонтальной или вертикальной поверхностью геометрического тела врезки всегда будут параллельны углу наклона боковых граней пирамиды, направление которых задается апофемами. Врезки пирамид в другие геометрические тела сводится к построению сечений этих геометрических тел двумя взаимосвязанными наклонными плоскостями. На практике очень редко при построении сечений пирамиды и какого-либо геометрического тела врезке подвергается непосредственно сама пирамида.

Вершину пирамиды не рекомендуется закрывать ни какой-либо врезкой, ни другими геометрическими телами. Иначе возникает эффект «втыкания» и теряется геометрическая форма пирамиды, в связи с потерей восприятия ее наиболее изящной и характерной части – вершины, – что, безусловно, является композиционным недостатком. Основным полем для врезок пирамиды служит ее более массивная нижняя часть, приближенная к основанию.

Методика обучения композиции из геометрических тел включает в себя повторение данных примеров с целью закрепления знаний. Кроме того, изменение точки привязки позволяет усложнить задание. Следует помнить, что приведенные примеры врезок не являются сами по себе целостной законченной композицией, а только ее элементами, которые возможно использовать как варианты при ее составлении.

5.2.1. Сечения четырехугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Приведенные четыре иллюстрации (рис. 5.6, 5.7) показывают примеры взаимодействия пирамид с четырехугольными призмами. В зависимости от расположения вершины пирамиды относительно вертикальных ребер призмы и выбранной точки привязки получаем тот или иной ракурс восприятия геометрической формы. Все четырехугольные призмы при взаимодействии с пирамидой подвергаются сечению наклонными плоскостями, результатом которых являются прямоугольники, боковые стороны которых параллельны ее апофемам.

На рис. 5.6, *а* сечение прямоугольной призмы с пирамидой, направленной вершиной вверх, начинается с горизонтальной плоскости сечения, параллельной основанию, – квадрата (рис. 5.5, *а*). Точкой привязки выбираем ближний угол квадрата, освобождая таким образом верхнее основание четырехугольной призмы. Видимые грани квадратного сечения образуют след сечения плоскости в точках пересечения с гранями четырехугольной призмы.

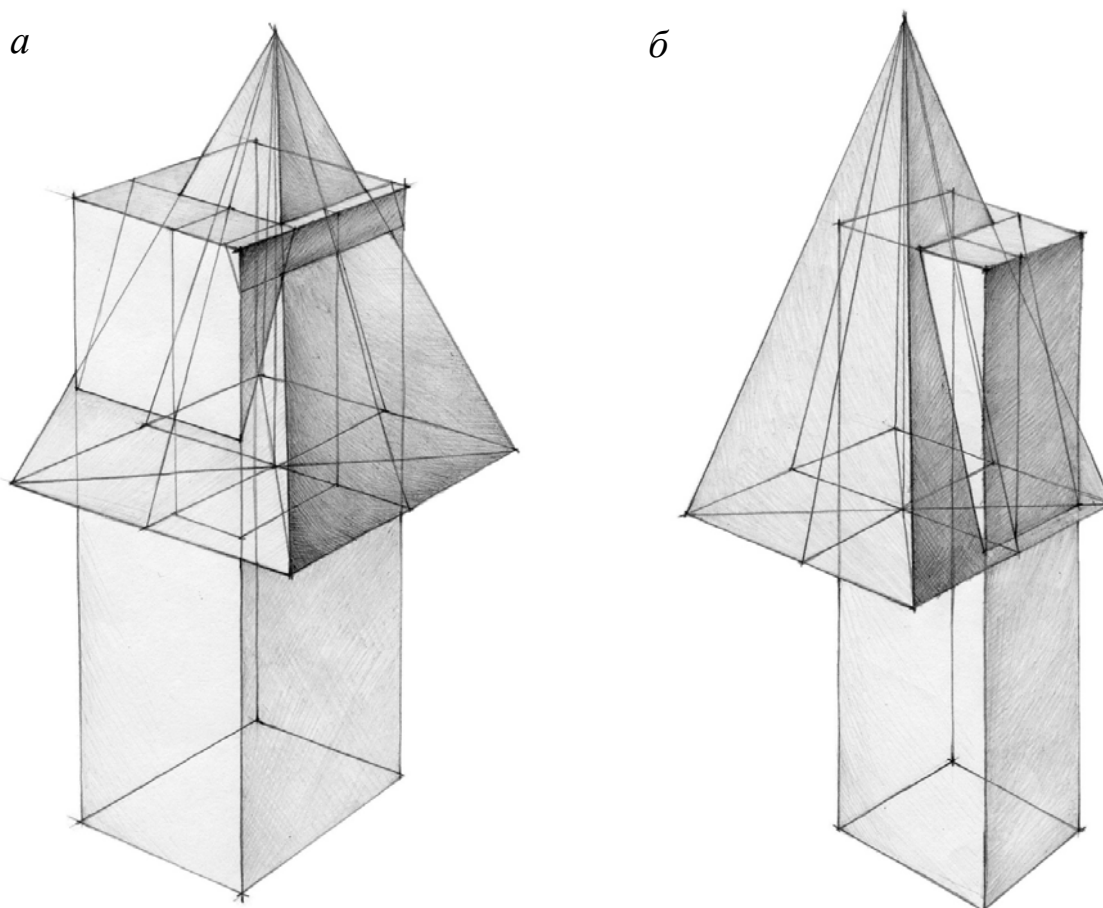


Рис. 5.6

Полученные точки являются началом прямоугольных сечений, наклон которых параллелен соответствующим апофемам пирамиды. Неодинаковый наклон и отступ следа сечения от края четырехугольной призмы приводит к

разному выходу боковых граней пирамиды из вертикальных плоскостей прямоугольной призмы. Метод переноса точки с одной плоскости геометрического тела на другую проявляется здесь как второй способ построения и проверка всего сечения. Из точки пересечения следа сечения в горизонтальной плоскости четырехугольника с апофемой пирамиды по периметру геометрического тела проходит ломаная линия, попадая в точку пересечения той же апофемы с вертикальной поверхностью четырехугольной призмы.

Нет принципиальной разницы, с какой стороны относительно вертикальных граней четырехугольной призмы начинать построение первого сечения наклонными прямоугольниками. Они являются последовательно связанными между собой сечениями призмы двумя наклонными плоскостями. Результат будет одинаков и зависеть уже от первоначально заданного квадратного сечения, параллельного основанию.

На рис. 5.6, б участвует во врезке только одна из боковых граней пирамиды. Точка привязки, расположенная на верхнем горизонтальном ребре четырехугольной призмы, не пересекает ближнюю к зрителю боковую грань пирамиды и является началом наклонного сечения четырехугольника. Благодаря выбору точки отсчета наклонное прямоугольное сечение позволяет увидеть небольшой выступ боковой грани пирамиды из вертикальной поверхности прямоугольной призмы.

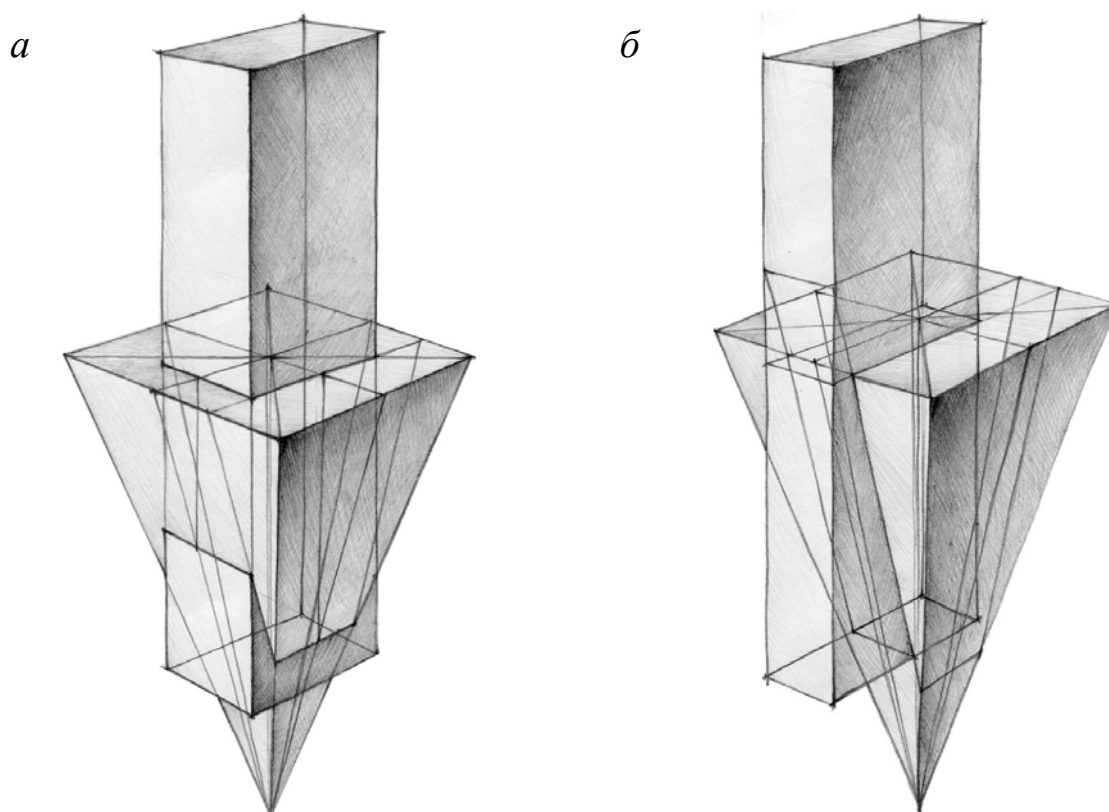


Рис. 5.7

Примеры на рис. 5.7 демонстрируют взаимодействие с пирамидой, вершина которой направлена вниз. В связи с тем, что наиболее важным решением в данном случае является момент выхода четырехугольной призмы из пирамиды, сечение целесообразно проводить снизу вверх. Опытным путем, двигая наклонную плоскость вдоль боковой грани пирамиды, выбирается наиболее оптимальный в данной ситуации результат, при котором из боковых граней пирамиды выходит две боковые грани четырехугольника (рис. 5.7, а), и одна (рис. 5.7, б). Здесь врезке подвергается пирамида, представляя сечения в виде трапеций, боковые стороны которых параллельны ее апофемам (рис. 5.5, б).

5.2.2. Сечения четырехугольной призмы с четвертным вырезом наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Построение врезки четырехугольной призмы с четвертным вырезом с пирамидой основано на тех же принципах построения сечений четырехугольника наклонными плоскостями, приведенными выше (рис. 5.8). Специфика четвертного выреза четырехугольного многоугольника обуславливает чередование вертикальных плоскостей, расположенных по осям трехмерного пространства X и Y , которые, безусловно, связывают между собой сечения боковых граней пирамид в общую систему.

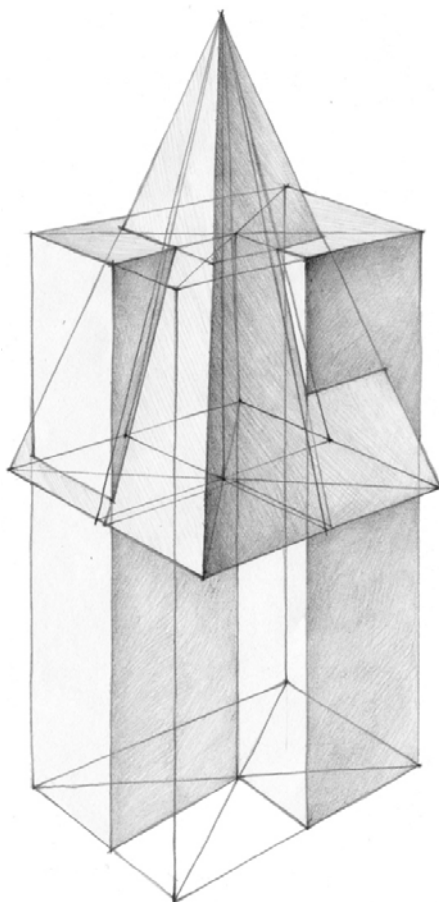


Рис. 5.8

Точка привязки берется на ближней к зрителю вертикальной грани пирамиды таким образом, чтобы образовать параллельным основанию сечением в виде квадрата врезку, расположенную на двух составляющих вертикальной поверхности четырехугольной призмы. Из точек пересечения квадратного сечения с горизонтальными ребрами четырехугольника с каждой стороны будут проходить наклонные сечения в виде прямоугольников до места встречи с ее вертикальными ребрами. Наклон сечений соответствует направлению апофем пирамиды. В данном случае следует избегать изображение пирамиды точно по центру четвертного выреза четырехугольной призмы и как следствие симметрии в сечении.

5.2.3. Сечения равнобедренной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Приведенные далее сечения демонстрируют различные взаимодействия пирамиды с геометрическими телами со сложной структурой. Во всех случаях происходит изменение в структурах геометрических тел: одна из ее составляющих, направленная по оси X , Y или Z , становится параллельной наклону апофемы пирамиды. Общая схема к рисункам представлена на рис. 5.9, а.

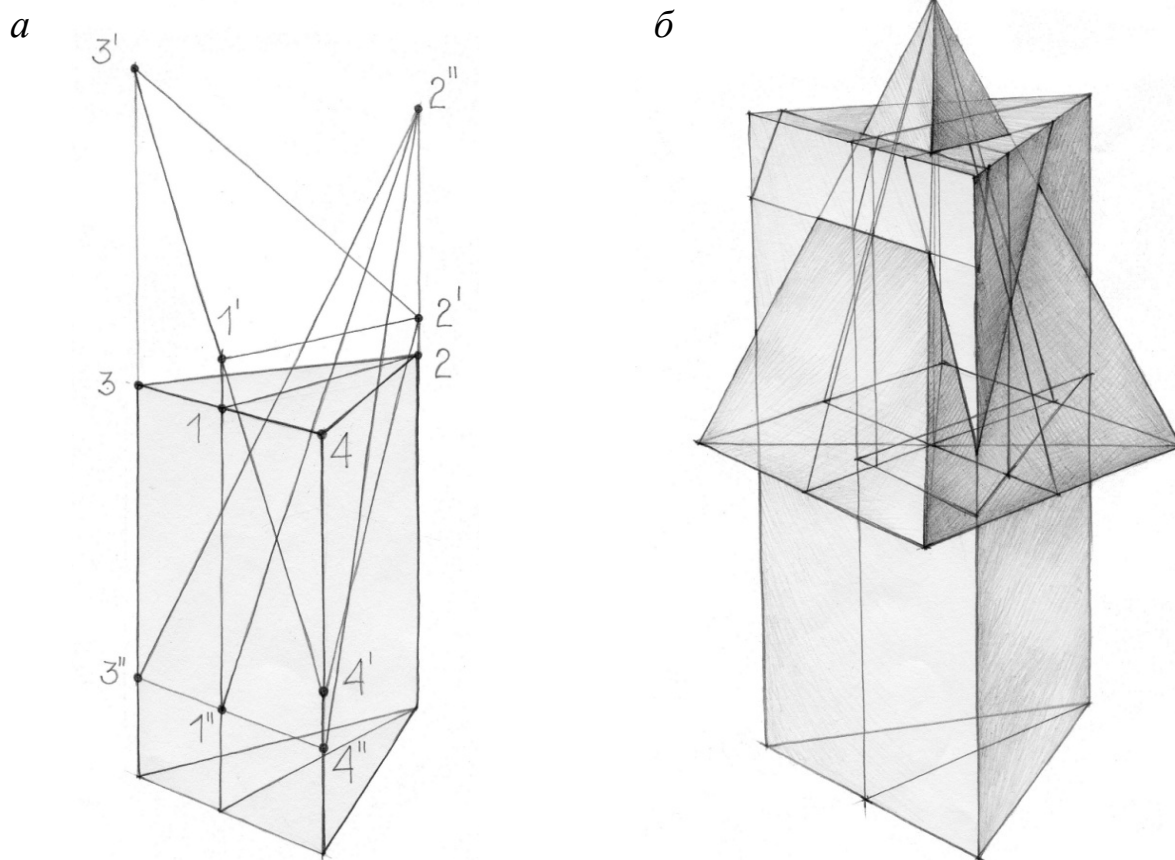


Рис. 5.9

При взаимодействии равнобедренной треугольной призмы с двумя наклонными плоскостями происходит последовательное изменение структуры равнобедренного треугольника $2-3-4$. Врезка состоит из двух наклонных связанных между собой треугольных сечений, в одном из которых меняется центральная ось основания $2''-3''-4''$, в другом грань, к центру которой проведена эта ось $2'-3'-4'$ (рис. 5.9, *a*). Сложность врезки состоит в том, что оба сечения треугольной призмы трудно воспринимаются, так как не выстраиваются полностью в границах геометрического тела. Поэтому важно разобраться в принципе их взаимодействия для дальнейшей успешной работы при всем разнообразии возможных вариантов размещения пирамиды и различного вида многоугольников относительно друг друга. Привязкой во всех трех случаях служит расположенная на ближней к зрителю вертикальной грани пирамиды точка, образующая параллельное основанию сечение в виде квадрата (рис. 5.5, *a*). Квадрат задает дальнейшее направление построений врезок и образует следы сечений, которые становятся частью треугольных сечений со сложной структурой.

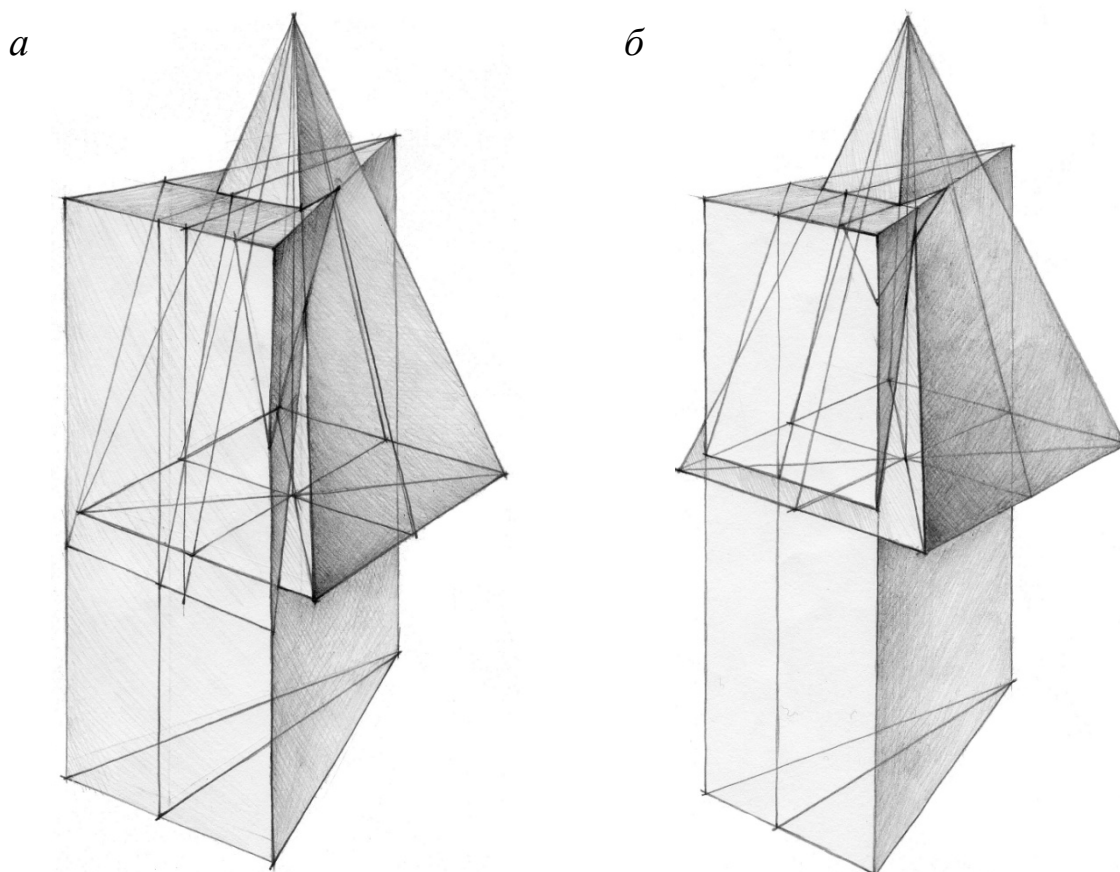


Рис. 5.10

Первым наклонным сечением треугольной призмы следует начинать то, где меняется центральная ось основания $2''-3''-4''$). Из точки пересечения следа сечения и центральной оси основания треугольной призмы проводится ось наклонного сечения $1''-2''$, параллельная апофеме пирамиды, до пересечения с

вертикальной проекцией центральной оси призмы. Полученная точка $1''$ будет являться местом выхода боковой грани пирамиды из вертикальной поверхности призмы на рисунках 5.9, б и 5.10, б, или не будет появляться, как на рис. 5.10, а. В любом случае необходимо полное построение основания треугольного сечения $3''-4''$. Это дает возможность построения части треугольного сечения, являющееся продолжением врезки, линия которой $4''-2''$ в любом случае никогда не будет параллельна апофеме пирамиды.

Вторым наклонным сечением треугольной призмы является сечение $2'-3'-4'$, в котором меняется грань $3'-4'$, к центру которой проведена ось $1'-2'$. Из точки пересечения следа сечения и горизонтального ребра видимого основания треугольной призмы проводится ось наклонного сечения $3'-4'$, параллельная апофеме пирамиды, до пересечения с вертикальным ребром призмы. Полученная точка $4'$ при соединении с точкой следа сечения позволяет достроить наклон треугольного сечения и завершить врезку. Совмещая схему сечения с предложенными вариантами, получаем разнообразные пересечения геометрических тел.

5.2.4. Сечения равнобедренной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Достаточно развернуть вертикальную равнобедренную треугольную призму осью основания в другую точку схода, получается новый результат взаимодействия с пирамидой (сравните рис. 5.11 с рис. 5.9, 5.10). При этом принцип врезки остается прежним: два наклонных треугольных сечения, построенные частично в границах призмы, образуют своими частями врезку. Точка привязки задается на ближней к зрителю вертикальной грани пирамиды, образуя параллельное основанию квадратное сечение (рис. 5.5, а). Видимые грани квадратного сечения образуют след сечения плоскости в точках пересечения с гранями треугольной призмы. Полученные точки являются началом треугольных сечений, наклон которых параллелен соответствующим апофемам пирамиды. В одном из треугольных сечений под воздействием наклонной плоскости меняется горизонтальное ребро основания треугольной призмы, образуя таким образом часть наклонного треугольника в местах соединения точки следа сечения и пересечения данного наклона с вертикальной гранью призмы.

Во втором треугольном сечении меняется горизонтальная ось видимого основания призмы, в свою очередь, образуя ломаную замкнутую линию в местах соединения точек следа сечения и пересечения данной наклонной оси с другой вертикальной гранью призмы. Безусловно, два сечения наклонных треугольников обязаны пересечься в одной точке на грани пирамиды. Через основание четырехугольной пирамиды проходит линия, связывающая между собой сечения двух наклонных треугольников, которая будет параллельна ребру треугольной равнобедренной призмы (рис. 5.11).

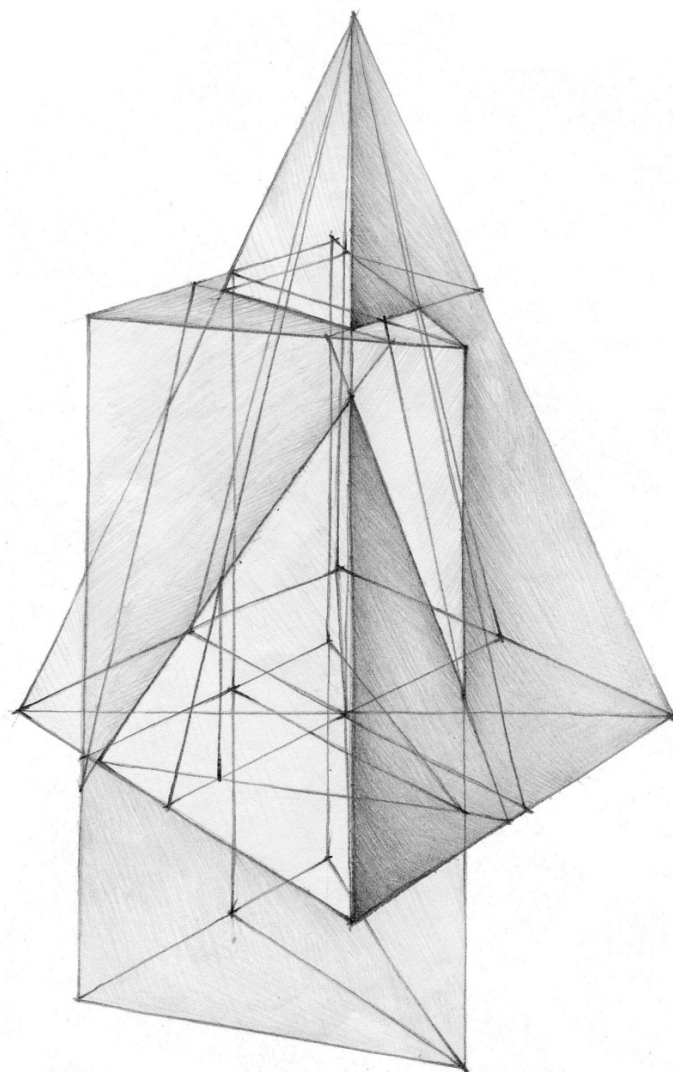


Рис. 5.11

5.2.5. Сечения равнобедренной треугольной призмы и шестиугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Большинство врезок геометрических тел с пирамидами представляют собой совсем не сложные построения пересечений наклонными плоскостями, когда имеется возможность четкого построения измененной структуры данного геометрического тела.

Пример на рис. 5.12, *a* демонстрирует поворотное сечение равнобедренного треугольника с измененным основанием, ставшим параллельным апофеме пирамиды. Построение начинается с вершины треугольного сечения, которая и будет точкой привязки. Неизменяемая высота треугольного сечения при пересечении с горизонтальной центральной осью призмы позволяет провести измененное основание сечения, параллельное апофеме соответствующей грани пирамиды, и полностью достроить врезку.

На рис. 5.12, б привязкой сечения служит точка, лежащая на ближнем к зрителю вертикальном ребре призмы и расположенная ниже точки пересечения с ней верхнего бокового ребра пирамиды. Первоначально выстраивается в перспективе неизменное основание треугольной призмы, на котором находится ее центр, и уже потом появляется возможность достроить полностью врезку с помощью измененной оси основания треугольной призмы, ставшей параллельной апофеме пирамиды.

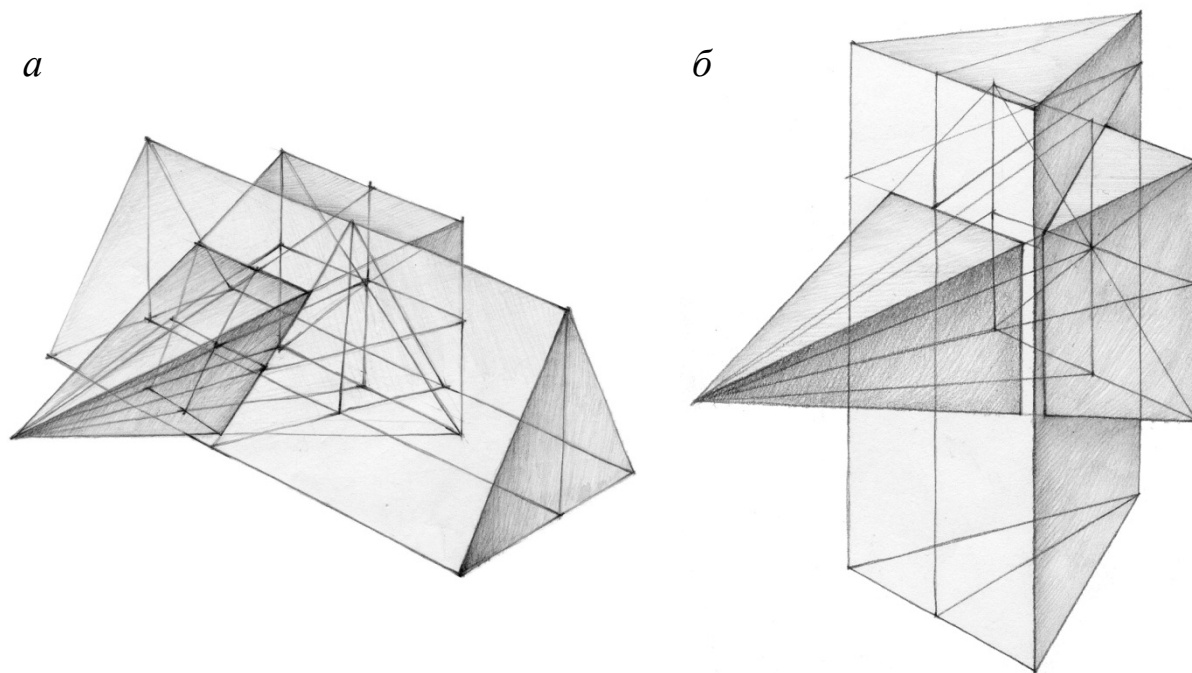


Рис. 5.12

На рис. 5.13 хорошо просматривается сложное сечение шестиугольной призмы с измененной структурой. Привязкой служит точка, расположенная на верхнем ребре шестиугольной призмы, сразу за пересечением с ближним верхним ребром пирамиды. Из этой точки направляются сразу две линии: одна из них, являясь осью шестиугольника, – вертикально вниз, вторая, являясь верхней гранью его основания, – параллельно соответствующей апофеме пирамиды.

Таким образом, принцип построения данного вида пересечений сводится к четкому воспроизведению измененной структуры любого геометрического тела, подвергнувшегося воздействию наклонной плоскости, принадлежащей пирамиде.

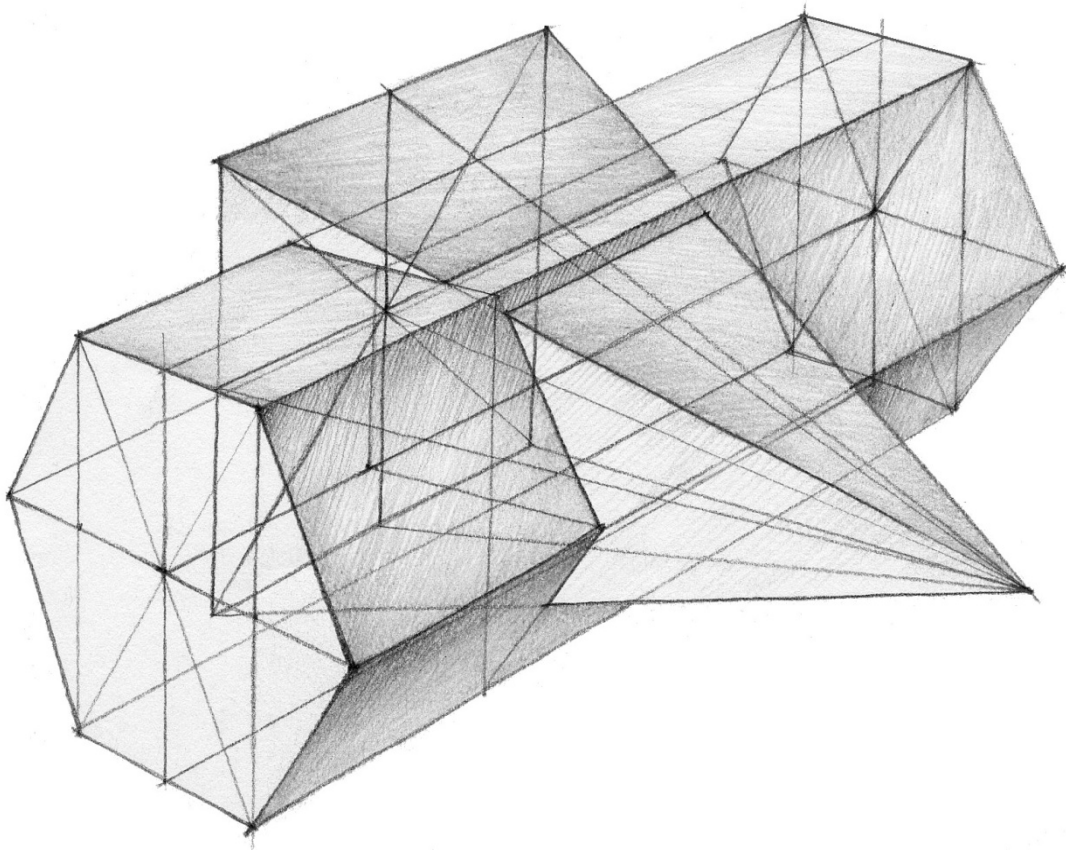


Рис. 5.13

5.2.6. Сечения равнобедренной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Расположение пирамиды, при котором ее вершина эффектно выступает из основания какого-либо, в данном случае треугольной равнобедренной призмы, геометрического тела (рис. 5.15, общую схему см. на рис. 5.14), часто используется в композиции. При этом всегда встает вопрос, связанный с построением сечений. Подробно аналогичный тип врезки был рассмотрен на рис. 5.9, 5.10 принцип которого заключается в последовательном выполнении наклонных сечений треугольной призмы, структура которых попеременно меняется в зависимости от взаимодействия с апофемами боковых граней пирамиды.

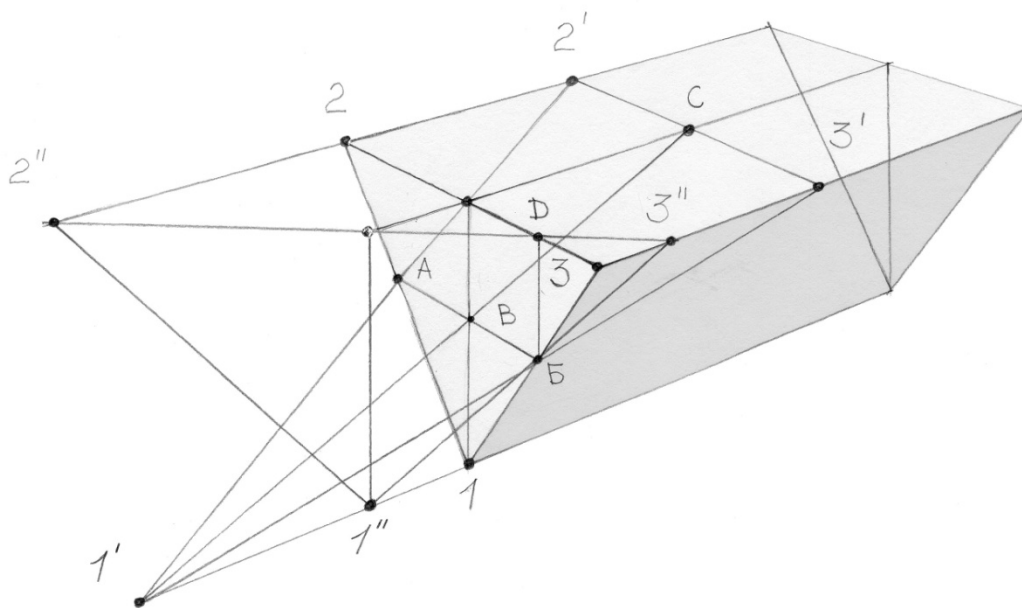


Рис. 5.14

Построение врезки начинается с сечения пирамиды вертикальной плоскостью, принадлежащей основанию треугольной призмы. Полученный в результате сечения квадрат дает начало двум сечениям треугольной призмы $1'-2'-3'$ и $1''-2''-3''$ от двух наклонных граней пирамиды. На практике полное выстраивание треугольных сечений необязательно, но понимание происходящих действий по построению врезки необходимо.

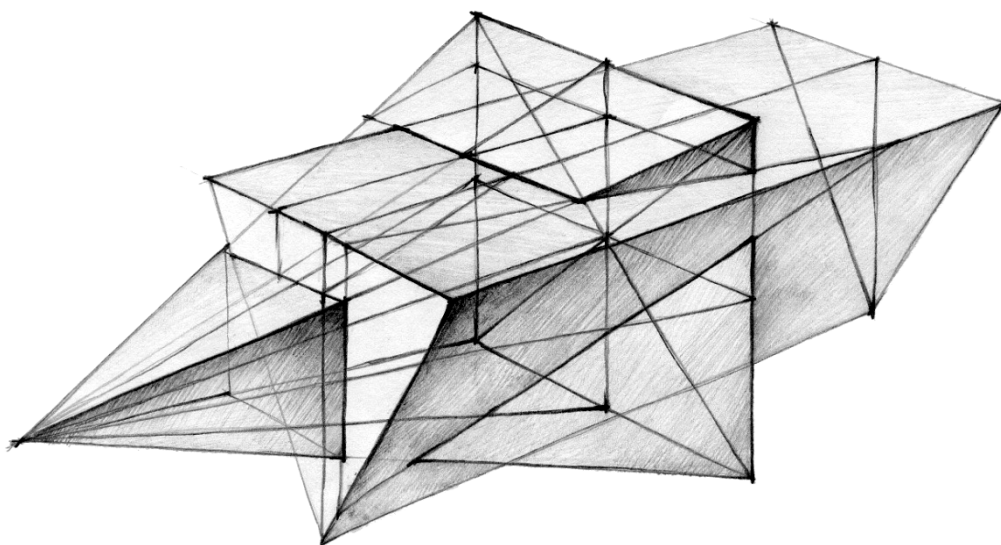


Рис. 5.15

След сечения от горизонтальной плоскости квадрата до пересечения с ребром основания $A-B$ позволяет приступить к выполнению первого наклонного треугольного сечения (рис. 5.14). Для этого из центра пересечения следа сече-

ния $A-B$ и центральной оси основания треугольной призмы B проводится ось наклона параллельно апофеме пирамиды до пересечения с горизонтальной проекцией центральной оси призмы. Полученная точка C , через которую проводится линия в перспективу $2'-3'$, будет обозначать место выхода грани пирамиды из горизонтальной поверхности треугольной равнобедренной призмы.

След сечения от вертикальной плоскости квадрата до пересечения с ребром основания $B-D$ позволяет приступить к выполнению второго наклонного треугольного сечения (рис. 5.14). Для этого из точки пересечения следа сечения и горизонтального ребра основания призмы D проводится линия $2''-3''$ параллельная апофеме другой грани пирамиды до пересечения с боковыми ребрами призмы. Линия $2''-3''$ замыкает собой сечение, образуя врезку пирамиды и горизонтальной поверхности треугольной призмы. Завершая врезку пирамиды и боковой наклонной поверхности треугольной призмы, остается достроить треугольное сечение $1''-2''-3''$.

5.2.7. Сечения пятиугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Продолжая рассматривать взаимодействия пирамиды с различными геометрическими телами, при которых ее вершина выступает из основания геометрических тел, всегда помним, что их построение связано с выполнением неполных наклонных сечений. Применять на практике умение строить незаконченные сечения любых, не только треугольных, призм с измененной структурой связано с последовательным решением следующих задач. При этом все узловые точки сечений располагаются только в пределах заданного ребрами геометрического тела направлений, бесконечно продолжающимися в плоскости листа.

Последовательность построений незаконченных сечений:

- 1) задать след сечения на основании геометрического тела;
- 2) найти точку пересечения следа сечения и оси основания геометрического тела;
- 3) через найденную точку пересечения провести ось наклонного сечения до пересечения с вертикальной (горизонтальной) осью или ребром боковой грани геометрического тела;
- 4) через найденную точку пересечения провести след сечения через всю боковую поверхность геометрического тела;
- 5) соединить полученные следы сечений основания и боковой поверхности геометрического тела между собой.

Пересечение пятиугольной призмы двумя наклонными плоскостями, принадлежащими пирамиде, происходит по заданному алгоритму. Первоначально задается след сечения на видимом основании пятиугольника при построении квадратного сечения пирамиды от горизонтальной плоскости призмы. Из точки пересечения следа сечения и оси основания пятиугольного многоугольника проходят оси наклонных сечений до пересечения с вертикальными ребрами призмы

на первом рисунке и с горизонтальными ребрами на втором. Оси наклонных сечений будут идти параллельно соответствующим апофемам пирамид. Соединяя полученные точки со следами сечений оснований пятиугольной призмы между собой, достраиваются незаконченные сечения наклонных пятиугольников, которые будут принимать каждый в своем случае вид наклонных треугольников или трапеций в зависимости от того, какая часть пятиугольной призмы останется участвовать в сечении (рис. 5.17): см. схему на рис. 5.16 и рис. 5.18, б; см. схему на рис. 5.18, а).

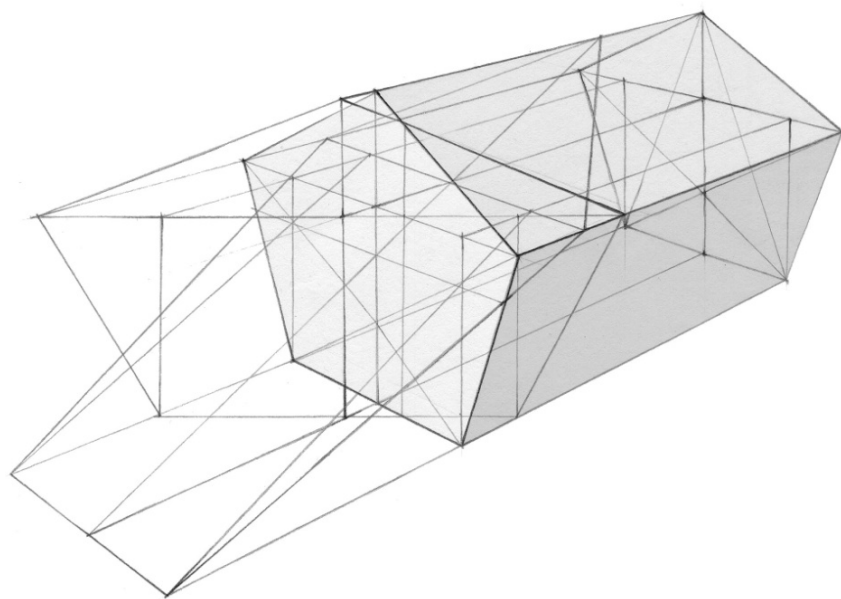


Рис. 5.16

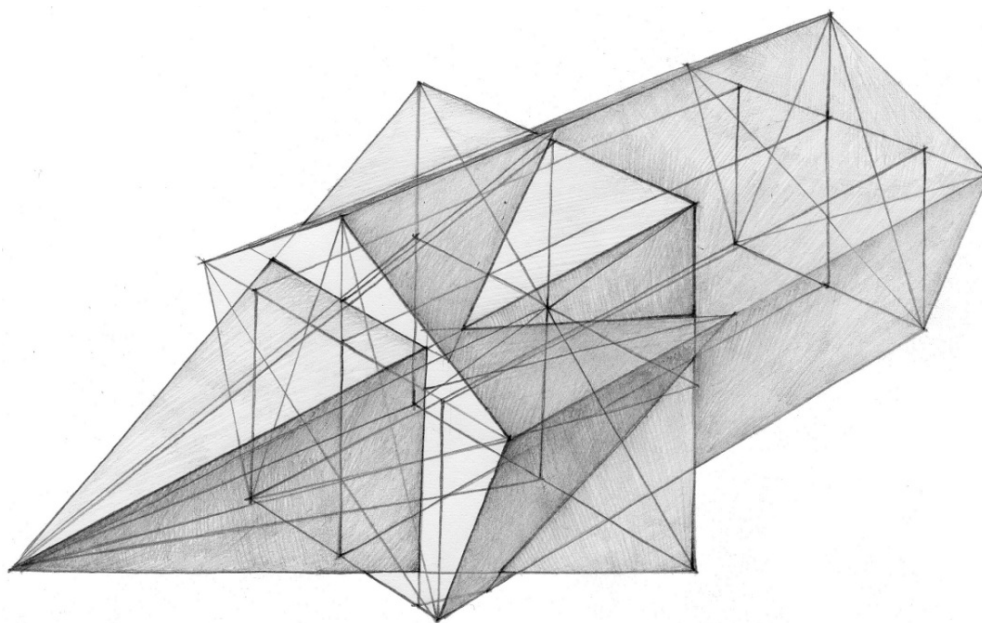


Рис. 5.17

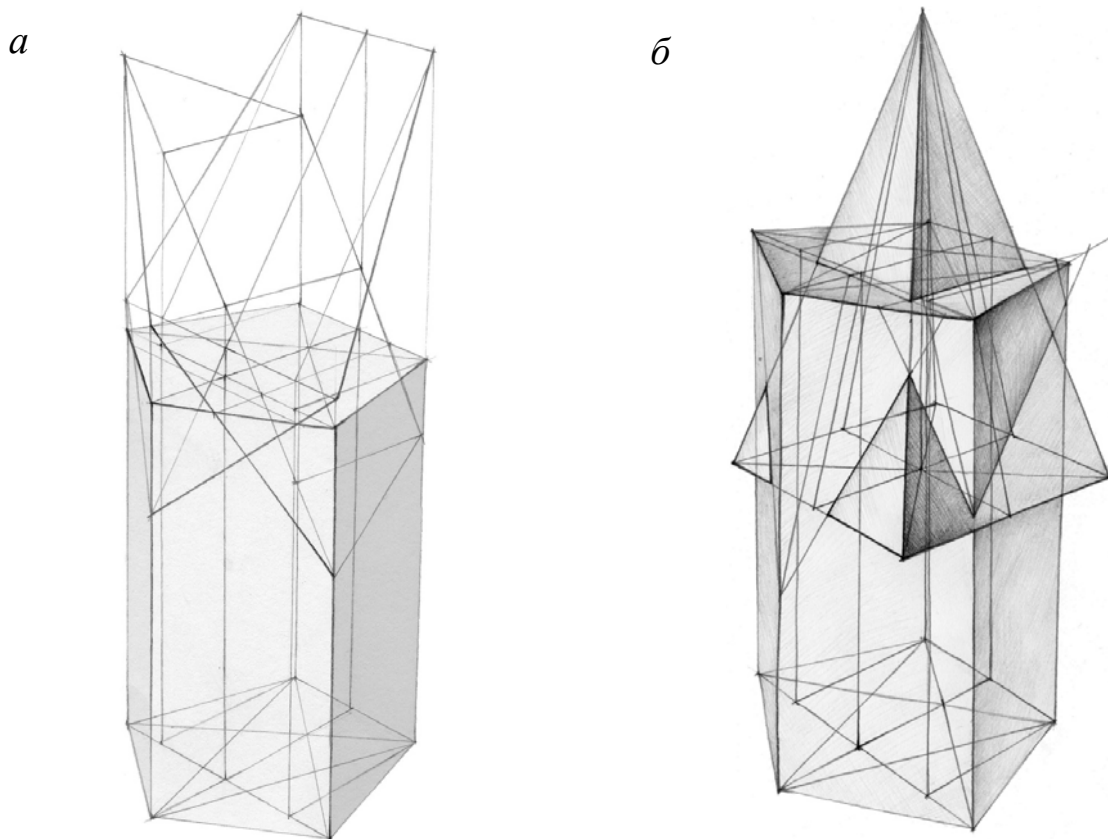


Рис. 5.18

5.2.8. Сечения шестиугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Различные положения пирамиды относительно шестиугольной призмы с методологической точки зрения представлены одновременно на одном рисунке, что, безусловно, недопустимо в одной композиции. Врезка пирамиды, направленной вершиной вверх, происходит аналогично примерам, подробно рассмотренным в пп. 5.2.3, 5.2.4, 5.2.6, 5.2.7. На рис. 5.19 происходит врезка на основе недостроенного сечения геометрического тела в виде наклонного шестиугольника. Врезка центральной пирамиды происходит по аналогии с рис. 5.12, принцип построения которой сводится к воспроизведению измененной структуры сечения шестиугольной призмы, подвергнувшейся воздействию наклонной плоскости. Более сложным пересечением является врезка шестиугольной призмы с пирамидой, направленной вершиной вниз. В первую очередь выстраивается горизонтальное сечение шестиугольника, получаемое в результате взаимодействия с квадратным основанием пирамиды, которое в свою очередь дает следы сечений для дальнейшего построения врезки. Выстраивается часть наклонного сечения шестиугольника. Для этого через точку пересечения центральной горизонтальной оси сечения шестиугольника и ребро основания пирамиды проводится искомая ось наклонного сечения до такой же центральной оси невидимого основания шестиугольной призмы. Через данную точку проводится

горизонтальный след сечения. Дистраивая часть наклонного сечения шестиугольника, получаем первую врезку боковой грани шестиугольника с гранью пирамиды. В дальнейшем достаточно соединить след сечения, лежащий на основании пирамиды, с точкой выхода ребра шестиугольника из боковой грани пирамиды, чтобы получить готовую врезку.

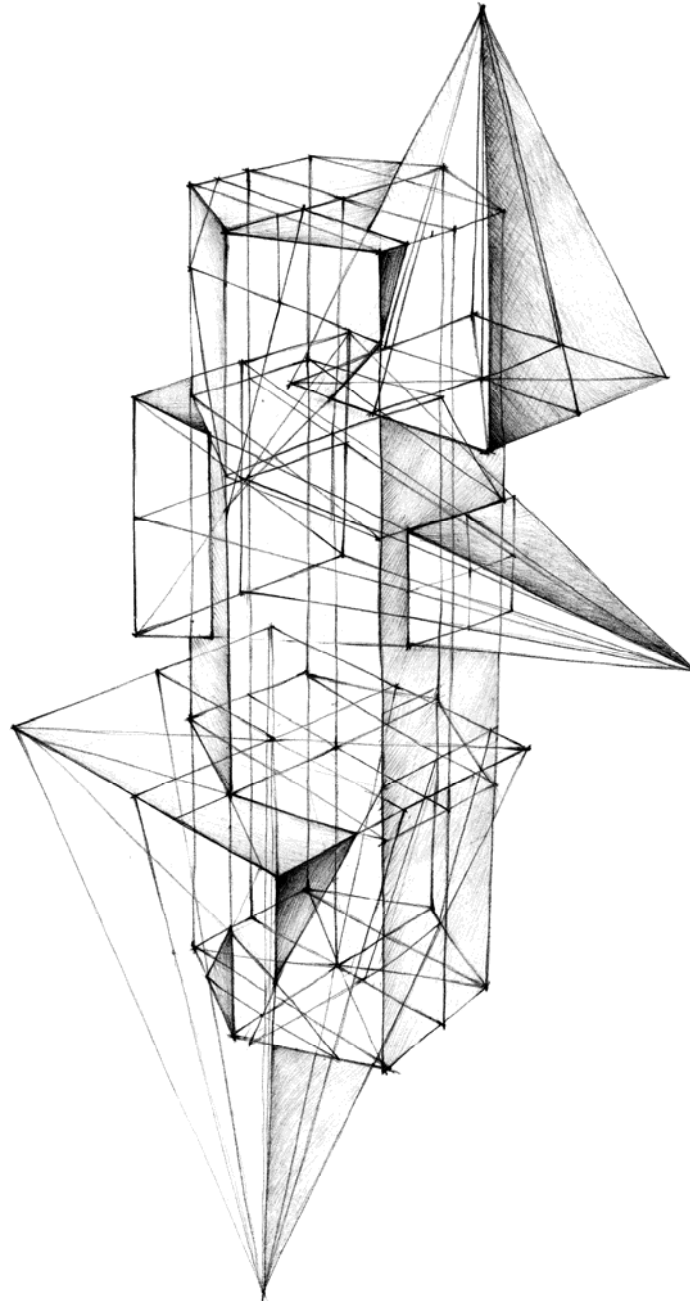


Рис. 5.19

5.2.9. Сечения прямоугольной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Пересечение прямоугольной треугольной призмы с пирамидой с квадратным основанием сводится к сечению треугольной призмы двумя наклонными

плоскостями. В зависимости от точки привязки вперед выступает ребро пирамиды либо треугольной призмы. Первым выстраивается квадратное сечение пирамиды, образованное вертикальной плоскостью треугольного многоугольника. На первом рисунке угол квадратного сечения перекрывает наклонную грань призмы, на втором – пропускает ее вперед. Этот угол квадратного сечения и будет точкой начала построения первого сечения в каждом случае. Второе и третье сечение связано с построением врезки треугольной призмы наклонными плоскостями.

Ожидаемые сечения не параллельны апофемам пирамиды, так как они являются результатом взаимодействия двух наклонных плоскостей между собой и будут принимать направление, среднее между ними, что требует специального построения. Для этого проводятся следы сечения от квадратного сечения на вертикальное или горизонтальное ребро треугольной призмы. Выстраиваются наклонные трапеции $1'-2'-3'-4'$ и $1''-2''-3''-4''$, в которых линии $3'-4'$ и $3''-4''$ будут параллельны каждой своей апофеме, принадлежащей грани пирамиды, а линии $1'-2'$ и $1''-2''$ являться результатом сечения (общая схема к рисункам см. рис. 5.20). По одной трапеции можно полностью достроить врезку и без построения второй трапеции, которую бывает достаточно неудобно выстраивать из-за большого удаления точек построения друг от друга. Следы сечений всегда встречаются на грани секущей плоскости, кроме того проведение следа сечения до грани основания пирамиды позволяет найти еще одну точку привязки с помощью линии, параллельной наклону треугольной призмы. На рис. 5.21, *а* трапеции расположены на отдалении друг от друга относительно ребра пирамиды *A*, На рис. 5.21, *б* – трапеции расположены внахлест, связанные ребром пирамиды *A*.

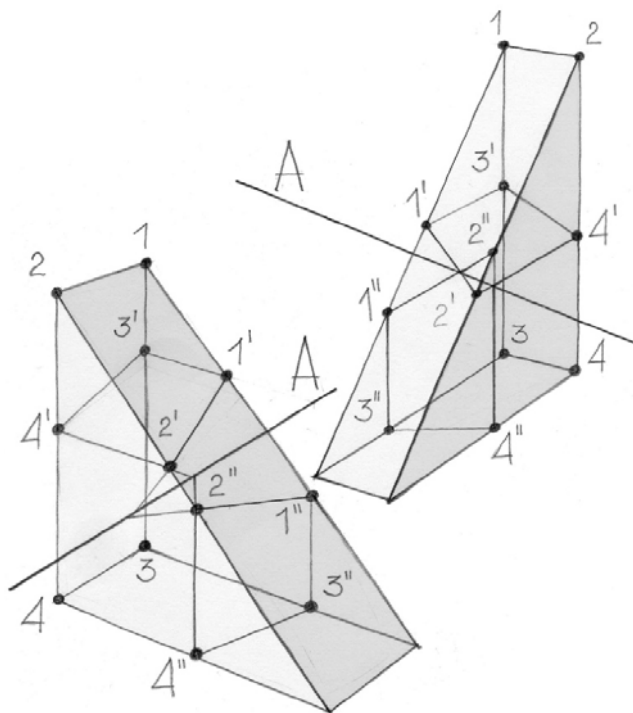


Рис. 5.20

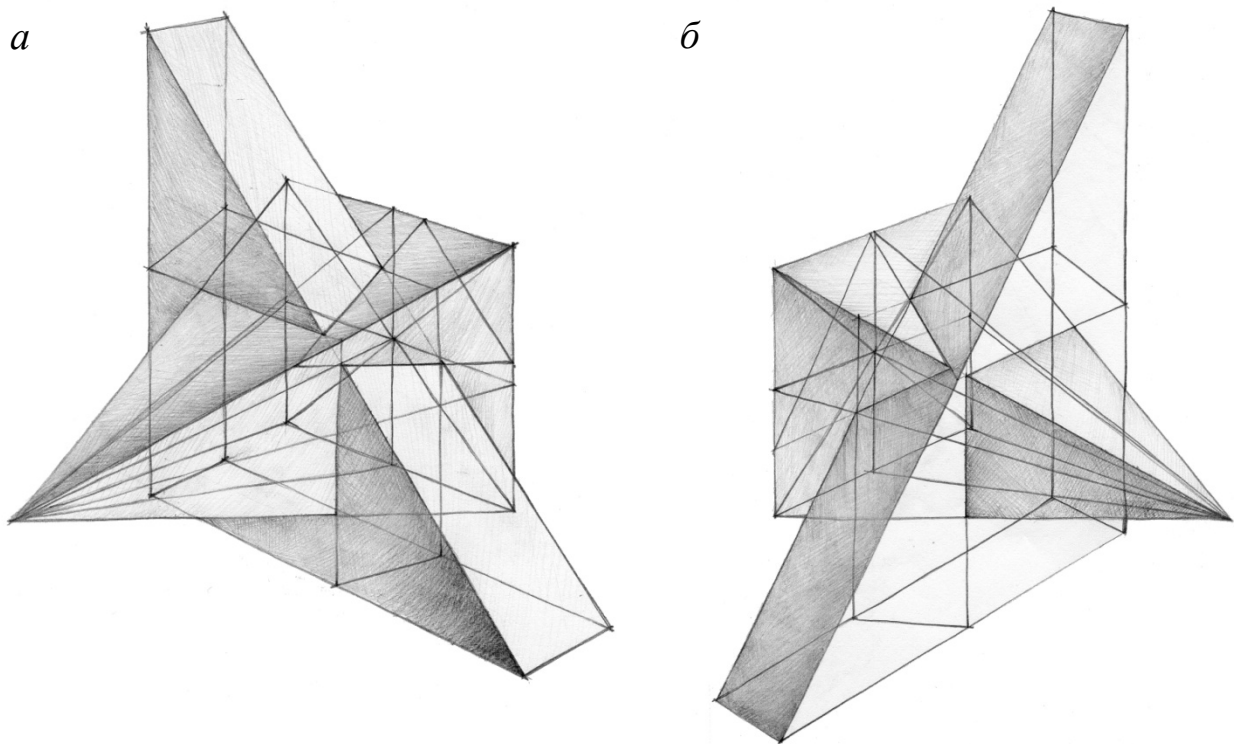


Рис. 5.21

5.2.10. Сечения прямоугольной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Данный пример демонстрирует образец сечения пирамиды наклонной плоскостью. Построение начинается с сечения наклонного квадрата. Первая точка сечения – ближняя к зрителю – расположена с небольшим отступом от наклонной грани треугольной призмы. Наклон квадрата образуется за счет проведения его внутренней оси, параллельной наклону треугольной призмы, которая проходит через точку пересечения видимой апофемы пирамиды и горизонтальной грани квадратного сечения до пересечения с невидимой апофемой. Правильно выстроенное квадратное сечение обязательно должно сужаться кверху (рис. 5.22).

Выход пирамиды из вертикальной поверхности треугольной призмы определяется путем построения наклонного сечения из следа нижней грани квадратного сечения, параллельного апофеме пирамиды. Из точки пересечения другой апофемы с наклонным сечением квадрата с помощью метода переноса точки также находится выход пирамиды из вертикальной поверхности призмы. Замкнутая линия объединяет в виде наклонного сечения треугольной призмы верхнее и нижнее сечения пирамиды. Наклон треугольного сечения, проходящий через вертикальную грань призмы, параллелен соответствующей апофеме грани пирамиды.

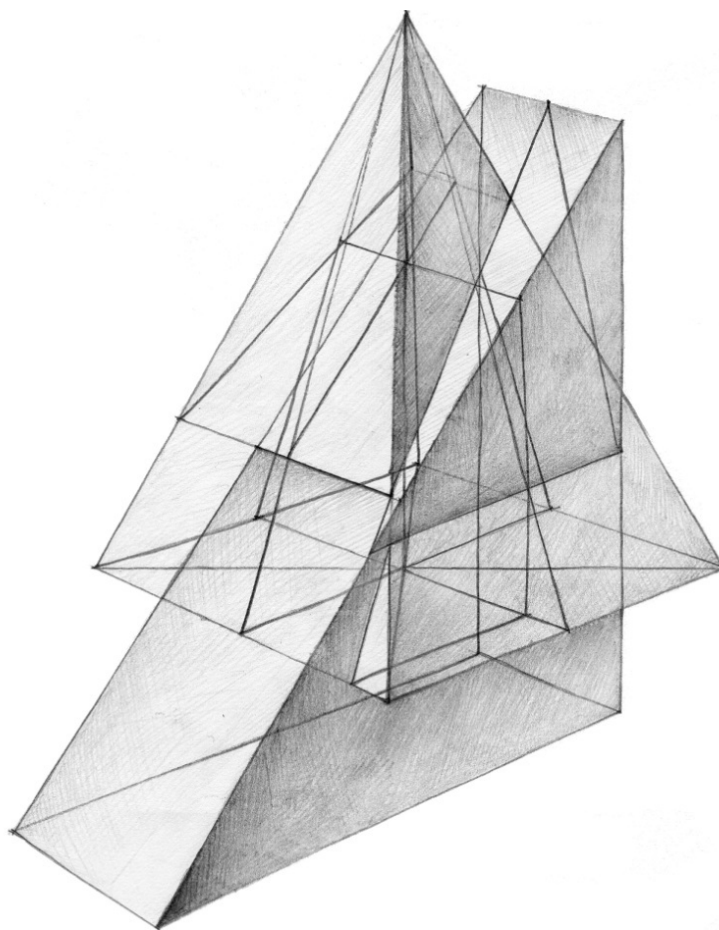


Рис. 5.22

5.2.11. Сечения четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием и равнобедренной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Сложность построения композиционного узла заключается в первую очередь не в построении врезок, а в гармоничном размещении трех-четырёх геометрических тел между собой. В данном примере первым изображенным геометрическим телом является треугольная равнобедренная призма. Как основная и наиболее массивная, она задает основу для размещения вокруг себя остальных геометрических тел. К ней добавляется пирамида с квадратным основанием. Врезка пирамиды в горизонтальном направлении осуществляется на основе недостроенных сечений в виде треугольников с измененной структурой и происходит аналогично примерам, подробно рассмотренным в пп. 5.2.3, 5.2.4, 5.2.6–8. Пирамида относительно треугольной призмы специально размещается таким образом, чтобы была обозрима верхняя грань квадратного основания, прерываемая ее наклонным сечением.

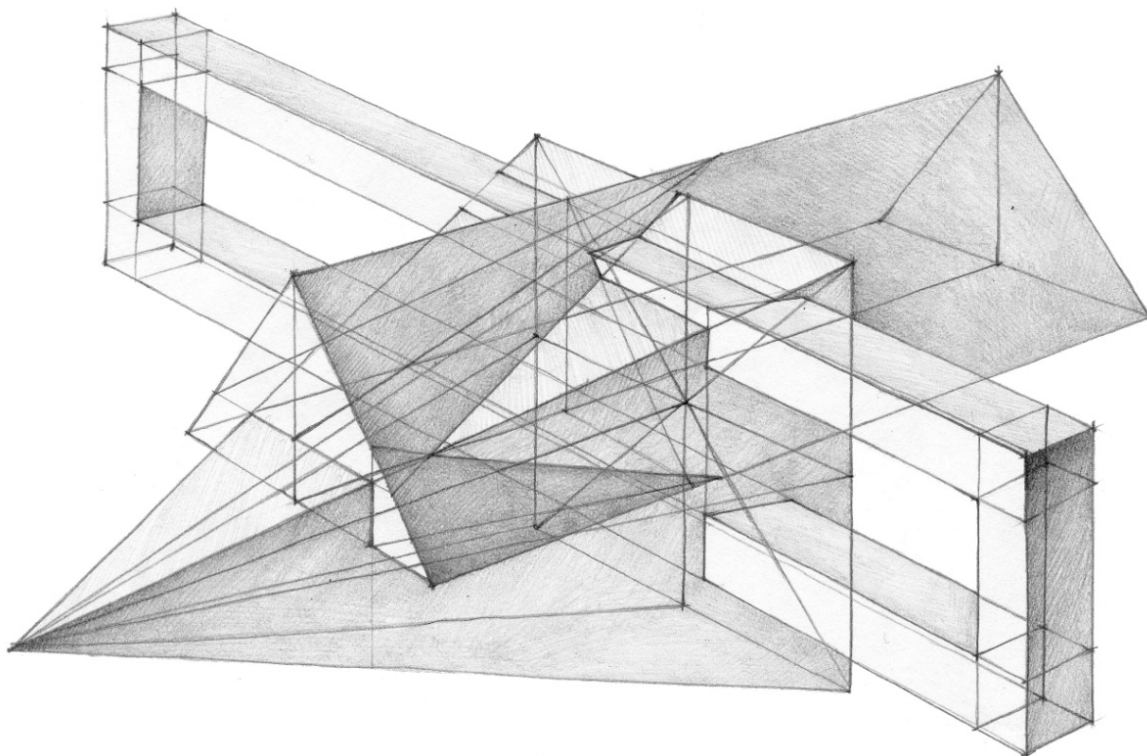


Рис. 5.23

Последнее геометрическое тело - четырехугольную призму с прямоугольным отверстием – следует размещать внимательно в связи с запланированным тройным пересечением. До начала построения прямоугольной призмы следует задать след сечения с учетом выхода пирамиды из верхней грани прямоугольной призмы. Прямоугольное отверстие строится в последнюю очередь. Тройная врезка включает в себя следующие связанные между собой сечения: вертикальное – треугольной призмы, вертикальное – пирамиды и наклонное – прямоугольной призмы. Наклонное сечение четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием параллельно апофеме грани пирамиды. Оно повторяется из-за отверстия призмы на верхнем и нижнем элементе «рамки» (рис. 5.23).

5.2.12. Сечения четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием и прямоугольной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

На основе уже рассмотренного в п. 5.2.9 примера взаимодействия пирамиды с наклонной плоскостью, принадлежащей прямоугольной треугольной призме, создается тройное пересечение.

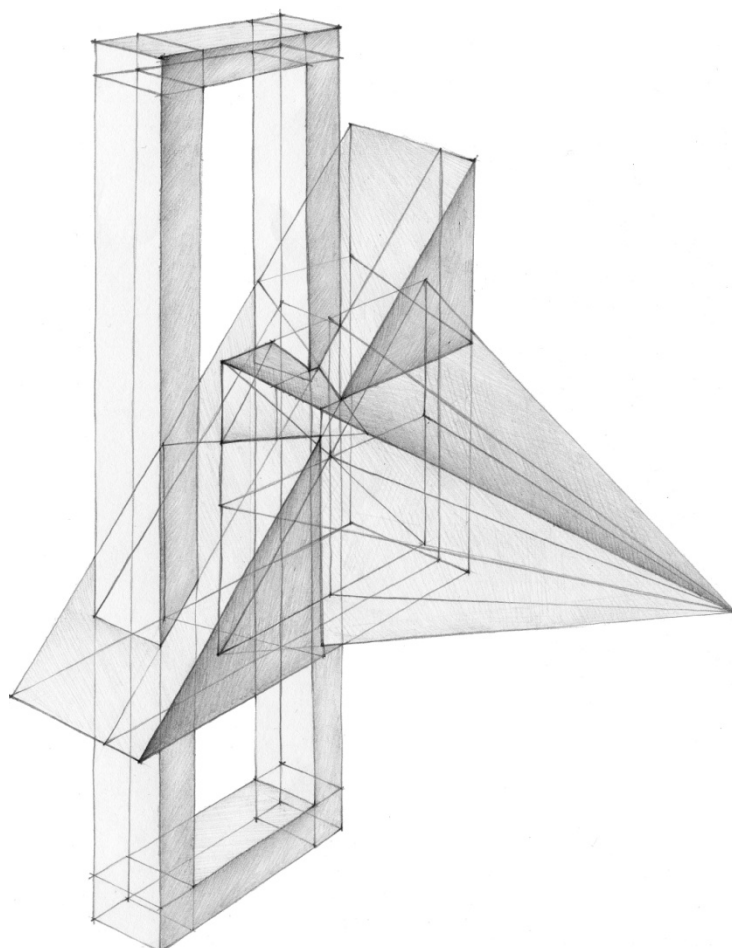


Рис. 5.24

К уже готовому узлу, включающему в себя пирамиду и треугольную призму, последним геометрическим телом добавляется четырехугольная призма с прямоугольным отверстием. До начала ее построения задается след сечения таким образом, чтобы оставить обзорным угол квадратного основания пирамиды и получить тройное взаимодействие между ней, «рамкой» и треугольной призмой. Прямоугольное отверстие строится в последнюю очередь таким образом, чтобы не закрыть врезку пирамиды с наклонной плоскостью. Тройная врезка включает в себя кроме взаимодействия треугольной призмы с двумя наклонными плоскостями пирамиды вертикальное сечение призмы от четырехугольной призмы (рис. 5.24).

5.2.13. Сечения четырехугольной призмы с четвертным вырезом и равнобедренной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Первым геометрическим телом в данном примере изображается вертикальная треугольная равнобедренная призма. Она является основной в данной связке, относительно которой в дальнейшем формируется композиционный узел.

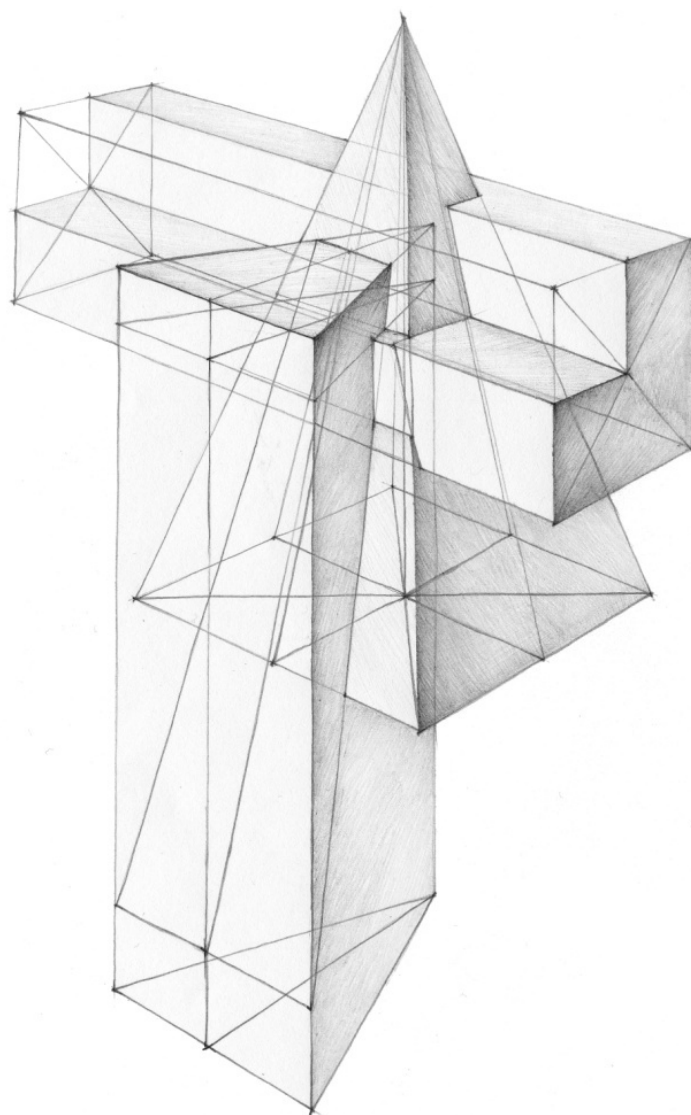


Рис. 5.25

Пирамида с квадратным основанием, как геометрическое тело, дающее наиболее непредсказуемый результат, выстраивается второй. Врезка пирамиды с вертикальным геометрическим телом является одним из вариантов незаконченного сечения треугольной призмы наклонной плоскостью, подробно рассмотренного на рис. 5.9, 5.10.

Возможность добиться еще более выразительного эффекта врезки связана с вариантом, при котором из вертикальной грани призмы будет выступать часть пирамиды. Третьим геометрическим телом изображается четырехугольная призма с четвертным вырезом. Первоначально задается след сечений в виде ломаных линий, опоясывающих часть пирамиды и треугольной призмы. Сечение четырехугольной призмы с четвертным вырезом представляет собой наклонное сечение четверти, образованное при взаимодействии с апофемой пирамиды, и поворотное сечение при взаимодействии с гранью треугольной призмы (рис. 5.25).

5.2.14. Сечения шестиугольной призмы и прямоугольной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Эффектная тройная врезка, представленная на рис. 5.26 данного примера, получается в первую очередь в результате взаимодействия контрастных по отношению друг к другу направлений: две наклонные плоскости выгодно подчеркиваются мощным горизонтальным элементом. Рис. 5.27 представляет собой еще один вариант составления композиционного узла из шестиугольной призмы, прямоугольной треугольной призмы и пирамиды с квадратным основанием.

Сложность построения заключается в умелом распределении достаточно небольших элементов композиционного центра, образующих тройную связку. При достаточном опыте работы приобретается навык моделирования конечного результата еще при начальной стадии построения. На первом и втором рисунке сначала изображается шестиугольная призма, являющимся основным элементом композиционного узла. Вторым геометрическим телом в обоих случаях выстраивается пирамида. Врезка представляет собой поворотное сечение шестиугольника с измененной горизонтальной структурой, ставшей параллельной апофеме пирамиды. Точка привязки на рис. 5.26 расположена на ближнем к зрителю ребре шестиугольника, взятая перед точкой отсчета врезки, являющейся пересечением этого ребра с ребром пирамиды.

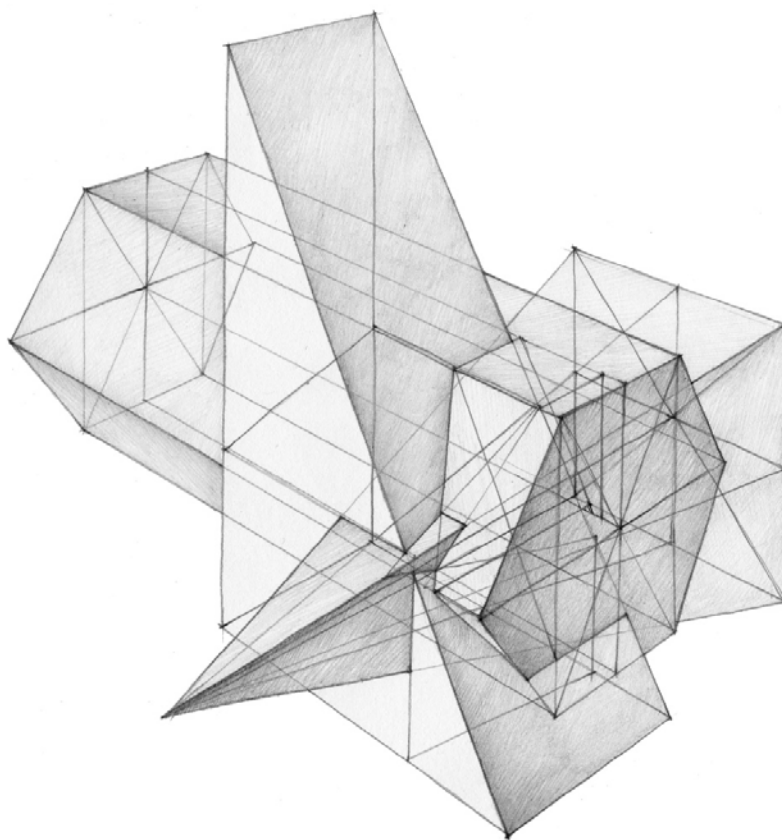


Рис. 5.26

На рис. 5.27 врезка начинается с точки, расположенной на верхнем горизонтальном ребре шестиугольника таким образом, чтобы оставить максимально открытым основание шестиугольной призмы. Подробно аналогичные сечения рассматривались на рис. 5.12, 5.13. Приступая к выполнению построения третьего геометрического тела, завершающего связку, задается необходимый наклон, и положение наклонной грани треугольной призмы относительно уже сложившейся врезки пирамиды и шестиугольника. Определяющим сечением конечного результата является квадратное сечение пирамиды вертикальной плоскостью треугольной прямоугольной призмы. Дальнейшее сечение происходит по аналогии, подробно рассмотренной на рисунке 7.21, а.

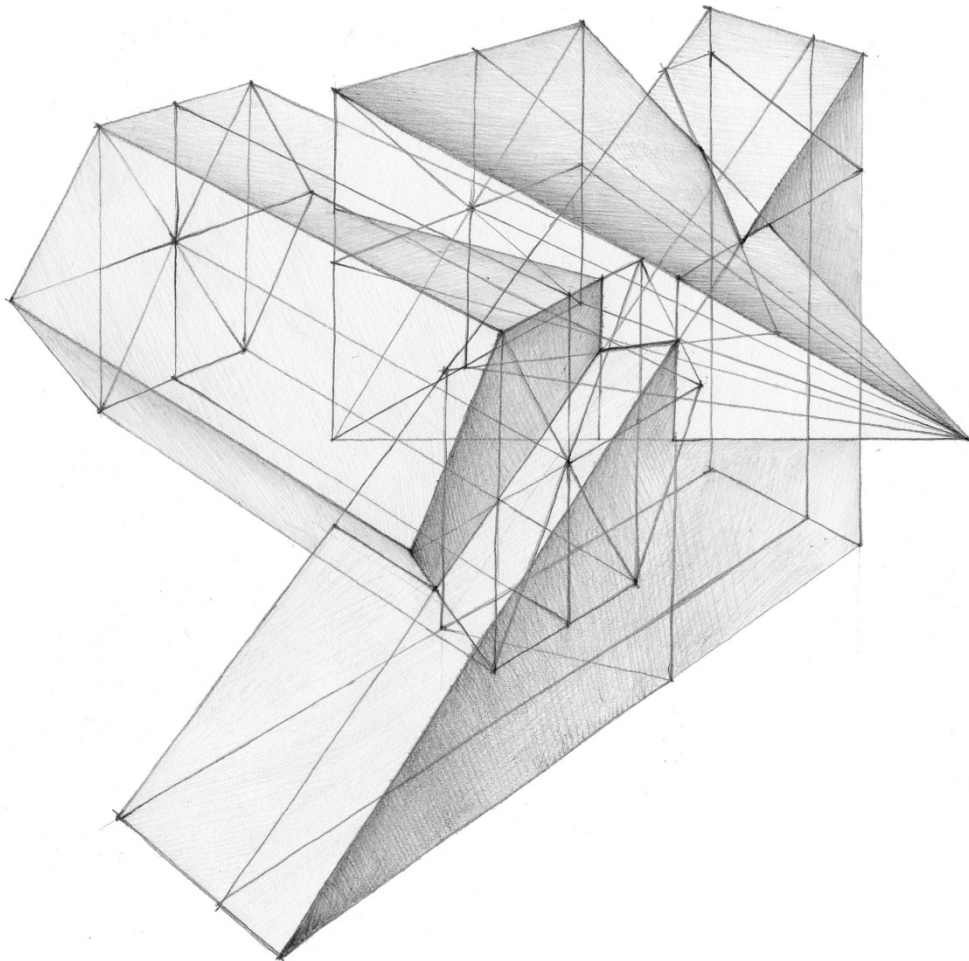


Рис. 5.27

5.2.15. Сечения четырехугольной призмы с четвертным вырезом и равнобедренной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

На основе уже рассмотренного на рис. 5.21, б примера взаимодействия пирамиды с наклонной плоскостью, принадлежащей прямоугольной треугольной призме, создается еще один вариант тройной врезки.

Единственным отличием от прошлого примера является изменение положения геометрических тел в пространстве: с горизонтального на вертикальное – у пирамиды и с вертикального на горизонтальное – у треугольной призмы. А с точки зрения построения сечений это отличие не является принципиальным. К уже готовому композиционному узлу, включающему в себя пирамиду и треугольную призму, добавляется четырехугольная призма с четвертным вырезом. До начала ее построения задается след сечения таким образом, чтобы получить взаимодействие всех граней геометрических тел между собой. Тройная врезка включает в себя, кроме взаимодействия треугольной призмы с двумя наклонными плоскостями, сечения которых представляют собой трапеции, одна из сторон которых параллельна апофеме пирамиды, вертикальное сечение треугольной призмы и наклонное сечение четырехугольной призмы с четвертным вырезом (рис. 5.28).

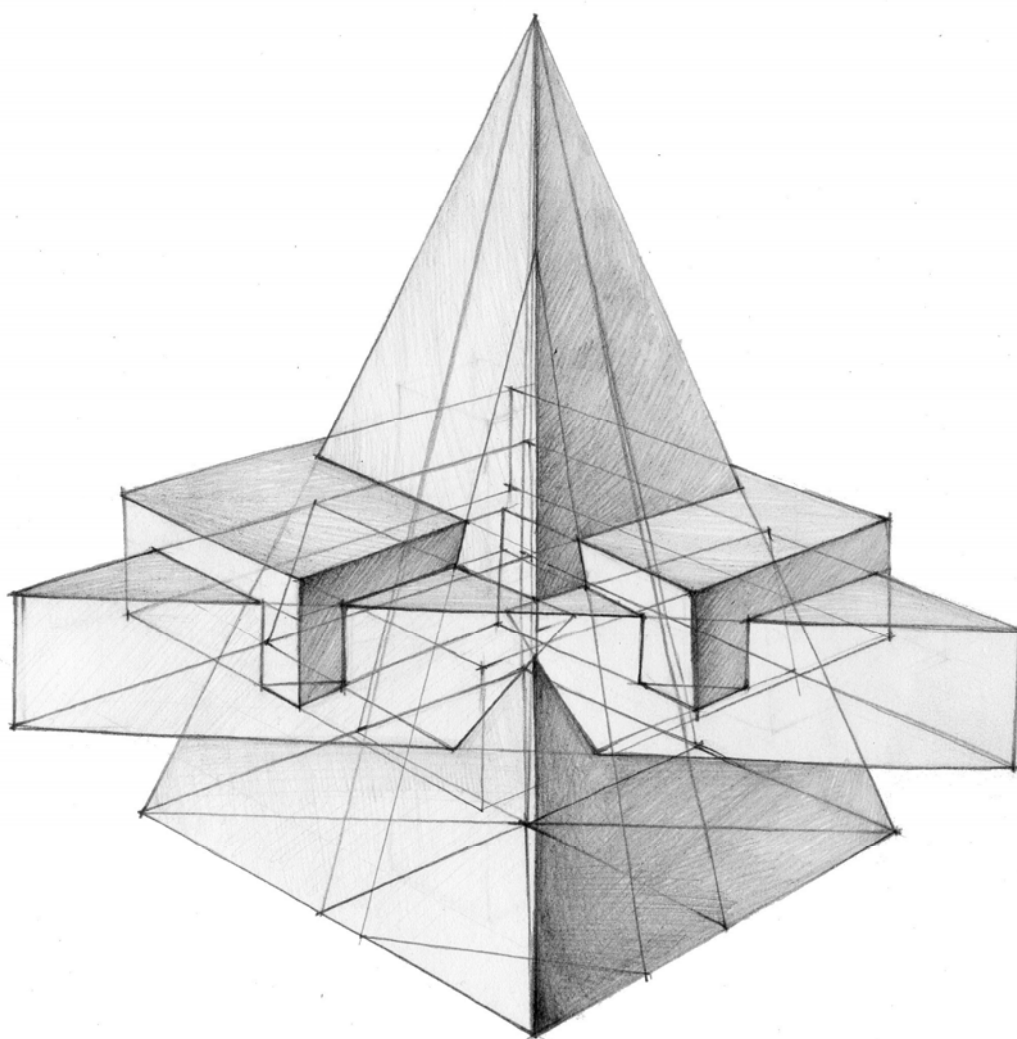


Рис. 5.28

5.2.16. Сечения шестиугольной и пятиугольной призм, прямоугольной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Проблема представления данного композиционного узла из четырех элементов, кроме сложности построения самих пересечений, состоит в правильном изображении геометрических тел со сложной структурой.

Как основное геометрическое тело первой строится шестиугольная призма. Затем выстраивается пирамида с квадратным основанием. Построение врезки начинается с квадратного сечения пирамиды (рис. 5.5, *a*), выбранного таким образом, чтобы вперед выступало верхнее основание шестиугольной призмы. Согласно алгоритму построений незаконченных сечений от квадратного сечения начинают выстраиваться наклонные сечения двух шестиугольников, наклон которых параллелен апофемам пирамиды. Весь процесс построения происходит аналогично примерам, рассмотренным в пп. 5.2.3, 5.2.7, 5.2.8 и др.

Третьим геометрическим телом изображается пятиугольная призма, сечение которой начинается с квадратного сечения пирамиды, а заканчивается незаконченным сечением наклонного пятиугольника, полученного в результате взаимодействия с апофемой пирамиды. Четвертым в композиционном узле появляется треугольная прямоугольная призма, которая задается с помощью следа сечения, который опоясывает собой все предыдущие три геометрических тела. Наклон грани треугольной призмы задается с учетом пожеланий автора, связанных с взаимодействием треугольной призмы с остальными элементами объемно-пространственного композиционного узла. Последнее, на что следует обратить внимание при выборе наклона и ширины треугольной призмы, – это на согласованность с выступающими углами и другими деталями шестиугольной и пятиугольной призм, а также с высотой пирамиды (рис. 5.29).

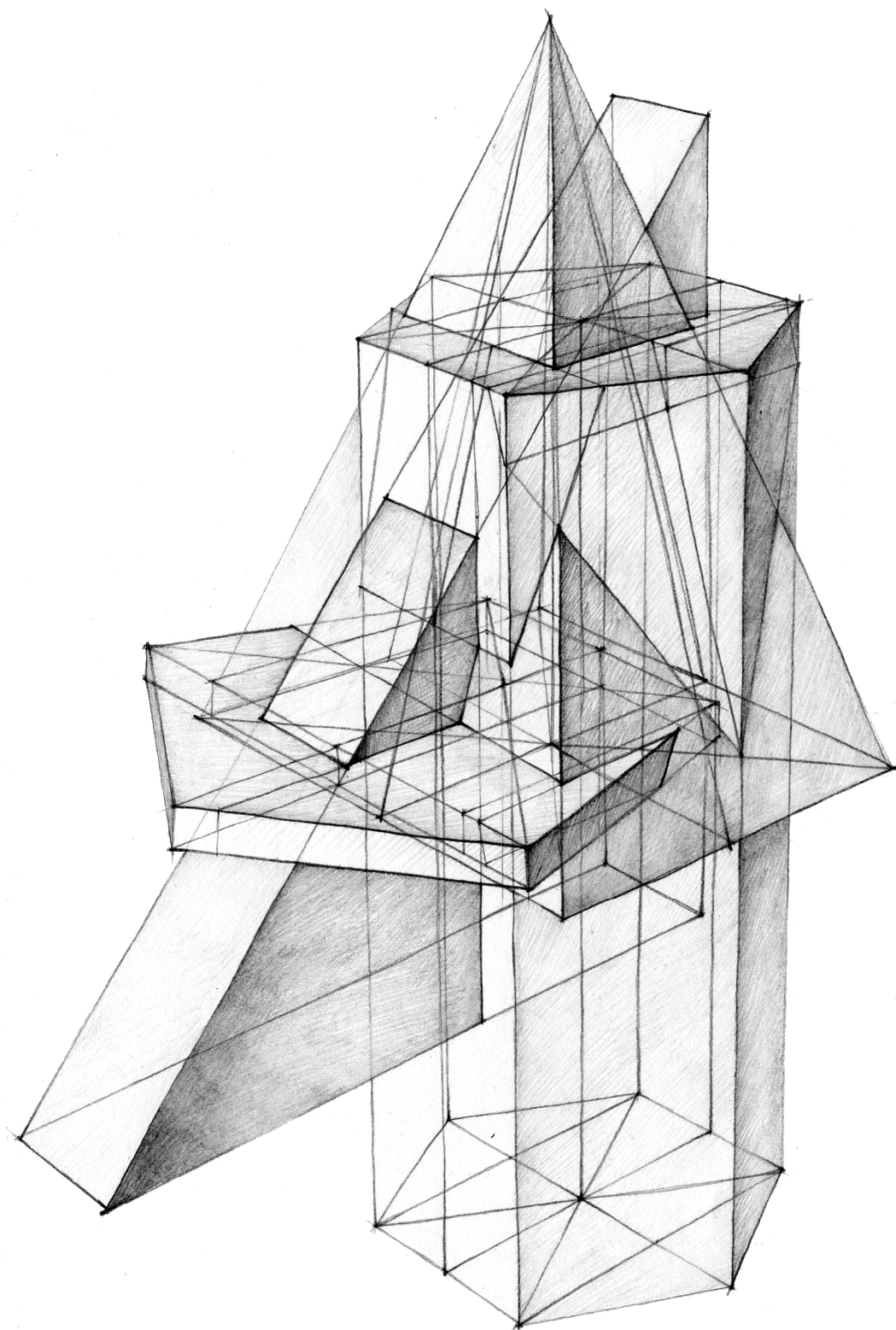


Рис. 5.29

6. УСЕЧЕННАЯ ПИРАМИДА С КВАДРАТНЫМ ОСНОВАНИЕМ

6.1. Линейно-конструктивный рисунок усеченной пирамиды с квадратным основанием

Правильная усеченная пирамида – многогранник, образованный правильной пирамидой и ее сечением, параллельным основанию. Для более выразительного силуэта в объемно-пространственной композиции используется пирамида с квадратным основанием, усеченная под углом 45° . Все свойства и элементы правильной пирамиды, рассмотренные в разделе 5.1, справедливы и для усеченной пирамиды. К уже рассмотренным выше элементам пирамиды следует добавить новые понятия, которые используются при построении пирамиды, усеченной под углом 45° .

Элементы пирамиды, усеченной под углом 45° :

- прямоугольный треугольник – это треугольник, в котором один угол прямой, т. е. составляет 90° ;
- стороны, прилегающие к прямоугольному углу, называются катетами;
- сторона, противоположная прямому углу, называется гипотенузой;
- прямоугольный равнобедренный треугольник – это треугольник, у которого катеты равны;

Пирамида, усеченная под углом 45° , принадлежит к островерхим геометрическим телам, направление которой следует задавать таким образом, чтобы ее вершина была направлена к зрителю по любой из трех осей трехмерного пространства X , Y или Z . В связи с особенностью восприятия усеченной пирамиды рекомендуется направлять ее вершину в сторону зрителя по осям X , Y и вершиной вверх по оси Z . Это необходимо для того, чтобы получить видимой наклонную поверхность, полученную в результате усечения пирамиды.

Этапы построения усеченной пирамиды с квадратным основанием

1. До начала построения сечения в пирамиде под углом 45° выстраивается непосредственно сама пирамида с квадратным основанием. Построение пирамиды в вертикальном и горизонтальном положении было рассмотрено в разделе 5.1.

2. Сечение под углом 45° выстраивается с помощью построенного во внутренней структуре пирамиды прямоугольного равнобедренного треугольника со значением углов 45 , 45 , 90° . Срез пирамиды задается произвольно вертикальной или горизонтальной линией. Следует обратить внимание на соотношение отсекаемой части от основной массы пирамиды, которая не должна быть не слишком большой, не слишком маленькой. Слишком большая отсекаемая часть разрушит геометрическую форму пирамиды, Слишком маленькая – создаст негативный эффект восприятия.

3. В точке пересечения заданного среза с апофемой пирамиды проводится первый катет до пересечения с высотой пирамиды. С учетом перспективного сокращения на высоте пирамиды точкой задается длина второго катета. Полученная гипотенуза и задаст таким образом искомый наклон в 45° . Продлевая гипотенузу до точки пересечения с противоположной невидимой апофемой, достраиваем наклонную трапецию, которая и будет являться плоскостью отсекаемой под углом 45° от правильной пирамиды (рис. 6.1).

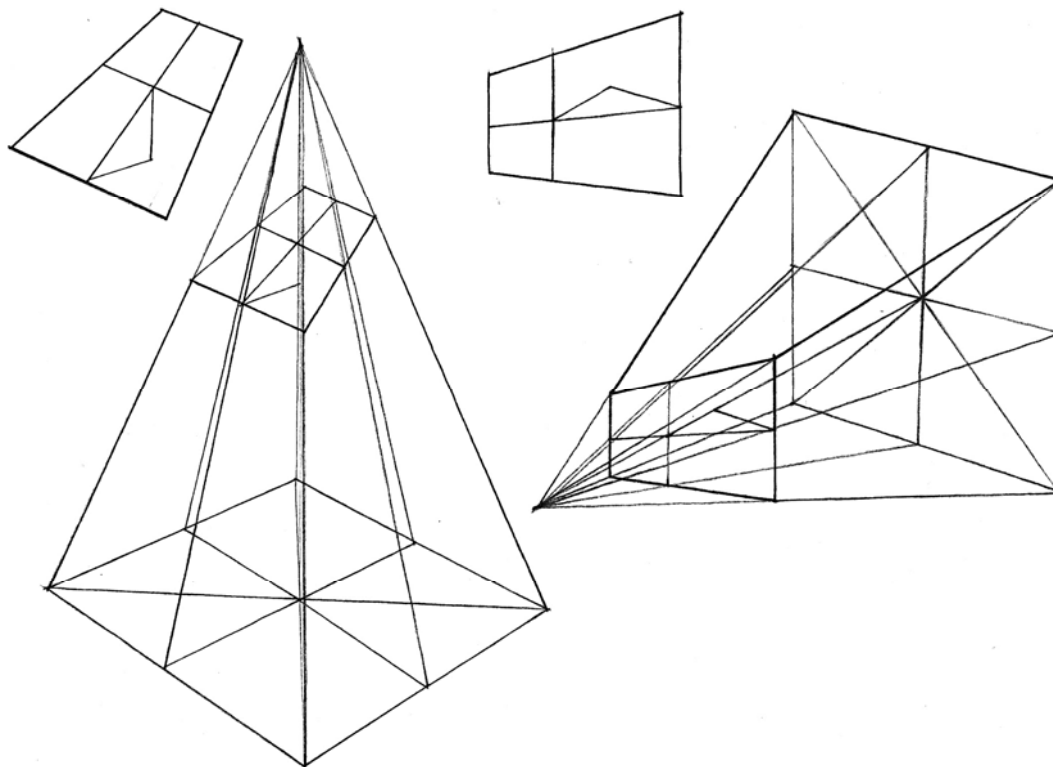


Рис. 6.1

6.2. Построение сечений усеченной пирамиды с квадратным основанием

6.2.1. Сечения геометрических тел наклонными плоскостями на примере врезки с усеченной пирамидой с квадратным основанием

Сечение любого геометрического тела наклонными плоскостями, принадлежащими пирамиде, усеченной под углом 45° градусов, сводится к аналогичному построению сечений наклонными плоскостями неусеченной правильной пирамиды, подробно изученными в разделе 5.2.

На рис. 6.2, а усеченная часть пирамиды участвует во врезке, изменяя эффект восприятия от полученного композиционного узла (сравните с рис. 5.6, а). Первоначально взаимодействие двух геометрических тел – пирамиды и прямоугольной призмы – происходит как сечение призмы наклонной плоскостью с учетом предполагаемого усечения пирамиды под углом 45° . Далее выбирается

точка начала построения сечения под углом 45° таким образом, чтобы выступающая часть пирамиды заметно выделялась над горизонтальной поверхностью четырехугольной призмы.

Усеченная часть пирамиды может не участвовать в сечении, как показано на рис. 6.2, б. Тогда усечение пирамиды носит формальный характер и производится уже после построения пересечения двух геометрических тел. Выбрав точку привязки на верхнем горизонтальном ребре четырехугольной призмы, выстраиваем сечение в виде прямоугольника, повернутого параллельно соответствующей апофеме. Сечение задает узловые точки для дальнейшего построения врезки.

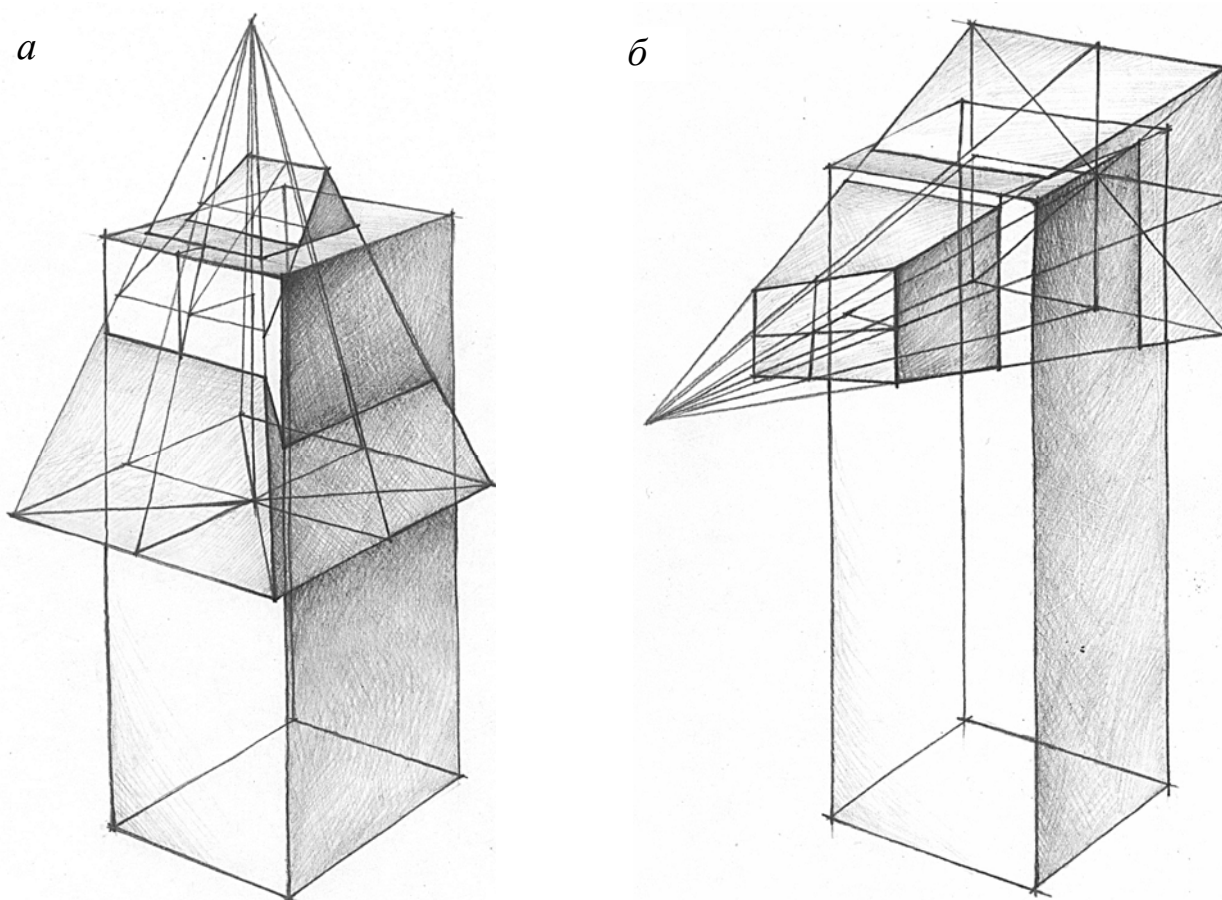


Рис. 6.2

Принцип построения сечения на рис. 6.3 сводится к воспроизведению измененной структуры шестиугольной призмы, подвергнувшейся воздействию наклонной плоскости пирамиды. Взаимодействие двух геометрических тел сводится к построению сечения шестиугольной призмы от поворотной плоскости, параллельной апофеме соответствующей грани пирамиды, аналогично рис. 5.13.

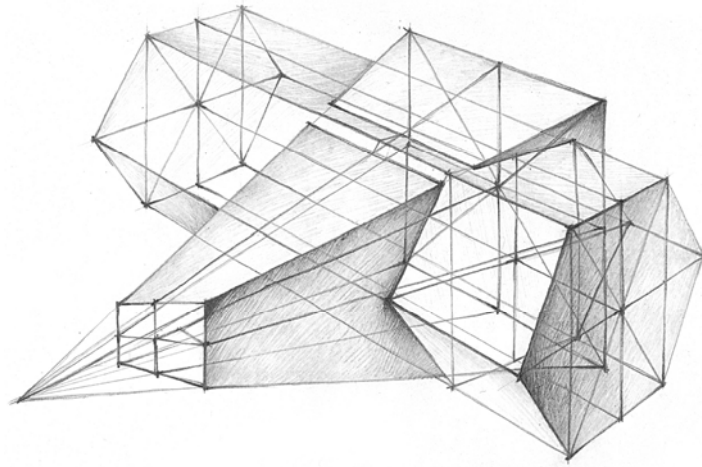


Рис. 6.3

6.2.2. Сечения равнобедренной треугольной призмы наклонными плоскостями на примере врезки с усеченной пирамидой с квадратным основанием

Первое сечение представляет собой взаимодействие треугольной призмы наклонной плоскостью, при котором ее вертикальная ось $1-2$ становится параллельной апофеме пирамиды $1''-2''$. Далее следует, выбрав точку привязки на ребре пирамиды ниже верхней грани призмы, усечь ее. Второе сечение также будет представлять собой наклонный треугольник, вертикальная ось которого на этот раз будет параллельна наклонной плоскости, идущей под углом 45° $1'-2'$. Таким образом, врезка состоит из двух наклонных треугольных сечений, оси которых пересекаются на грани пирамиды в точке O (рис. 6.4).

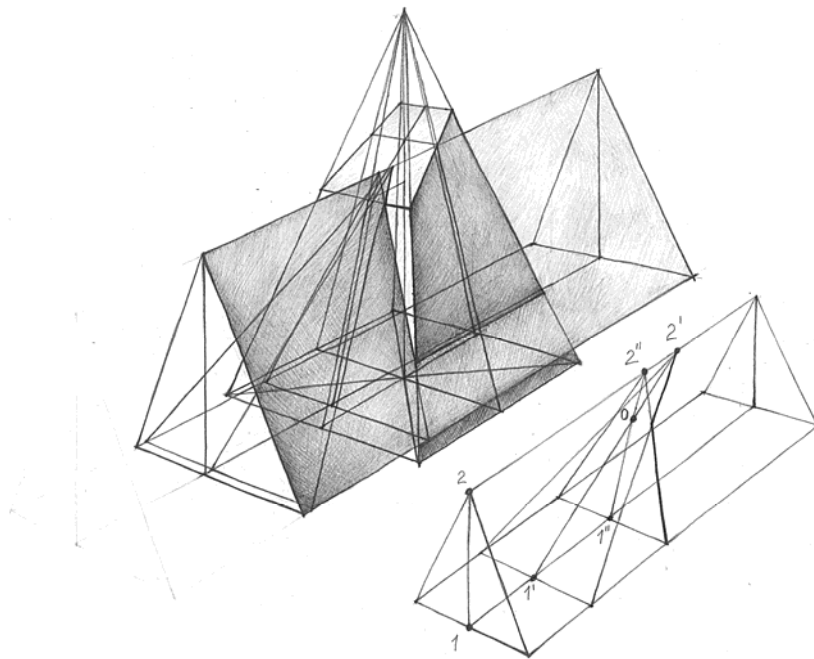


Рис. 6.4

6.2.3. Сечения треугольной равнобедренной призмы и прямоугольной треугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с пирамидой с квадратным основанием

Первым геометрическим телом изображается треугольная равнобедренная призма, вторым – пирамида. После построения их пересечения в виде треугольника с измененной структурой, по следу сечения задается угол наклона третьего геометрического тела – прямоугольной треугольной призмы – таким образом, чтобы она перекрывала собой горизонтальное ребро равнобедренной призмы и пропускала вперед вершину пирамиды. Точка привязки для построения усечения пирамиды под углом 45° берется на ребре пирамиды, пропуская вперед наклонное ребро прямоугольной треугольной призмы. Благодаря этому ребро призмы выйдет из усеченной поверхности пирамиды, образуя эффектную врезку (рис. 6.5).

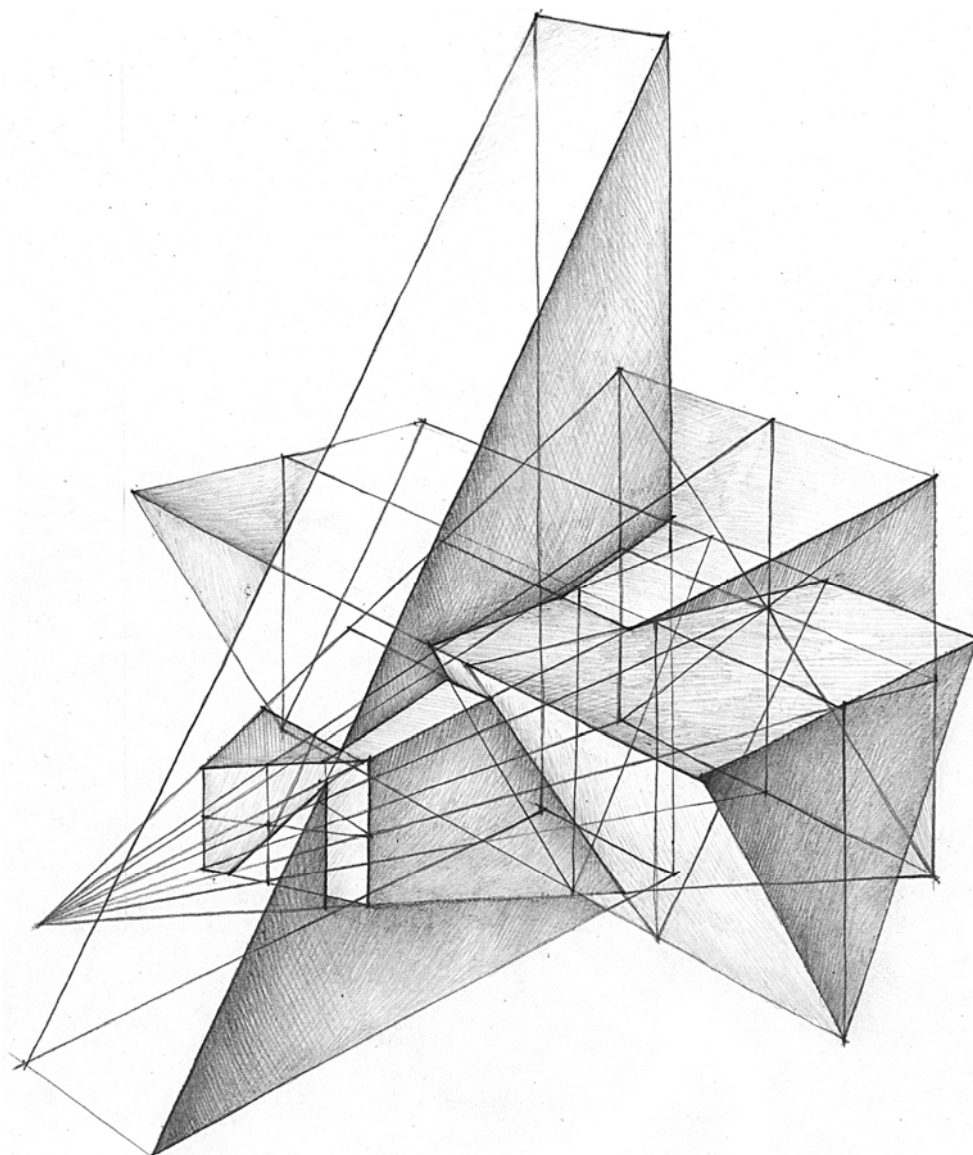


Рис. 6.5

7. ПИРАМИДА С ТРЕУГОЛЬНЫМ ОСНОВАНИЕМ

7.1. Линейно-конструктивный рисунок пирамиды с треугольным основанием

Пирамида с треугольным основанием образуется тогда, когда правильный многоугольник в основании пирамиды принимает форму треугольника. Все свойства правильной пирамиды, рассмотренные в разделе 5.1, справедливы и для треугольной. К уже рассмотренным выше элементам пирамиды с квадратным основанием следует добавить элементы пирамиды с основанием в виде правильного треугольника.

Элементы пирамиды с треугольным основанием:

- треугольник – это фигура, состоящая из трех отрезков и трех точек, не лежащих на одной прямой. Отрезки называются сторонами, а точки – вершинами;
- правильный треугольник – это треугольник, у которого все стороны и все углы равны;
- медиана – это отрезок, соединяющий вершину треугольника с серединой противоположной стороны.

Все виды пирамид являются взаимозаменяемыми элементами композиции. Треугольная пирамида относится к островерхим геометрическим телам, и может быть направлена своей вершиной по одной из трех осей трехмерного пространства X , Y или Z . При этом положение пирамиды в плоскости листа может задаваться таким образом, при котором видимыми могут оставаться как две, так и одна боковые грани. Выбор ракурса треугольной пирамиды зависит не только от композиционного замысла автора, но и от возможности перспективного построения в определенной заданной точке формата листа (слишком резкий ракурс не позволяет должным образом раскрыться двум боковым граням одновременно) (рис. 7.1).

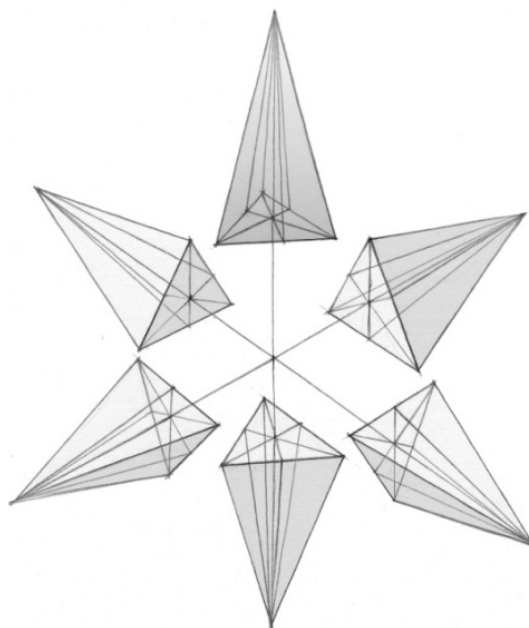


Рис. 7.1

Этапы построения пирамиды с треугольным основанием

1. Построение треугольной пирамиды, находящейся в вертикальном или горизонтальном ракурсе, следует начинать с ее основания. Основанием пирамиды является правильный треугольник, ее боковыми гранями – равные равнобедренные треугольники (рис. 7.2). Высота пирамиды по отношению к стороне квадрата основания определяет ее пропорции (высокая или низкая).

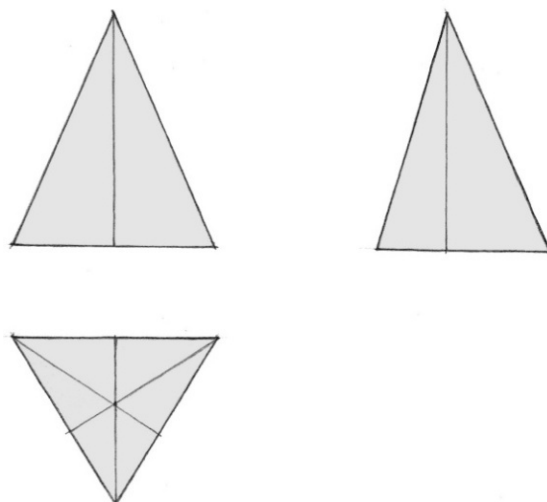


Рис. 7.2

Прежде чем приступать к построению основания пирамиды в виде правильного треугольника в перспективе, необходимо рассмотреть его построение через квадрат во фронтальной проекции. Этот способ основан на вписывании правильного треугольника в квадрат. Любая из половин квадрата, полученная пересечением его диагоналей, делится на три равные части. Соотношение стороны основания правильного треугольника к его высоте составляет $6 : 5$. Основание треугольника будет проходить параллельно стороне квадрата через точку, которая отсекает $1/3$ часть из трех заданных равных частей. Вершина правильного треугольника будет располагаться на середине противоположной стороны квадрата (рис. 7.3).

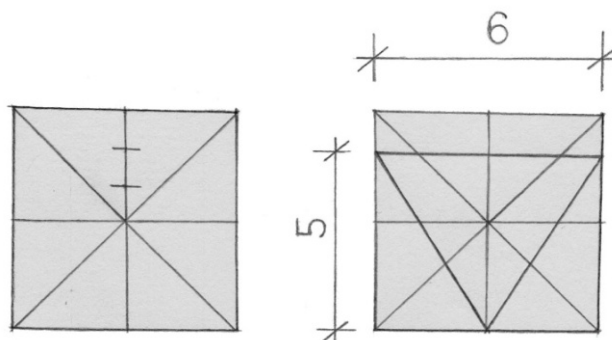


Рис. 7.3

2. При положении пирамиды в вертикальном или горизонтальном ракурсе построение квадрата сводится к правильному соотношению сторон по отношению друг к другу. По аналогии с построением треугольника, вписанного в квадрат, во фронтальной проекции проводится прорисовка правильного треугольника в перспективе. При наличии достаточного опыта работы с композицией из геометрических тел при построении правильного треугольника, лежащего на плоскости листа, изображение квадрата можно опустить. При этом соотношение длины стороны основания к высоте треугольника берется на глаз пропорционально соотношению $6 : 5$. При правильном изображении правильного треугольника, вне зависимости от способа построения, всегда существует возможность описать вокруг него квадрат или эллипс.

3. После построения основания пирамиды проводятся медианы для определения центра треугольника, через который проводится заданная вертикаль вверх (вниз) по оси Z для вертикального ракурса пирамиды или в перспективу по осям X или Y для горизонтального ракурса. Таким образом, высота пирамиды всегда будет перпендикулярна основанию квадрата. При не соблюдении данного свойства произойдет нарушение геометрической формы пирамиды.

4. Соединяя полученную вершину пирамиды, как в вертикальном, так и в горизонтальном положении с точками основания, являющимися вершинами треугольника, выстраивается данное геометрическое тело.

5. Для дальнейшего построения сечений в пирамиде необходимо построить три апофемы (рис. 7.4).

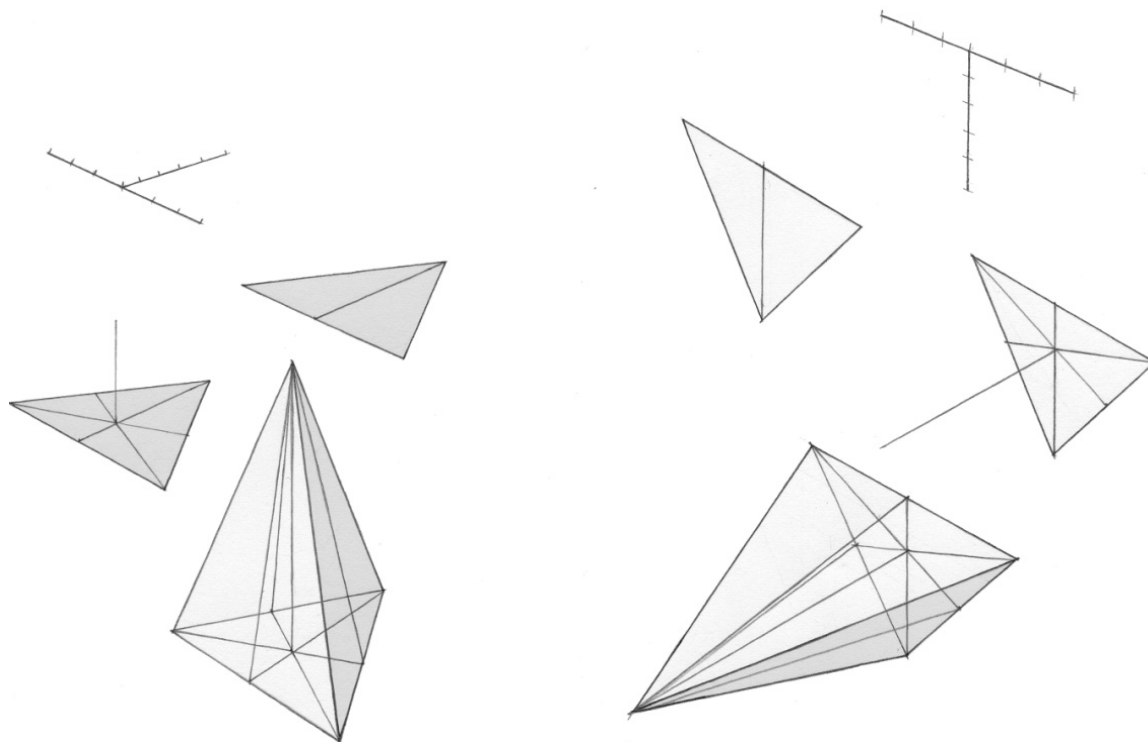


Рис. 7.4

7.2. Построение сечений пирамиды с треугольным основанием

7.2.1. Построение врезок граненых геометрических тел с наклонной поверхностью пирамиды

Сечения пирамиды плоскостями, параллельными основанию, представляют собой равнобедренные треугольники, размеры которых зависят от высоты, на которой находится секущая плоскость: ближе к вершине пирамиды размер сечений меньше, чем у основания (рис. 7.5).

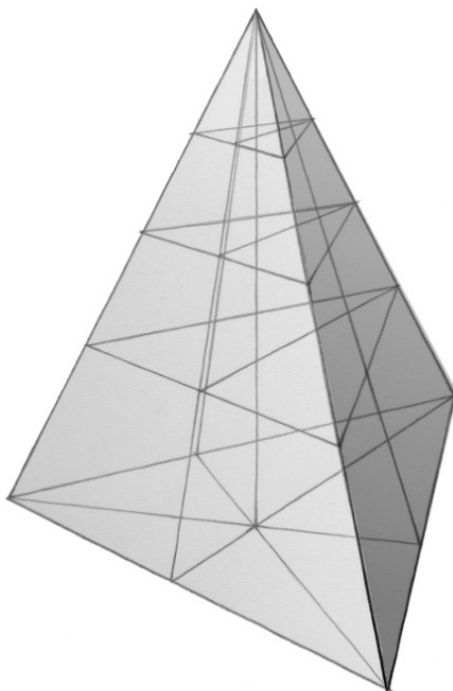


Рис. 7.5

Сечение, перпендикулярное основанию пирамиды, проходящее через ее вершину и высоту основания, представляет собой треугольник. Такая врезка не рекомендована к применению, использование которой считается композиционным недостатком. Все другие сечения пирамиды, параллельные этому – треугольники. Одна из сторон треугольного сечения, принадлежащей наклонной грани пирамиды, ребро которой является основанием правильного треугольника, будет всегда параллельна апофеме (рис. 7.6, а, б). Вторая сторона сечения будет параллельна соответствующему ребру треугольной грани пирамиды. В зависимости от поворота секущей плоскости относительно пирамиды сечение может представлять собой трапецию. Боковые стороны трапеций не параллельны апофемам – высотам в треугольниках боковых граней, – а будут являться результатом построения (рис. 7.6, в).

При взаимодействии пирамиды с горизонтальной или вертикальной поверхностью геометрического тела врезки будут параллельны углу наклона бо-

ковых граней пирамиды, направление которых задается апофемами, только в том случае, когда принадлежат наклонной грани пирамиды, ребро которой является основанием правильного треугольника. Во всех остальных случаях угол наклона сечения является результатом построения, при котором он будет параллелен соответствующему ребру треугольной грани пирамиды.

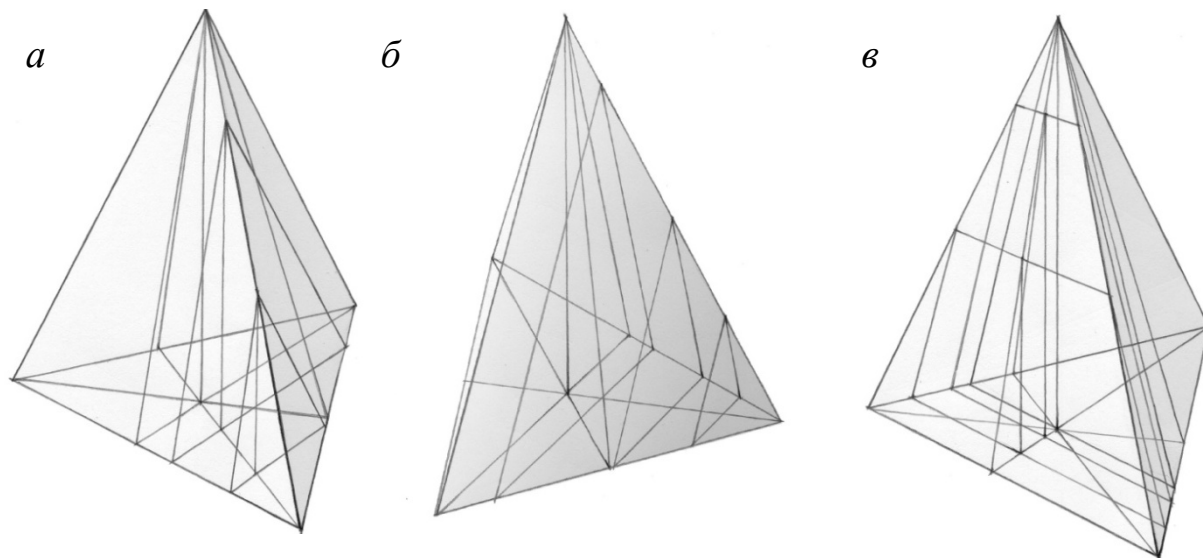


Рис. 7.6

Вершину треугольной пирамиды не следует закрывать ни какой-либо врезкой, ни другими геометрическими телами. Иначе возникает эффект «втыкания» и теряется геометрическая форма пирамиды, в связи с потерей восприятия ее наиболее изящной и характерной части – вершины, что, безусловно, является композиционным недостатком. Основным полем для врезок пирамиды служит ее более массивная нижняя часть, приближенная к основанию.

Методика обучения композиции из геометрических тел включает в себя повторение данных примеров с целью закрепления знаний. Кроме того изменение точки привязки позволяет усложнить задание. Следует помнить, что приведенные примеры врезок не являются сами по себе целостной законченной композицией, а только ее элементами, которые возможно использовать как варианты при ее составлении.

7.2.2. Врезка пирамиды с треугольным основанием в четырехугольную призму

Пересечение пирамиды с треугольным основанием двумя вертикальными и одной горизонтальной плоскостями сводится к последовательному построению сечений, каждое из которых дает узловые точки для построения следующего (рис. 7.7). Отправным сечением является взаимодействие треугольной пирамиды с горизонтальной плоскостью, принадлежащей четырехугольной призме, в

результате которого образуется горизонтальный треугольник (рис. 7.5). Точкой привязки первого сечения в данном случае будет служить точка, расположенная на вертикальной грани пирамиды ниже точки отсчета сечения, являющейся ее пересечением с верхней расположенной ближе к зрителю гранью четырехугольной призмы. Первое сечение определяет дальнейшее построение второго, которым будет являться взаимодействие четырехугольной призмы наклонной плоскостью пирамиды, расположенной справа от ее видимого ребра. Выбор именно этого сечения связан в первую очередь с характером наклонной грани пирамиды, который образует плоскость, измененную только относительно одной из двух осей трехмерного пространства. Тогда как вторая наклонная грань треугольной пирамиды образуется плоскостью, измененную по обоим направлениям трехмерного пространства. Полученное в результате сечение является трапецией, построение которой было рассмотрено на рис. 7.6, в. Интересующая нас боковая сторона трапеции параллельна апофеме – высоте треугольной грани пирамиды.

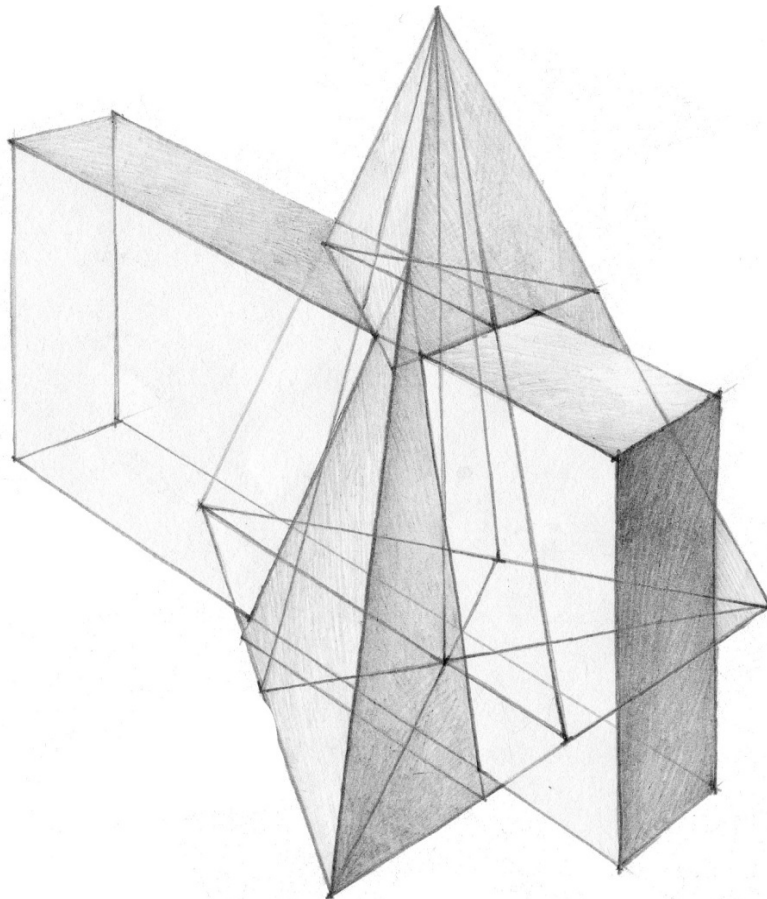


Рис. 7.7

Третье сечение представляет собой взаимодействие одновременно наклонной грани пирамиды с вертикальной плоскостью четырехугольной призмы. Наиболее простой способ построения данного вида сечения основывается на

законе взаимосвязи всех сечений между собой: следы сечений двух геометрических тел всегда встречаются на ребре секущей плоскости. При продолжении линии врезки, параллельной апофеме, до встречи с наклонным и горизонтальным ребрами пирамиды, получаются две узловые точки следа сечения. Третья узловая точка образуется за счет проведения следа сечения через треугольное основание пирамиды. Соединяя таким образом все три узловые точки замкнутым треугольным контуром, завершается сечение (рис. 7.6, а).

7.2.3. Врезка пирамиды с треугольным основанием в четырехугольную призму с четвертным вырезом

Два примера на рис. 7.8 и 7.9 представляют собой пример взаимодействия пирамиды с треугольным основанием с чередующимися горизонтальными и вертикальными плоскостями, принадлежащими четырехугольной призме с четвертным вырезом. Две пары врезок в каждом конкретном случае являются аналогичными с точки зрения построения. Наиболее простым будет сечение треугольной пирамиды вертикальной плоскостью, в результате которого образуется сечение в виде правильного треугольника, аналогичное основанию (рис. 7.5). Первым сечением выстраивается треугольник, расположенный перед ближним основанием. Именно его расположение задает дальнейшую последовательность построения врезки. Точка привязки расположена таким образом, чтобы оставить видимым ребро пирамиды.

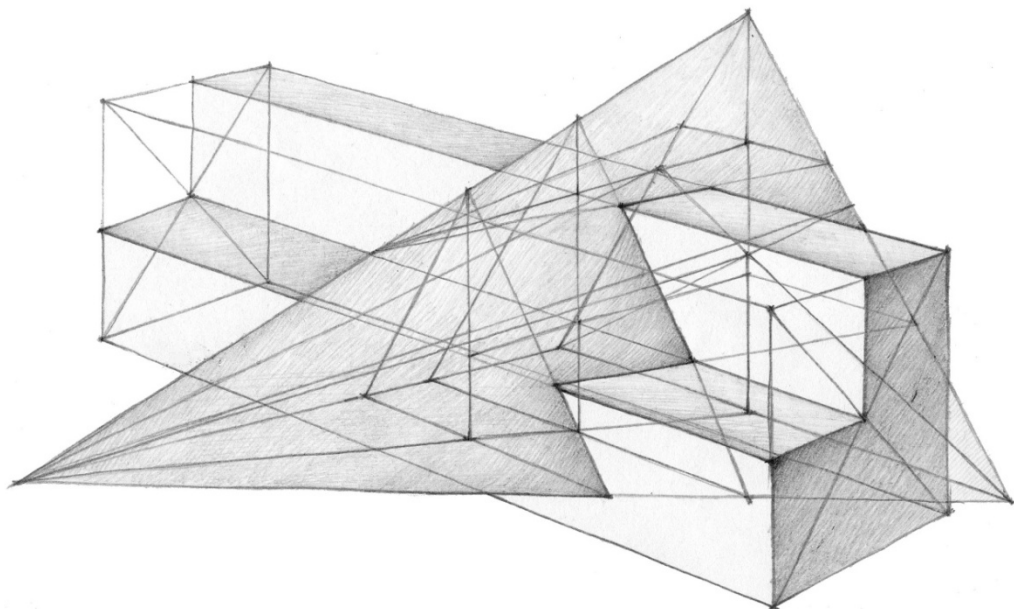


Рис. 7.8

Первое треугольное сечение на рис. 7.8 связывается со вторым треугольным сечением через линию, которая проходит через точку пересечения вертикальной оси заданного сечения и горизонтального ребра прямоугольной приз-

мы с четвертным вырезом. Пересечение линии со следующим ребром призмы, расположенной ближе к зрителю, соответственно задает начало построения вертикальной оси, а затем и самого сечения правильного треугольника от вертикальной грани. Точки пересечения двух треугольных сечений с горизонтальной гранью четырехугольной призмы являются началом построения врезки треугольной пирамиды горизонтальной плоскостью. Эти точки остается только соединить между собой. Интерес с точки зрения взаимодействия наклонной и одновременно поворотной плоскости с горизонтальной поверхностью представляет последнее – четвертое сечение. В результате образуется сечение в виде треугольника, ось которого параллельна апофеме грани пирамиды (рис. 7.6, а, б). Проходит она через точку пересечения вертикальной оси первого треугольного сечения и верхней грани призмы с четвертным вырезом. Горизонтальный след сечения, появившийся при пересечении оси с вертикальной осью треугольного основания пирамиды, позволяет определить две недостающие узловые точки для построения четвертого сечения в виде треугольника.

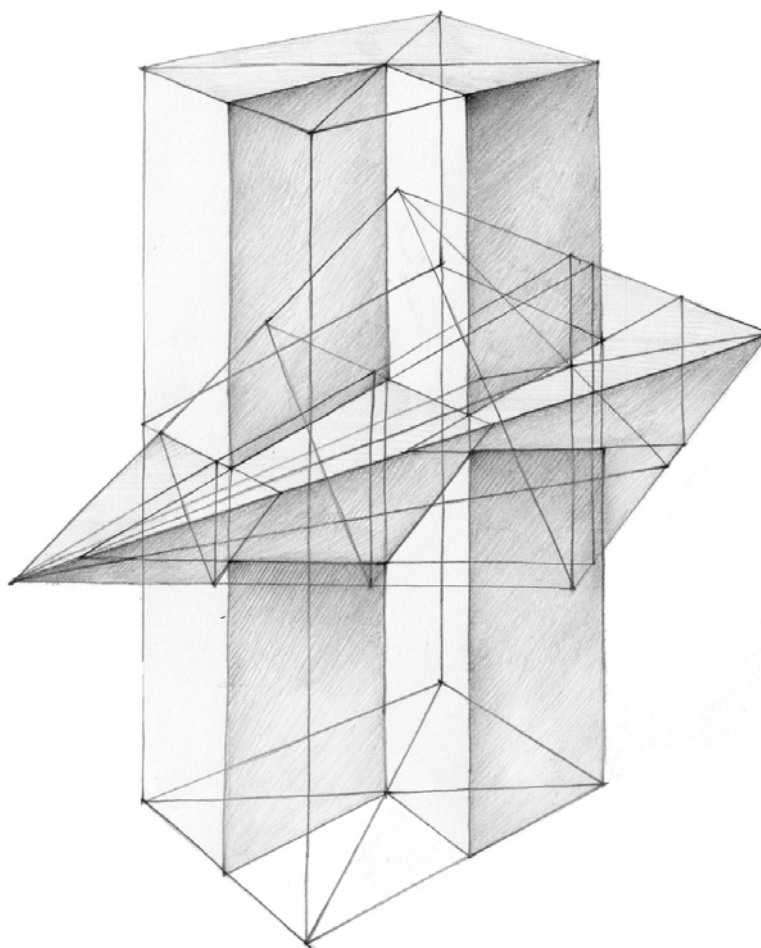


Рис. 7.9

На рис. 7.9 первое треугольное сечение связывается со вторым через общую видимую линию врезки, параллельную апофеме верхней грани пирамиды, являющейся частью сечения призмы с четвертным вырезом наклонной плоско-

стью. Продлевая след сечения, параллельный апофеме, через всю поверхность наклонной грани пирамиды, находим две узловые точки для построения сечения, отвечающего за выход грани призмы из нижней грани треугольной пирамиды. Третья, последняя узловая точка получается путем проведения вертикального следа сечения через всю вертикальную поверхность основания треугольной пирамиды. Полученная путем соединения узловых точек третья врезка, должна совпадать с результатами первого и второго сечений. Четвертое сечение строится по аналогии с третьим.

7.2.4. Построение сечений прямоугольной треугольной призмы с пирамидой с треугольным основанием

Два примера рис. 7.10 и 7.11 представляют собой пример взаимодействия пирамиды с треугольным основанием с чередующимися наклонной и вертикальной плоскостями, принадлежащими прямоугольной треугольной призме. Две пары врезок в каждом конкретном примере являются аналогичными, но благодаря различному развороту пирамиды относительно треугольной призмы возникают особенности с точки зрения построения сечений.

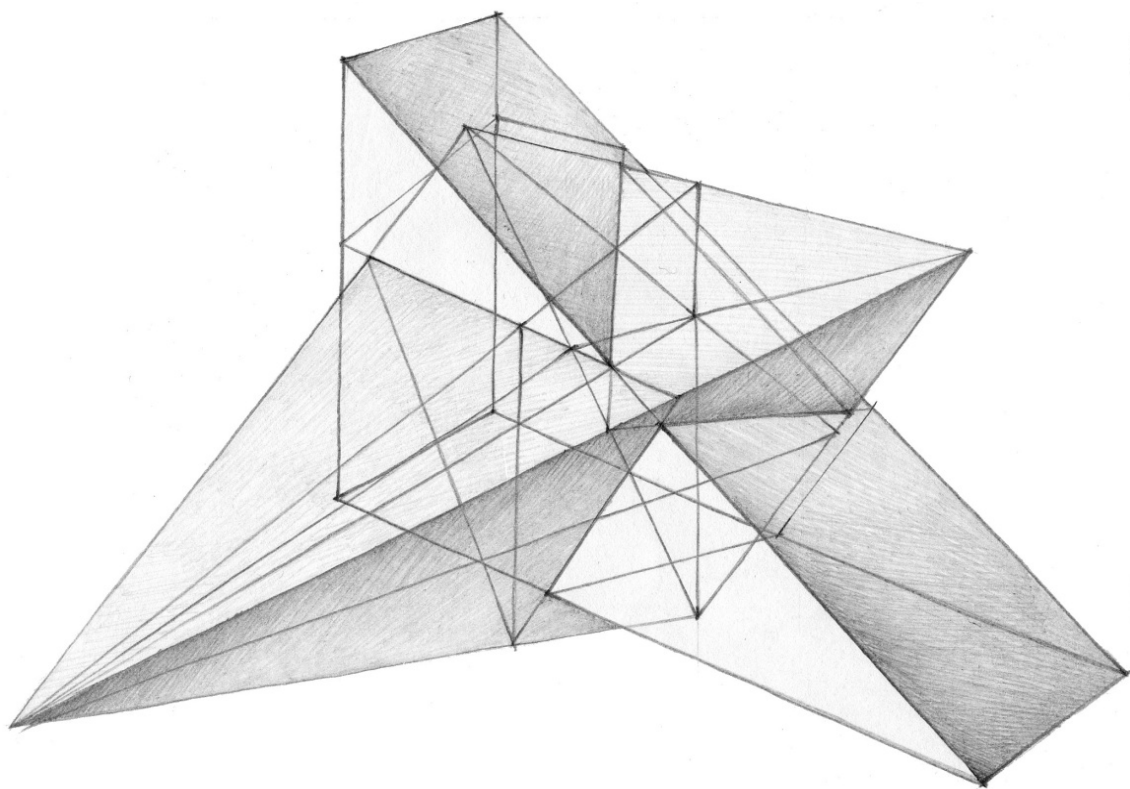


Рис. 7.10

Построение пересечений двух геометрических тел на рис. 7.10 происходит по принципу «от простого к сложному». Наиболее простым в исполнении будет

сечение треугольной пирамиды вертикальной плоскостью, в результате которого образуется сечение в виде правильного треугольника, аналогичное основанию (рис. 7.5). Точка привязки сечения принадлежит ребру пирамиды и расположена сразу за точкой отсчета пересечения ближних к зрителю ребер двух геометрических тел.

Следующий этап связан с построением врезки треугольной призмы наклонной плоскостью пирамиды, грань которой является основанием правильного треугольника. Подробно сечение такого типа было рассмотрено на рис. 5.21, *a*. Полученный таким образом наклон является отправным моментом построения последнего сечения.

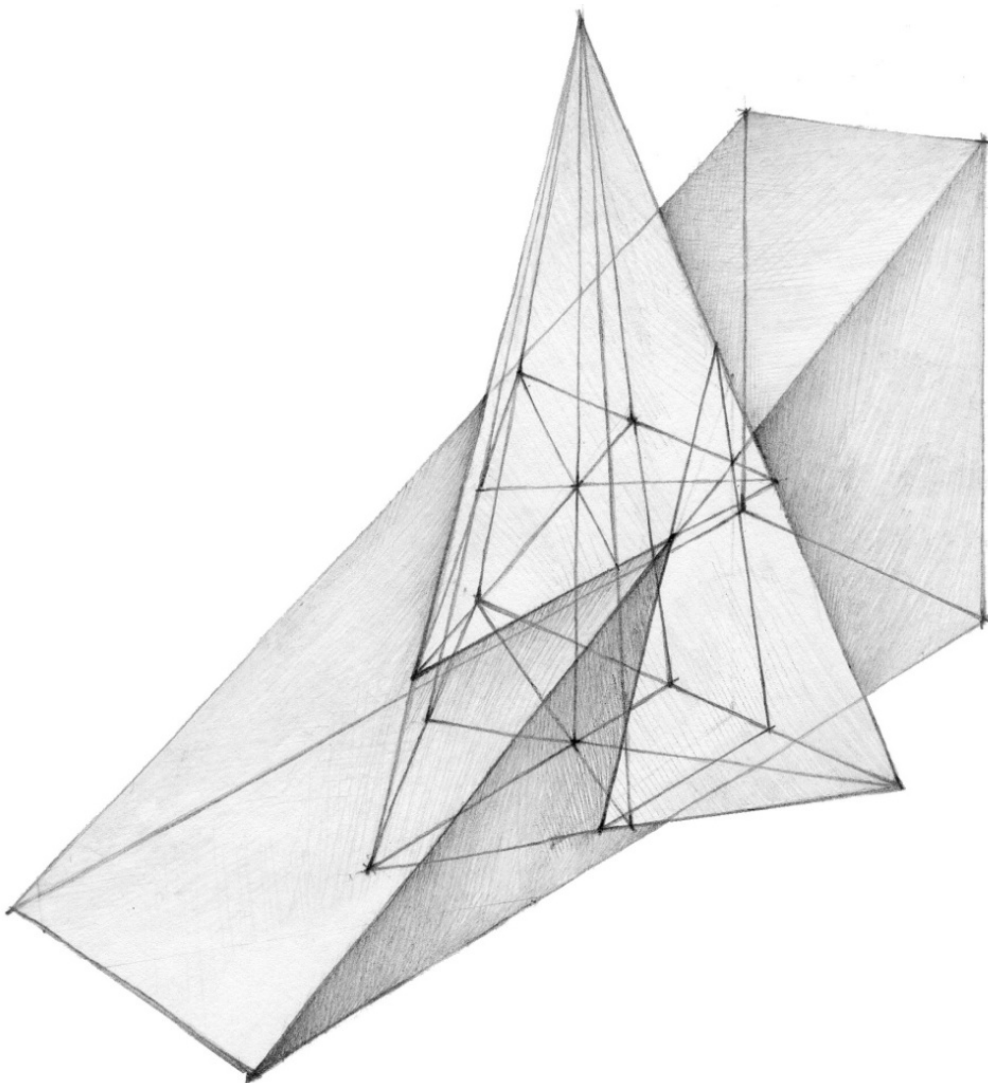


Рис. 7.11

Первым сечением на рис. 7.11 является построение треугольника, образованного наклонной плоскостью, принадлежащей треугольной призме. Точка привязки сечения принадлежит ребру пирамиды и расположена сразу за точкой отсчета пересечения ближних к зрителю ребер двух геометрических тел. В дан-

ном треугольном сечении основание правильного треугольника останется неизменным, а высота примет наклон, соответствующий наклону грани треугольной призмы. Через точку пересечения основания треугольного сечения и ребра призмы проходит высота вертикального сечения пирамиды параллельно апофеме ее невидимой грани. На горизонтальном основании пирамиды вертикальная плоскость образует след сечения, направленный в перспективу. Соединяя таким образом полученные узловые точки, выстраиваем последнее вертикальное сечение пирамиды (рис. 7.6, б).

7.2.5. Построение сечений шестиугольной призмы с пирамидой с треугольным основанием

Данный пример демонстрирует взаимодействие геометрического тела со сложной структурой с двумя наклонными плоскостями, принадлежащими пирамиде с треугольным основанием. Первым сечением рекомендуется выстраивать наклонный шестиугольник, образованный гранью пирамиды, ребро которой принадлежит основанию правильного треугольника (рис. 7.12). Подробно аналогичное сечение было рассмотрено на рис. 5.12, 5.13.

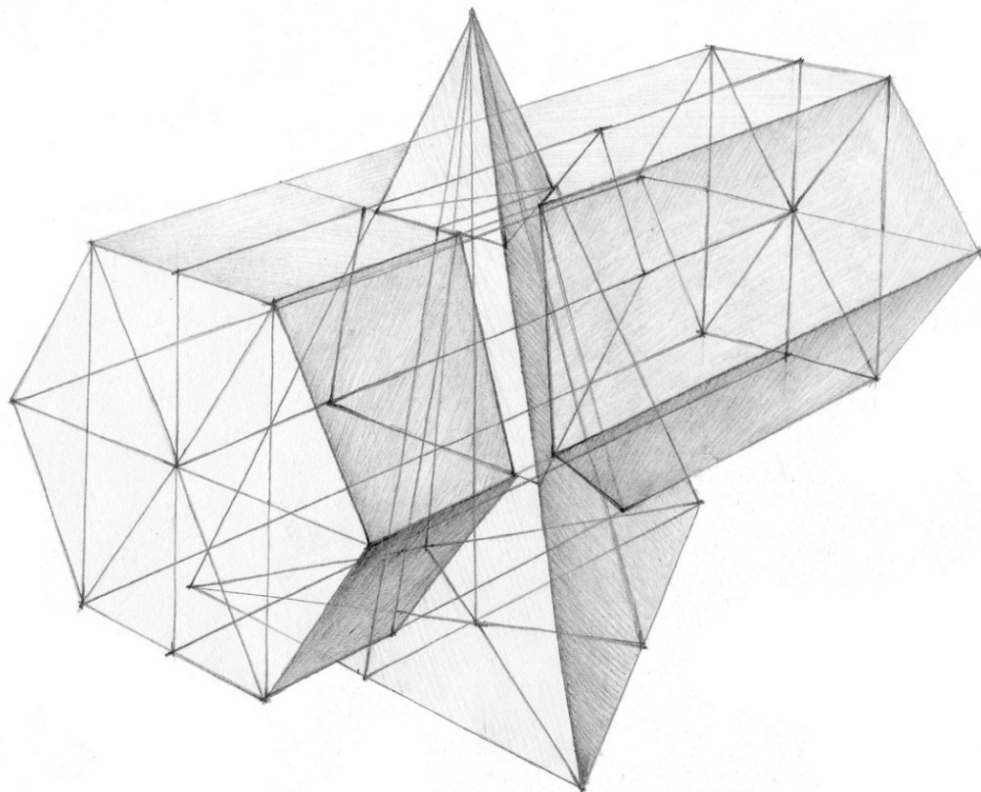


Рис. 7.12

Точкой привязки в данном случае будет выступать точка, взятая на ребре шестиугольника до пересечения этого ребра с ребром пирамиды. Построение второго сечения взаимосвязано с первым. Это будет построение пересечения

пирамиды горизонтальной плоскостью. Нахождение узловых точек, связанных с построением шестиугольной призмы со следующей наклонной гранью пирамиды, будет являться третьим сечением. Получаемое в результате сечение представляет собой шестиугольник с полностью измененной структурой, каждая составляющая из которой будет принимать одно из направлений наклонной грани пирамиды.

Таким образом, принцип построения данного вида пересечений сводится к четкому воспроизведению измененной структуры любого геометрического тела, подвергнувшегося воздействию наклонной плоскости.

7.2.6. Построение сечений пятиугольной призмы с пирамидой с треугольным основанием

Данный тип врезки демонстрирует собой пример взаимодействия пирамиды с треугольным основанием с двумя типами плоскостей: горизонтальной и вертикальными с различным разворотом по осям трехмерного пространства, принадлежащими пятиугольной призме (рис. 7.13).

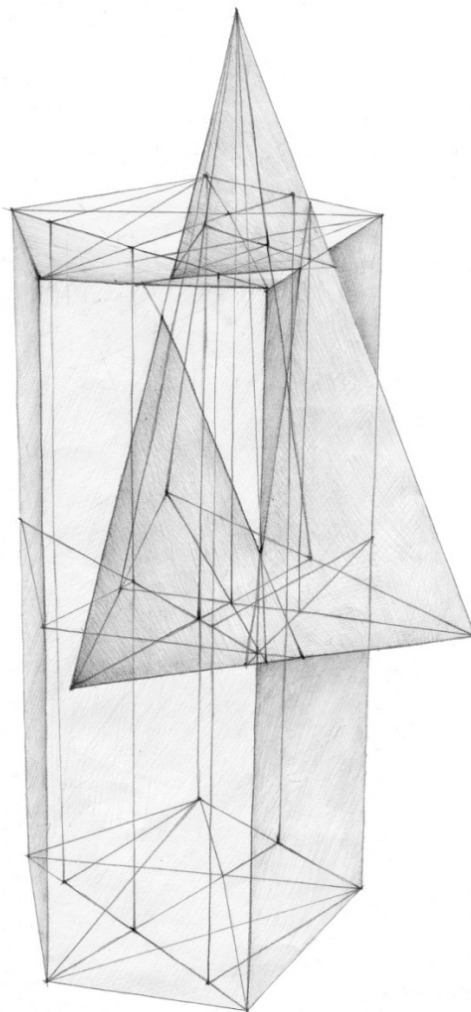


Рис. 7.13

Первым сечением, задающим конечный результат, будет являться взаимодействие пирамиды с горизонтальной поверхностью пятиугольника, в результате которого появляется треугольное сечение без измененной структуры. Последующие сечения – вертикальные треугольники, построение которых вытекает из узловых точек первого горизонтального сечения (рис. 7.6, а, б). Основания вертикальных сечений будут соответствовать разворотам пятиугольной призмы.

7.2.7. Врезка пятиугольной призмы и четырехугольной призмы с прямоугольным отверстием с двумя пирамидами с треугольным основанием

Первоначально рассмотрим взаимодействие пирамиды с треугольным основанием с пятиугольной призмой и четырехугольной призмой с прямоугольным отверстием. Первым геометрическим телом выстраивается пятиугольная призма, которая будет являться основной в данном композиционном узле. Второй изображается пирамида, при размещении которой следует учитывать предполагаемый результат от взаимодействия с призмой. Умение заранее видеть оптимальное размещение геометрических тел относительно друг друга происходит благодаря объемно-пространственному представлению.

Врезка пирамиды в горизонтальном положении происходит на основе недостроенного сечения геометрического тела в виде наклонного пятиугольника, которая происходит по аналогии с рис. 7.12. Принцип построения сводится к воспроизведению измененной структуры сечения пятиугольной призмы, подвергнувшейся воздействию наклонной плоскости. Третье геометрическое тело – призма с прямоугольным отверстием – выстраивается по следу сечения, которое задается таким образом, чтобы оставить видимым ребро пирамиды. Врезка четырехугольной призмы с пирамидой осуществляется аналогично рис. 7.7.

Взаимодействие треугольной пирамиды в вертикальном положении с четырехугольной призмой с прямоугольным отверстием начинается с выбора места врезки призмы на видимом основании пирамиды. Полученное сечение в виде четырехугольника служит началом построения двух последующих сечений в виде треугольников (рис. 7.6, а, б), являющимися результатом взаимодействия пирамиды с двумя вертикальными плоскостями (рис. 7.14).

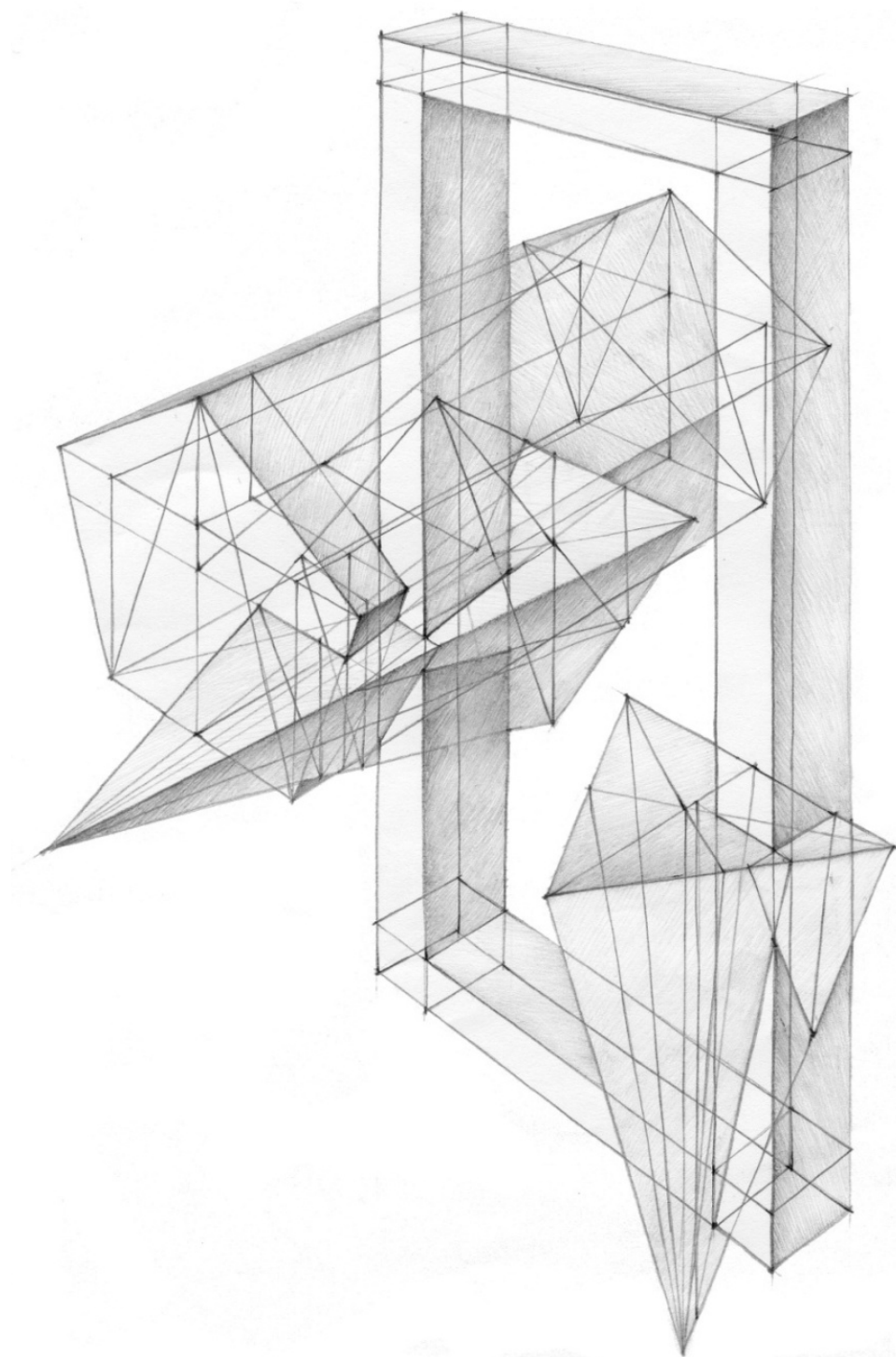


Рис. 7.14

8. УСЕЧЕННАЯ ПИРАМИДА С ТРЕУГОЛЬНЫМ ОСНОВАНИЕМ

8.1. Линейно-конструктивный рисунок усеченной пирамиды с треугольным основанием

В объемно-пространственной композиции используется пирамида с треугольным основанием, усеченная под углом 45° (рис. 8.1). Все свойства и элементы правильной треугольной пирамиды, рассмотренные в подразделе 7.1., справедливы и для усеченной пирамиды. Все понятия, которые используются при построении пирамиды, усеченной под углом 45° , рассмотрены в разделе 6.1. В связи с особенностью восприятия усеченной пирамиды рекомендуется направлять ее вершину в сторону зрителя по осям X , Y и вершиной вверх по оси Z . Это необходимо для того, чтобы получить видимой наклонную поверхность, полученную в результате усечения пирамиды.

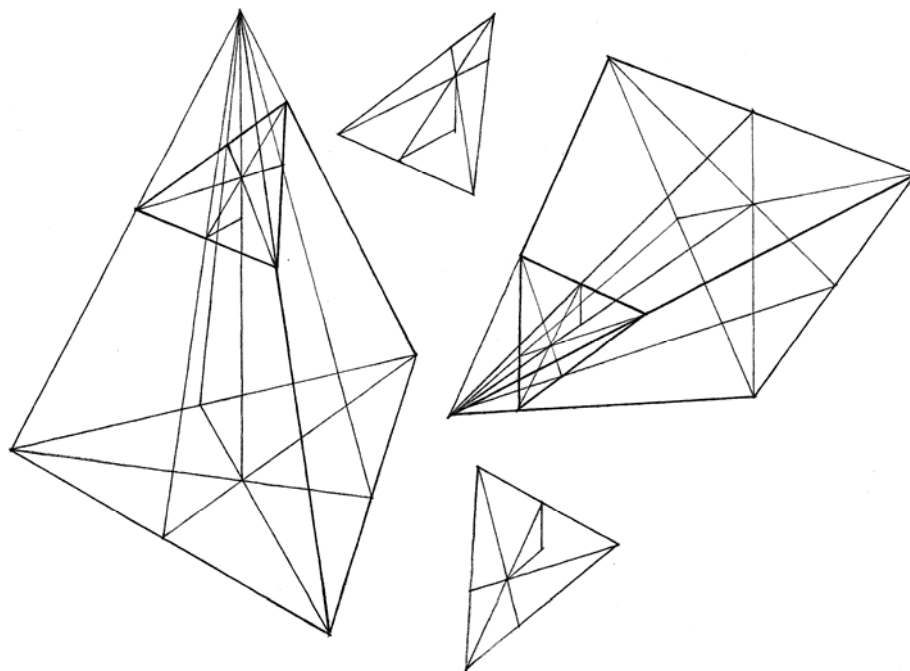


Рис. 8.1

8.2. Построение сечений усеченной пирамиды с треугольным основанием

8.2.1. Построение врезок граненых геометрических тел с наклонной поверхностью пирамиды

Сечения треугольной пирамиды разнообразными плоскостями, подробно рассмотренные на рис. 7.5, 7.6, представляют собой различного рода треугольники.

Методика обучения композиции из геометрических тел включает в себя повторение данных примеров с целью закрепления знаний. Кроме того, изменение точки привязки позволяет усложнить задание. Следует помнить, что приведенные примеры врезок не являются сами по себе целостной законченной композицией, а только ее элементами, которые возможно использовать как варианты при ее составлении.

8.2.2. Сечение шестиугольной призмы наклонной плоскостью на примере врезки с усеченной пирамидой с треугольным основанием

При взаимодействии шестиугольной призмы с пирамидой производится сечение данной призмы наклонной плоскостью, представляющее собой наклонный шестиугольник с измененной структурой, оси которого станут параллельны наклону видимой грани треугольной пирамиды. Затем строится сечение пирамиды под углом 45° (рис. 8.2, а).

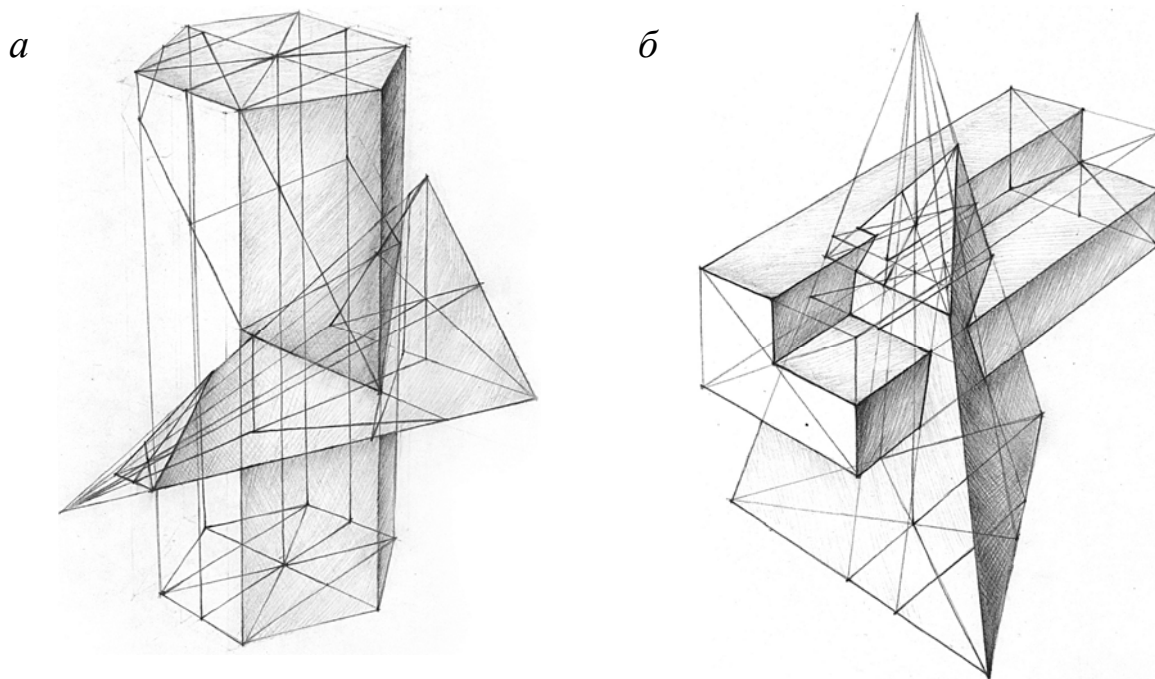


Рис. 8.2

8.2.3. Врезка усеченной пирамиды с треугольным основанием в четырехугольную призму с четвертным вырезом

Построение взаимодействия пирамиды с четырехугольной призмой с четвертным вырезом сводится к последовательному воспроизведению треугольных сечений от вертикальных и горизонтальных плоскостей. Далее строится сечение пирамиды под углом 45° . Последняя врезка будет представлять собой сечение четырехугольной призмы наклонной плоскостью, параллельной углу 45° (рис. 8.2, б).

8.2.4. Сечение треугольной прямоугольной призмы наклонными плоскостями на примере врезки с усеченной пирамидой с треугольным основанием

Аналогичное взаимодействие треугольной прямоугольной призмы с пирамидой было рассмотрено на рис. 7.10. После построения врезки строится сечение пирамиды под углом 45° . Следующий этап связан с построением врезки треугольной призмы наклонной плоскостью под углом 45° (рис. 8.3, *а*).

8.2.5. Композиционный узел из четырехугольной призмы, треугольной прямоугольной призмы и усеченной пирамидой с треугольным основанием

Первыми геометрическими телами выстраиваются треугольная прямоугольная призма и пирамида с последующим пересечением. Затем строится сечение пирамиды под углом 45° . Следующий этап связан с построением врезки треугольной призмы наклонной плоскостью под углом 45° (рис. 8.3, *б*). После этого по следу сечения выстраивается четырехугольная призма, врезка которой представляет собой несложное сочетание горизонтального и наклонных сечений.

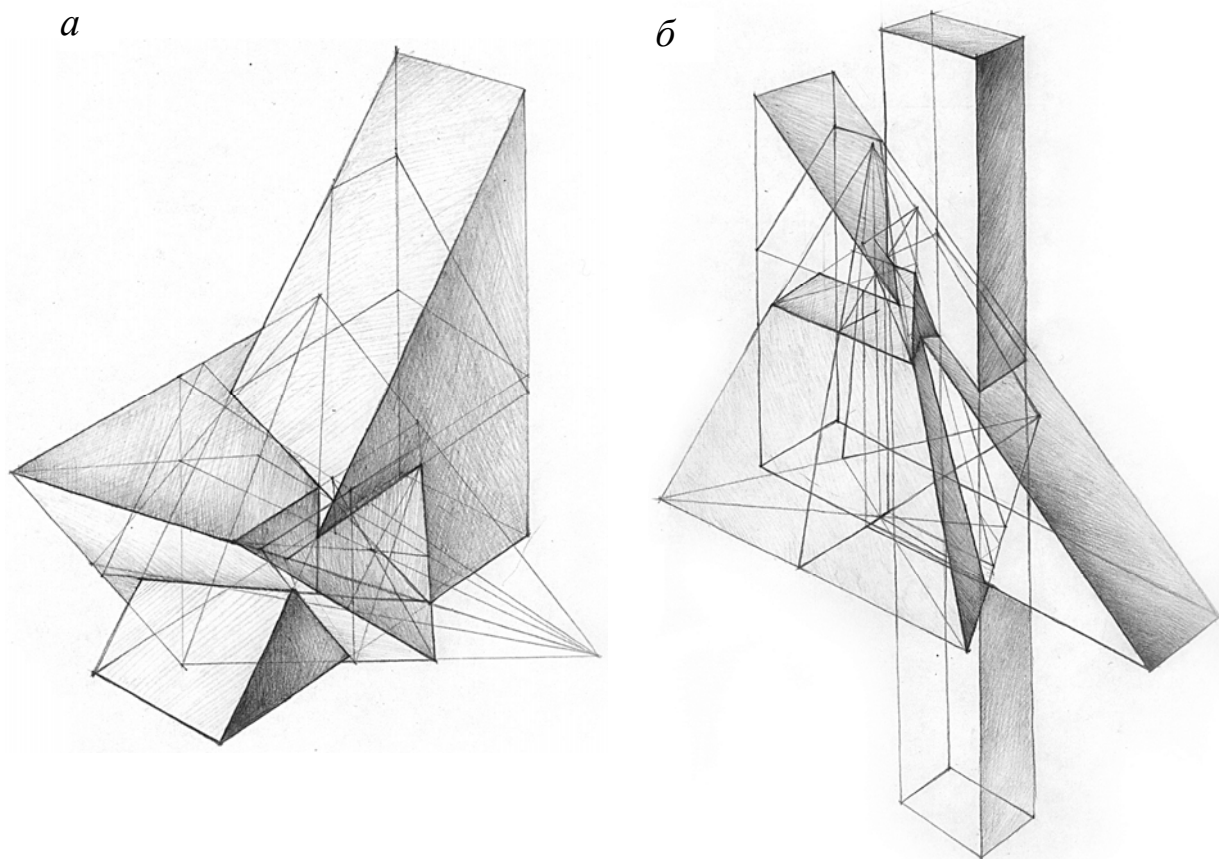
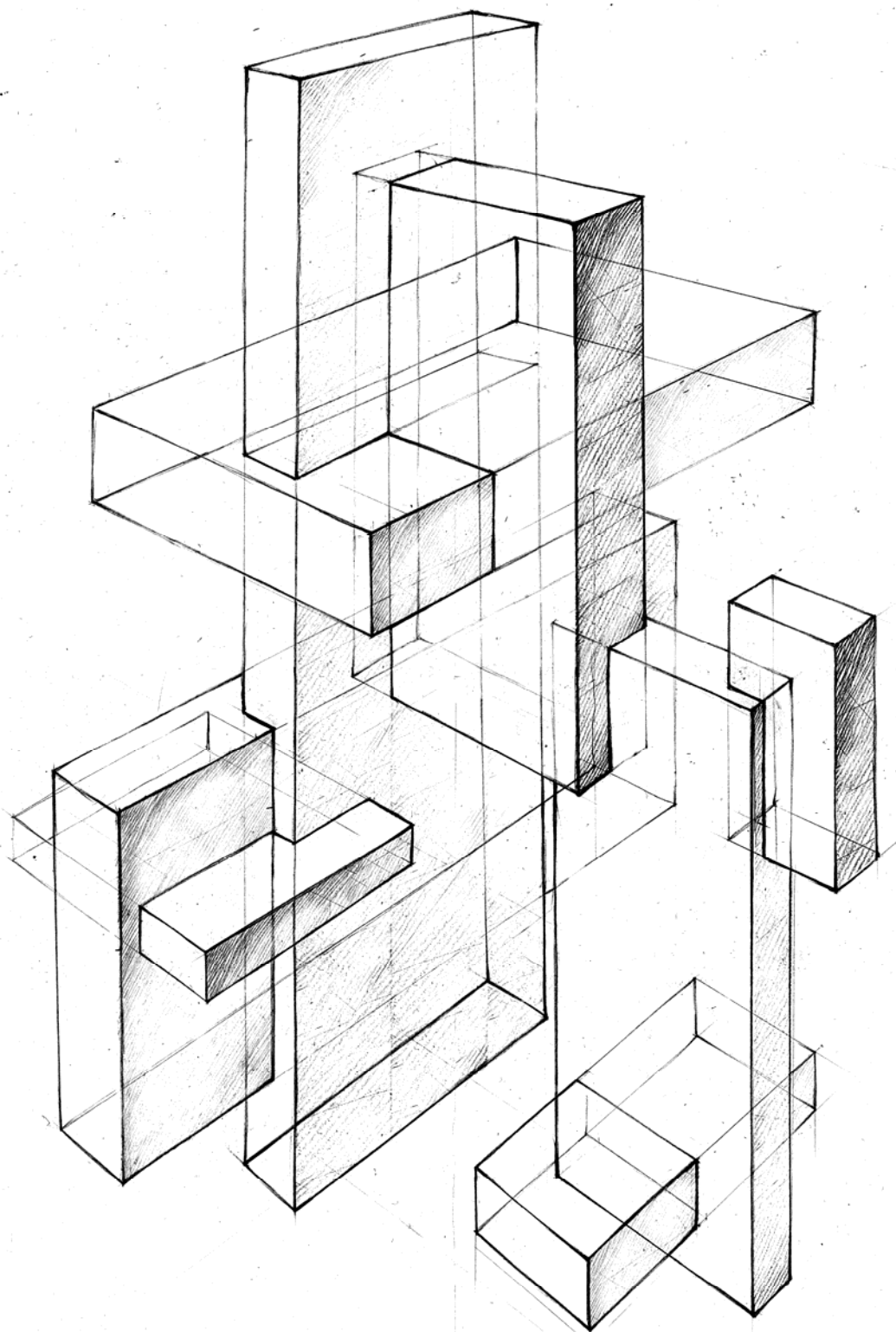


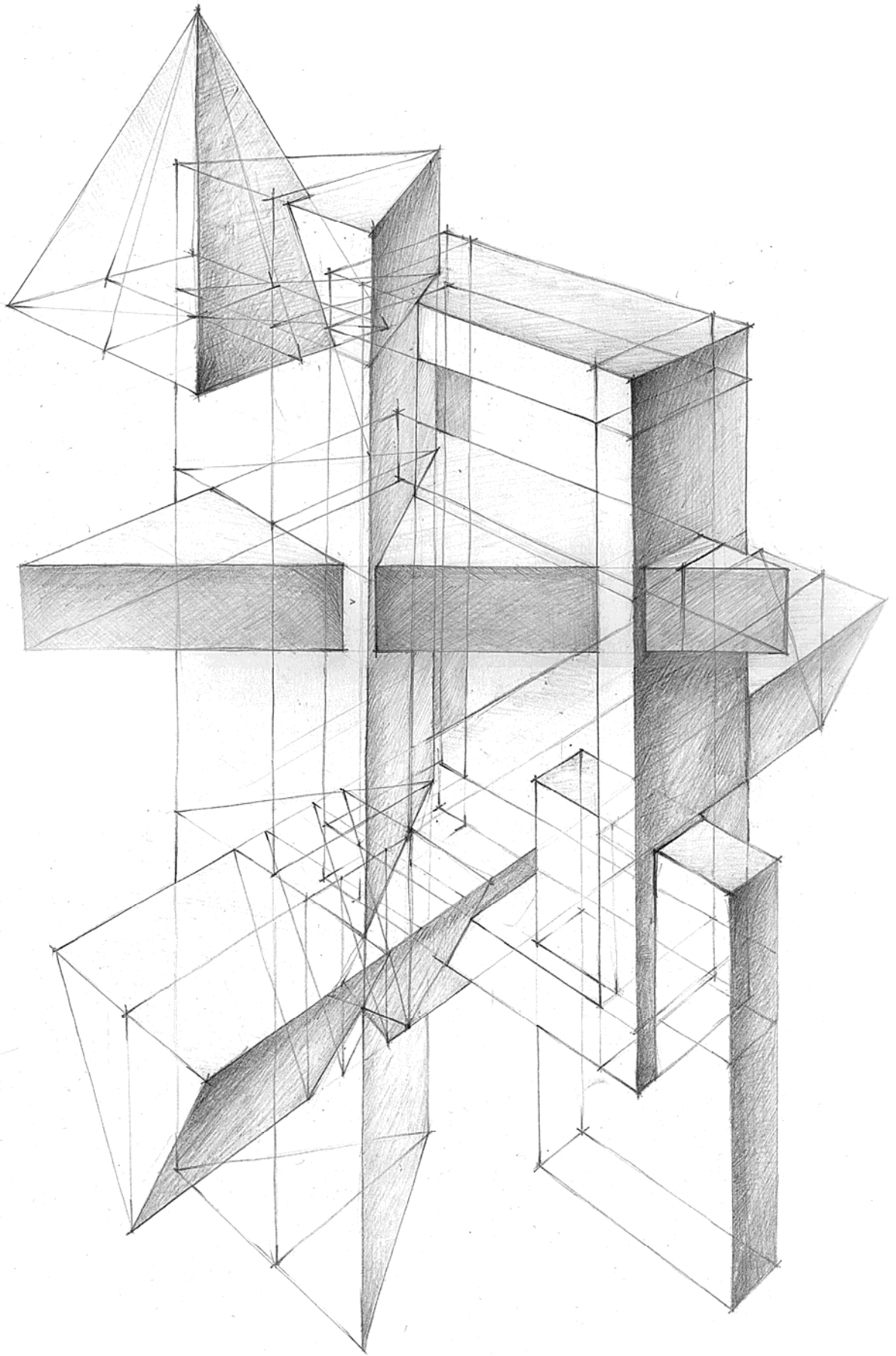
Рис. 8.3

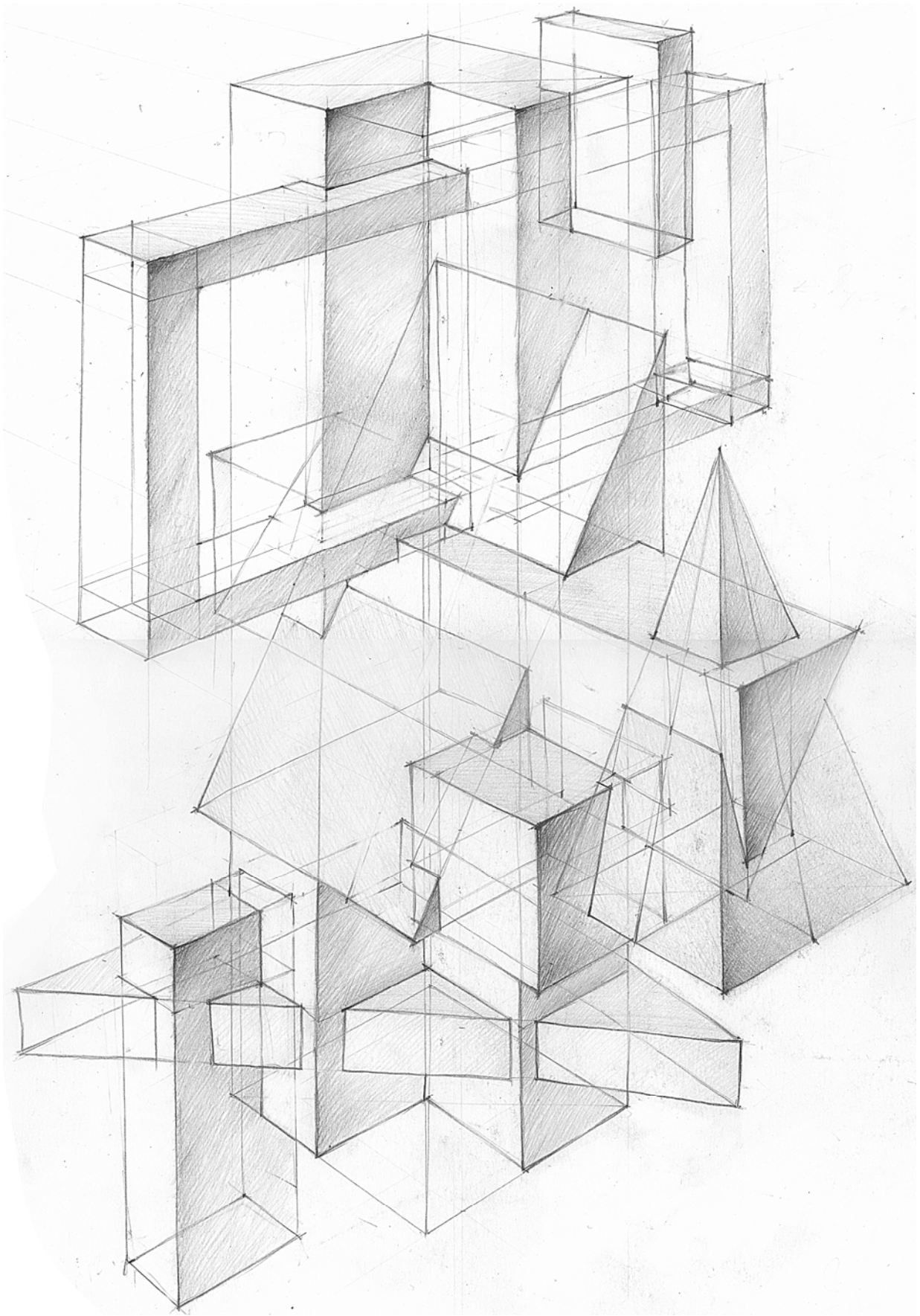
ЛИТЕРАТУРА

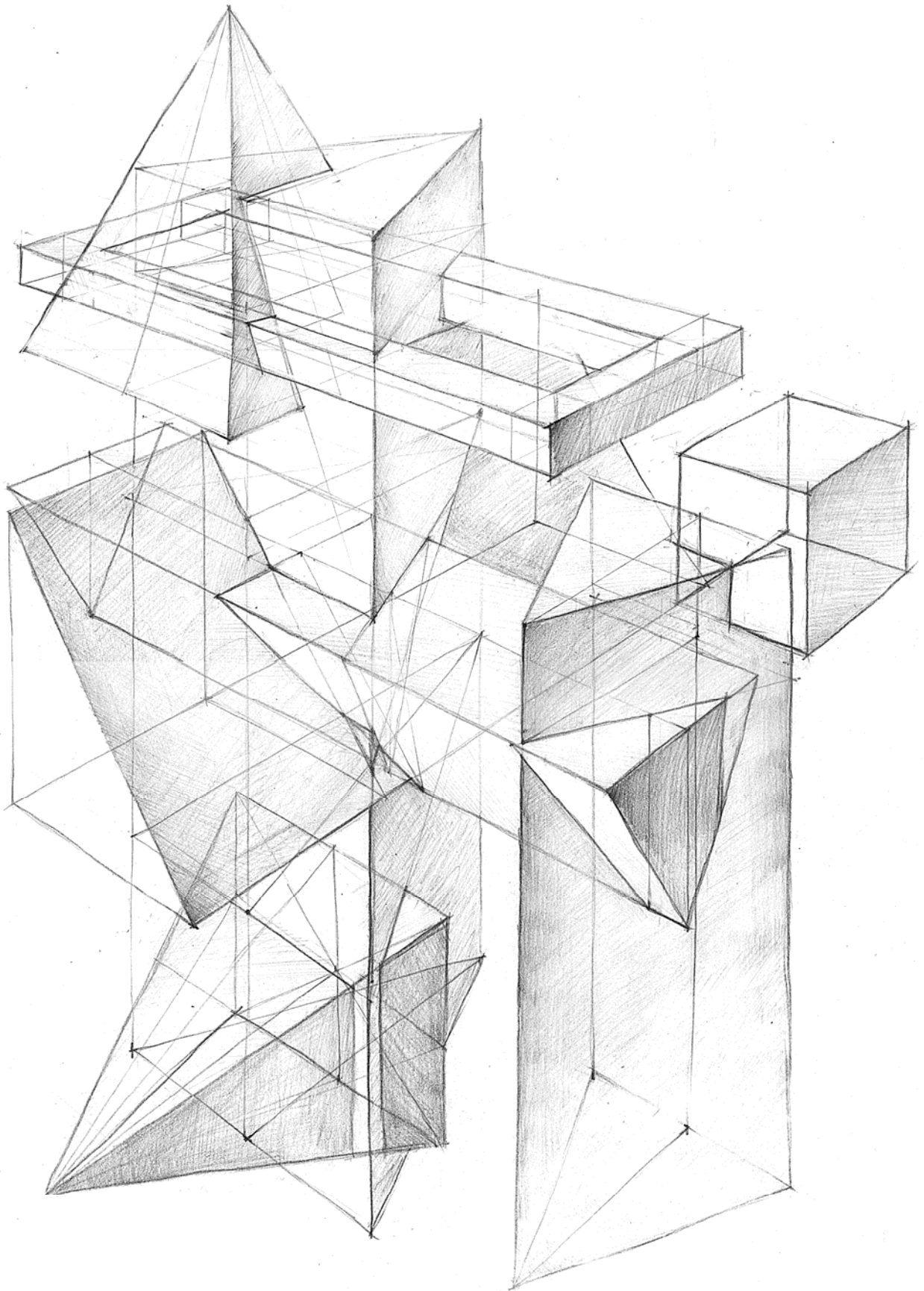
1. Лаврецкий, Г. А. Методические рекомендации по композиции для поступающих на специальность «Архитектура» / Г. А. Лаврецкий, Н. Н. Лебедева. – Минск : БНТУ, 2006. – 22 с.
2. Осмоловская, О. В. Рисунок по представлению : учебное пособие / О. В. Осмоловская, А. А, Мусатов. – М. : Архитектура-С, 2008. – 392 с., ил.
3. Туровская, Г. Е. Основы архитектурного рисунка : учебно-методическое пособие : в 2 ч. / Г. Е. Туровская. – Минск : БНТУ, 2008. – Ч. 1. – 96 с.
4. Художественно-педагогический словарь / сост.: Н. К. Шабанов [и др.]. – М. : Академический Проект ; Трикста, 2005. – 480 с.

ПРИМЕРЫ КОМПОЗИЦИИ ИЗ ПРОСТЫХ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ









Учебное издание

ЛАВРЕЦКИЙ Геннадий Александрович
ОЖЕШКОВСКАЯ Ирина Николаевна
ЧИЖИК Ирина Александровна

**ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КОМПОЗИЦИЯ
ИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ**

Учебно-методическое пособие
для поступающих на специальности 1-69 01 01 «Архитектура»,
1-69 01 02 «Архитектурный дизайн»,
1-37 05 01 «Дизайн гусеничных и колесных машин»,
1-36 21 01 «Дизайн производственного оборудования»

В 3 частях

Часть 1

ГРАНЕННЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ТЕЛА

Редактор *Т. А. Зезюльчик*
Компьютерная верстка *А. Г. Занкевич*

Подписано в печать 02.09.2014. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 13,72. Уч.-изд. л. 5,36. Тираж 300. Заказ 1026.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.