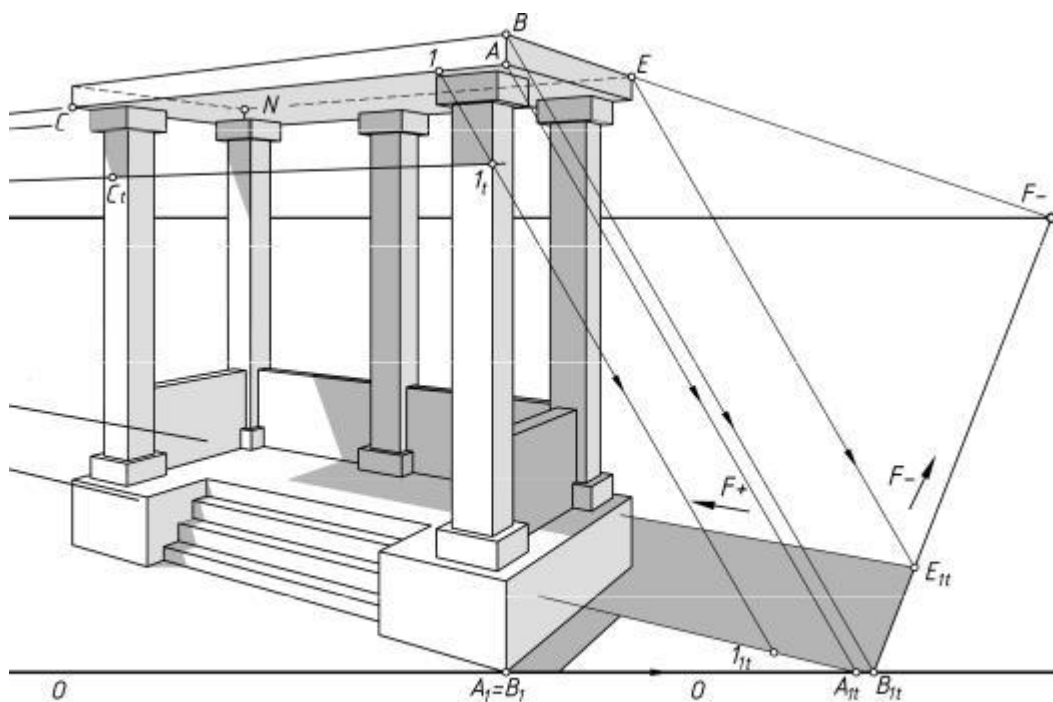


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

**КАФЕДРА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И
ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**

Методические указания
к выполнению индивидуальных графических заданий
по начертательной геометрии
для студентов специальности
1-69 01 02 Архитектурный дизайн



Брест 2021

Методические указания разработаны в соответствии с учебными и рабочими программами курса «Начертательная геометрия» для студентов специальности 1-69 01 02 Архитектурный дизайн.

Методические указания предназначены для самостоятельной работы студентов при выполнении индивидуальных графических заданий, а также при подготовке к практическим занятиям и экзамену.

В методических указаниях приведены примеры выполнения и алгоритмы решения индивидуальных графических заданий по курсу начертательная геометрия.

Составители: Н. С Винник, старший преподаватель
С. А Матюх, старший преподаватель

Под общей редакцией: Винник Н. С.

Рецензент: П. В. Зеленый, к.т.н., доцент кафедры инженерной графики
машиностроительного профиля Белорусского национального
технического университета

СОДЕРЖАНИЕ

Общие сведения	4
1 Основные правила оформления чертежей	4
1.1 Форматы	4
1.2 Линии	5
1.3 Шрифты	7
2 Методические рекомендации к выполнению индивидуальных графических заданий	10
Задание «Перспектива и тени схематизированного здания»	10
Задание «Перспектива и тени арочного портала»	13
Задание «Тени в ортогональных проекциях»	16
Задание «Тень от плоскости на поверхность»	23
Задание «Тени поверхностей вращения»	31
Список рекомендуемой литературы	59
Приложения	
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	35
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	40
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	47
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	51
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	54
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	59
ПРИЛОЖЕНИЕ 7	60
ПРИЛОЖЕНИЕ 8	61
ПРИЛОЖЕНИЕ 9	62
ПРИЛОЖЕНИЕ 10	63
ПРИЛОЖЕНИЕ 11	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 12	65
ПРИЛОЖЕНИЕ 13	66
ПРИЛОЖЕНИЕ 14	67

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Дисциплина «Начертательная геометрия» является одной из основных дисциплин в профессиональной подготовке архитектора и дизайнера. Ее основное назначение состоит в том, что она учит владеть графическим языком инженера – чертежом.

Начертательная геометрия изучает методы изображения пространственных форм на плоскости, графические способы решения задач в различных областях науки и техники. Изучение начертательной геометрии развивает общее научное мышление студента и совершенствует его пространственное воображение.

1 ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

1.1 Форматы.

Во всех отраслях производства чертежи и техническая документация выполняются на листах строго определенных размеров. ГОСТ 2.301-68 устанавливает пять основных форматов чертежей – форматы А0, А1, А2, А3, А4, (рис. 1).

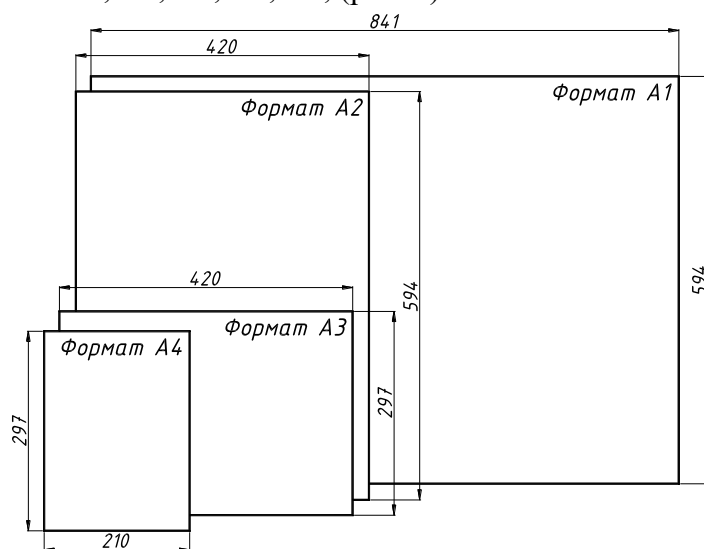


Рисунок 1

Дополнительные форматы образуются путем увеличения коротких сторон основных форматов на величину, кратную их размерам. Форматы листов определяются размерами внешней рамки, выполненной тонкими линиями. Поле чертежа ограничивается внутренней рамкой, которая выполняется сплошной толстой линией. Поле формата шириной 20 мм оставляется для подшивки чертежа (рис.2).

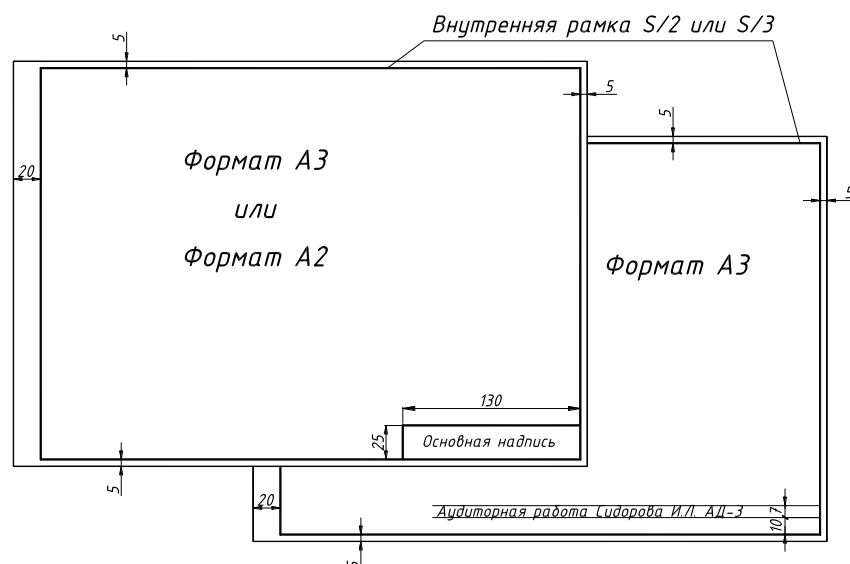


Рисунок 2

На аудиторных работах выполняется надпись (см. рис. 2) шрифтом № 7.

На индивидуальных графических работах (ИГР) в правом нижнем углу выполняется основная надпись (см. рис. 2). Размеры и заполнение основной надписи приведены на рис. 3.

Кафедра НГиИГ			525
Дисциплина	Начертательная геометрия		
Задание	(1)	1 курс	
Выполнил	(2)	(4)	
Проверил	(3)		
35		20	
130			

(1) – тема задания; (2) – фамилия и инициалы студента; (3) – фамилия и инициалы преподавателя; (4) – номер группы **Рисунок 3**

Аудиторные и индивидуальные графические работы представляют собой альбом чертежей, выполненных по общему или индивидуальному заданию и оформленных в соответствии с нижеизложенными требованиями. Каждое задание выполняется на отдельном листе плотной чертежной бумаги формата А3 или А2. Поле чертежа ограничивается рамкой слева – 20 мм от линии обреза листа, с остальных сторон – 5 мм. На ИГР в правом нижнем углу вплотную к рамке помещается основная надпись (рисунок 1). Все построения необходимо вести карандашом с соблюдением принятых условностей чертежа, с хорошим качеством оформления в части графики, обозначений и надписей. На чертеже должны сохраняться вспомогательные линии построения и обозначения основных точек. Шрифт аккуратно выполненный и четкий. Если на чертеже строятся тени, то они покрываются слабым тоном туши или акварели, при этом падающие тени должны быть интенсивнее собственных. Штриховка в этих случаях не рекомендуется, как очень трудоемкая работа, не всегда дающая хороший результат.

При выполнении на чертеже нескольких изображений их расположение и общая компоновка должны быть заранее рассчитаны. Листы выполненных работ скрепляются в альбом.

1.2 Линии.

Типы линий при выполнении чертежей, их наименование, начертание, толщину и основное назначение устанавливает ГОСТ 2.303-68 «Линии» (табл. 1).

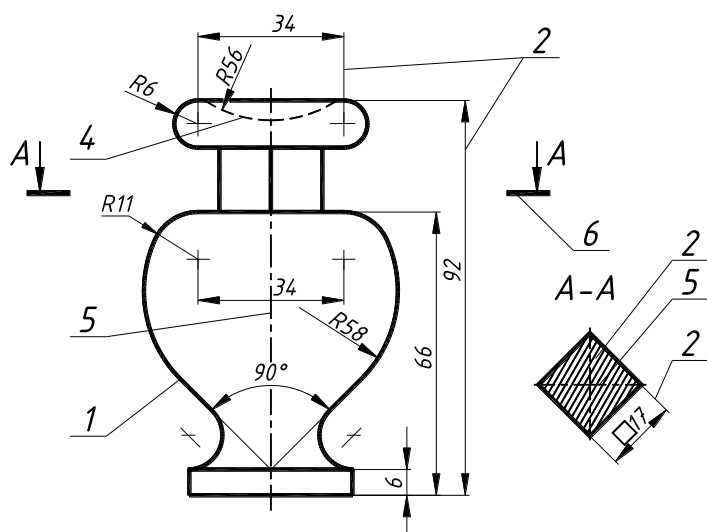


Рисунок 4

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

На изображении детали (рис. 4) показан пример применения типов линий в соответствии с ГОСТ 2.303-68.

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже. Длина штрихов и промежутки между ними должны быть одинаковыми на всем чертеже.

Таблица 1

Наименование	Начертание	Толщина	Основное назначение
1. Сплошная толстая основная		s	Линии видимого контура. Линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
2. Сплошная тонкая		От $s/3$ до $s/2$	Линии размерные и выносные. Линии штриховки. Линии-выноски, полки линий-выносок. Линии построения характерных точек при специальных построениях
3. Сплошная волнистая		От $s/3$ до $s/2$	Линии обрыва. Линии разграничения вида и разреза
4. Штриховая		От $s/3$ до $s/2$	Линии невидимого контура. Линии пересечения невидимые
5. Штрихпунктирная тонкая		От $s/3$ до $s/2$	Линии осевые и центровые. Линии сечений, являющихся осями симметрии для вынесенных сечений
6. Разомкнутая		От s до $1\frac{1}{2}s$	Линии сечений
7. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая		От $s/3$ до $s/2$	Линии сгиба на развертках

Штрихпунктирные и штриховые линии должны заканчиваться и пересекаться штрихами. При начертании штрихпунктирной линии вместо точки можно наносить маленький штрих (≈ 1 мм). Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими, если диаметр окружности менее 12 мм. **Осевые и центровые линии должны выступать за контур изображения на 2–5 мм.**

1.2 Шрифты.

При выполнении на чертежах надписей используют шрифты чертежные по ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные», прямой и наклонный (угол наклона 75°).

Высота прописных (заглавных) букв и цифр, применяемых наиболее часто в студенческих чертежах, равна: 1.8; 2.5; 3.5; 5; 7; 10; 14 и 20 мм (табл. 2). Расстояние между цифрами и отдельными словами должно быть не менее ширины буквы текста, а расстояние между основаниями строк не менее 1,5 высоты шрифта.

Размер шрифта определяется высотой h прописных (заглавных) букв в миллиметрах.

Таблица 2

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер	Размеры, мм									
Высота прописных букв	h	$(\frac{10}{10})h$	10d	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	20.0	
Высота строчных букв	c	$(\frac{7}{10})h$	7d	1.3	1.8	2.5	3.5	5.0	7.0	10.0	14.0	
Расстояние между буквами	a	$(\frac{2}{10})h$	2d	0.35	0.5	0.7	1.0	1.4	2.0	2.8	4.0	
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	$(\frac{17}{10})h$	17d	3.1	4.3	6.0	8.5	12.0	17.0	24.0	34.0	
Минимальное расстояние между словами	e	$(\frac{6}{10})h$	6d	1.1	1.5	2.1	3.0	4.2	6.0	8.4	12.0	
Толщина линий шрифта	d	$(\frac{1}{10})h$	d	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1.0	1.4	2.0	

Таблица 3

Шрифт		Буквы и цифры	Ширина букв
Тип Б	Прописные буквы	Г, Е, З, С	5/10 h
		Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, У, Т, Ц, Ч, Ь, Э, Я	6/10 h
		А, Д, М, Х, Ы, Ю	7/10 h
		Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ	8/10 h
	Строчные буквы	з, с	4/10 h
		а, б, в, г, д, е, и, й, к, л, н, о, п, р, у, х, ч, ц, ь, э, я	5/10 h
		м, ь, ы, ю	6/10 h
		ж, т, ф, ш, щ	7/10 h
	Цифры	1	3/10 h
		2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0	5/10 h
		4	6/10 h

Для освоения конструкции букв и цифр и способа их построения предварительно выполняют тонкими линиями сетку, в которую вписывают буквы и цифры.

Пример выполнения надписи: «Аудиторная работа» (рис.5). Первоначально проводят вспомогательные горизонтальные прямые линии, определяющие границы строчек шрифта. На нижней линии откладывают отрезки, равные ширине букв плюс расстояние между буквами. Чтобы выполнить надпись **шрифтом № 7**, следует воспользоваться табл. 2 и 3, а также рис. 6 и 7.

Ширина прописной (заглавной) буквы «А» равна 7/10 (из табл. 3), умноженная на 7 (высота шрифта h). Ширина строчных букв «у, д, и, о, р, н, а, я, б» равна 5/10, умноженная на 7.

Ширина строчной буквы «т» равна $7/10$ (из табл. 3), умноженная на 7 (высота шрифта h). При выполнении надписи шрифтом № 7 расстояние между буквами – 1,4 мм, а толщина линий шрифта – 0,7 мм (см. табл. 2). Наклонные линии для сетки проводят через намеченные точки при помощи двух прямоугольных треугольников: одного с углами $45^\circ - 45^\circ - 90^\circ$ и другого с углами $30^\circ - 60^\circ - 90^\circ$. После выполнения сетки пишут буквы, придерживаясь их конфигурации на рис. 6 и 7.

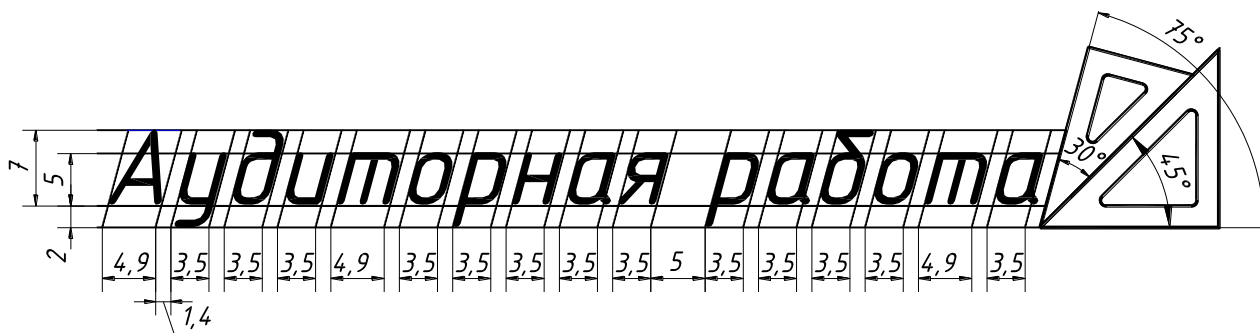


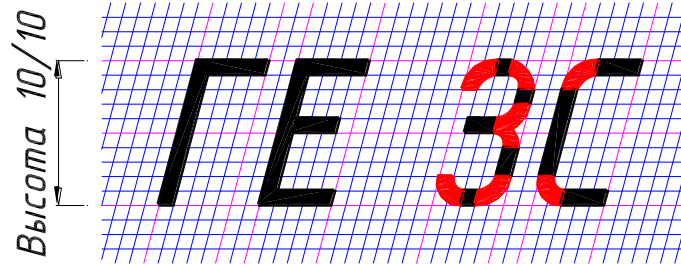
Рисунок 5

При сочетании некоторых букв, например, Г и А, Г и Л, А и Т расстояние между ними уменьшится наполовину, т. е. на толщину линии шрифта.

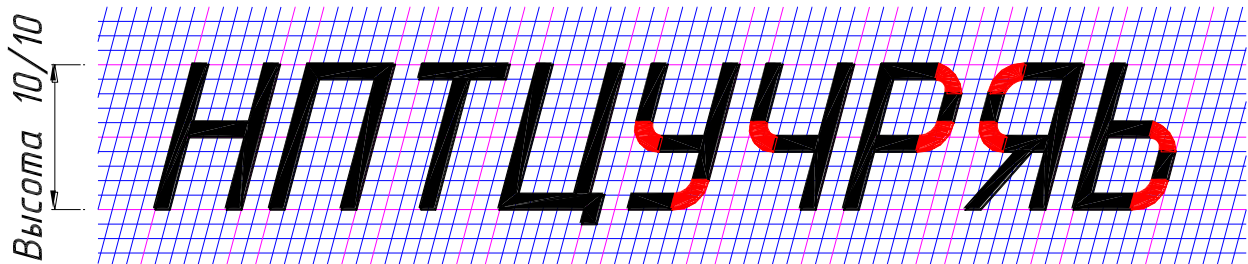
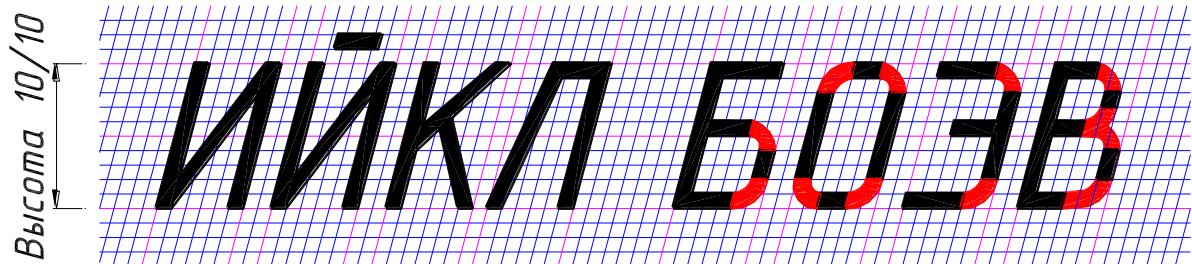
Низ буквы Д и верхний знак буквы Й выполняются за счет промежутков между строчками, а нижние и боковые отводы букв Ц и Щ – за счет промежутков между строками и буквами.

Все выполненные графические работы по темам курса начертательной геометрии сшиваются в альбом, оформленный титульным листом (приложение 6). При выполнении титульного листа следует пользоваться табл. 2 и 3, а также рис. 6 и 7.

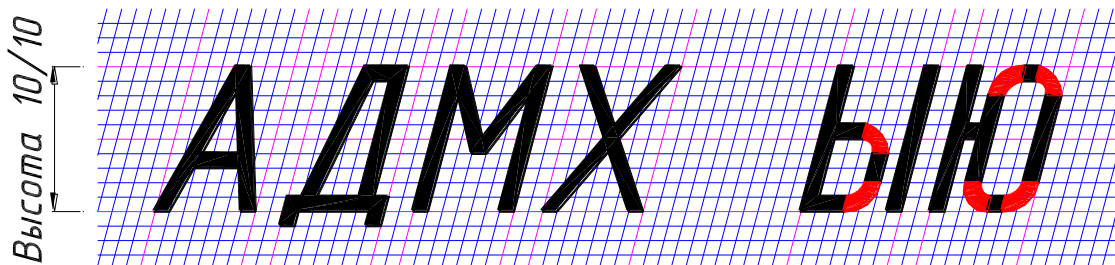
Ширина букв 5/10



Ширина букв 6/10



Ширина букв 7/10



Ширина букв 8/10

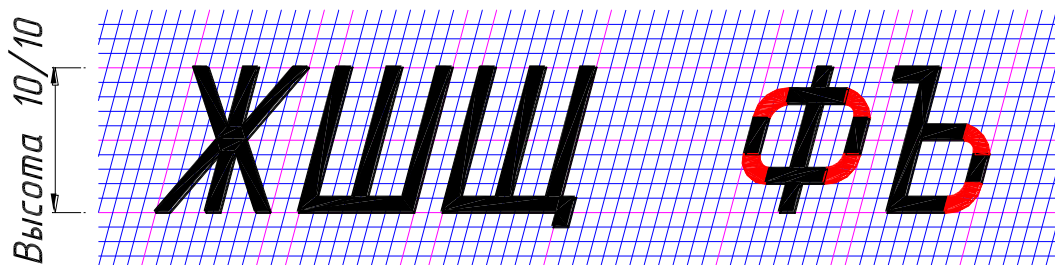
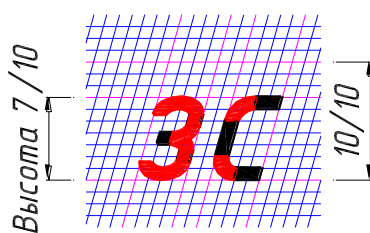
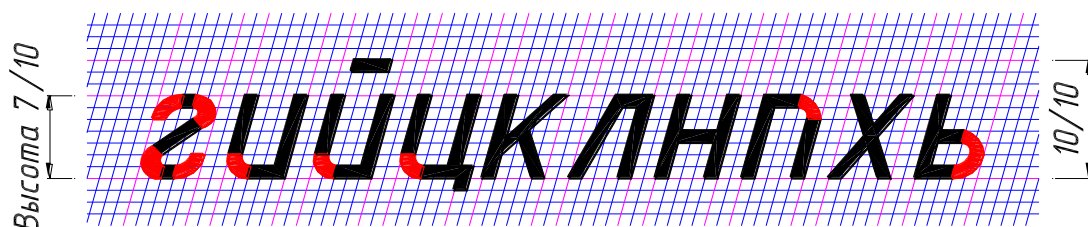
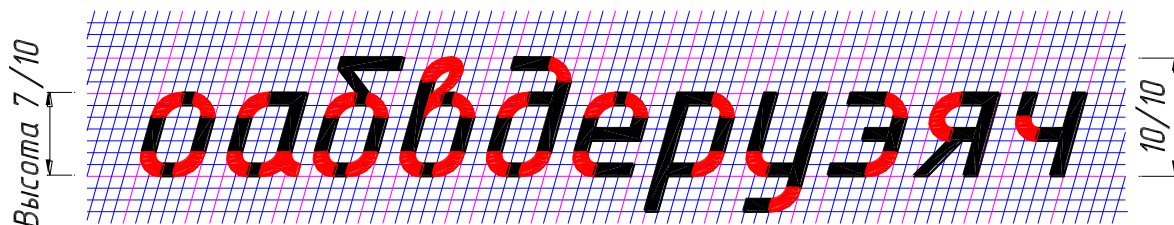


Рисунок 6 – Прописные буквы

Ширина букв 4/10

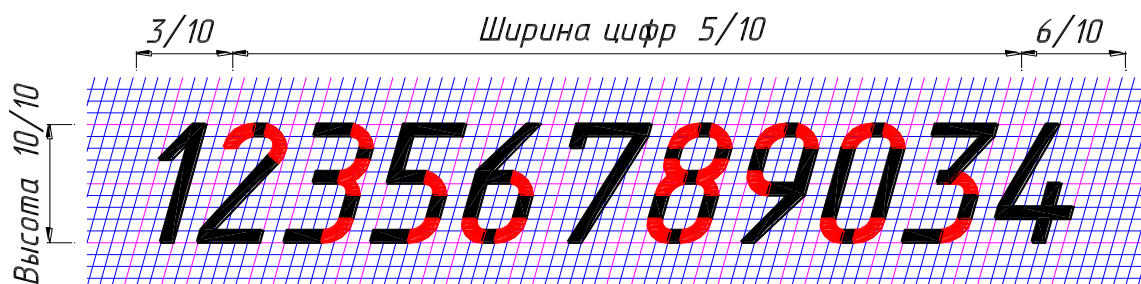
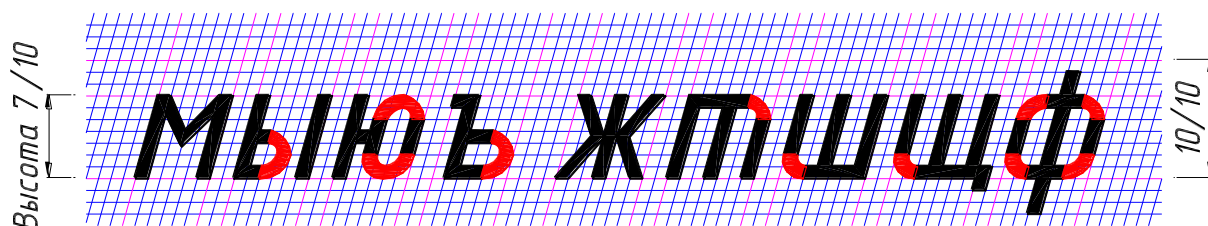


Ширина букв 5/10



Ширина букв 6/10

Ширина букв 7/10



диаметр окружности $\frac{2}{3} h$

наклонная черта угол 60°

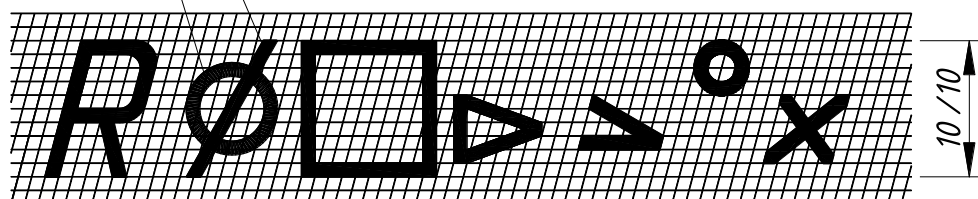


Рисунок 7 – Строчные буквы и знаки

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

Задание «Перспектива и тени схематизированного здания»

1. Построить перспективу схематизированного здания способом архитекторов с одной точкой схода (фокусом). Кратность увеличения перспективного изображения определить самостоятельно.

2. На некоторых объемах построить сетку из прямоугольников.

3. Построить собственные и падающие тени, приняв положение источника света параллельно картине. Тени отмыть.

Рекомендации по выполнению задания.

Работа выполняется на формате А3, расположенном горизонтально. Перечертить из приложения 1 условие задания в масштабе 1:1.

Выполнить подготовительную работу (выбор точки зрения, угла зрения, главного луча, картины и т. п.) на ортогональном чертеже, который поместить в правом или левом верхнем углу листа. Это зависит от положения картины. Если картина располагается справа от объекта, то ортогональный чертеж располагать в левом верхнем углу и наоборот.

Точка зрения S выбирается на таком расстоянии от объекта, чтобы его можно было легко охватить одним взглядом. Горизонтальный угол зрения между крайними лучами в плане должен находиться в пределах от 30^0 до 40^0 . С более близких точек зрения рассматривать объекты целиком трудно, а на перспективных изображениях, построенных с этих точек зрения, возникают чрезмерные перспективные искажения.

Проводится главный луч SP примерно посередине горизонтального угла зрения. Перпендикулярно главному лучу проводится след картинной плоскости K . Картину можно провести как через ближнее вертикальное ребро здания, так и в любом другом месте плана. При этом следует иметь в виду, что при совмещении с картиной высота ребра проецируется в истинную величину. Далее определяются картинные следы прямых.

При построении перспективы используется одна точка схода и проецирующие лучевые плоскости. Точка схода прямых f_1 или f_2 определяются проведением через основание точки зрения S проецирующего луча параллельно соответствующим прямым плана объекта до пересечения со следом картинной плоскости K .

Построение перспективы начинают с компоновки листа: перспективное изображение и тени должны располагаться в пределах центральной части листа. Положение фокусов чаще всего не помещается на формате, поэтому для их изображения подклеиваются полоски бумаги к основному формату.

Рассмотрим последовательность построения перспективы здания с одной точкой схода.

1. *Построение перспективы объекта начинают с перспективы плана* (рис. 9). Перспективы точек плана определяют пересечением двух прямых: прямой плана, проходящей через картинные следы и доступную точку схода, и радиальной прямой. Сначала следует на плане построить картинные следы $1_0, 2_0 \dots 7_0$ прямых, проходящих через точки плана $1, 2 \dots 7$ и точку схода F_2 , а затем из точки зрения S провести радиальные прямые, проходящие через те же точки, в результате чего получим точки a_0, b_0 и т. д. на следе картинной плоскости.

На линию горизонта переносят главную точку P и точку схода F_2 (или F_1) с увеличением расстояний между ними в соответствующее количество раз. На основание картины $t_1 t_2$ переносят сначала точки $1_0, 2_0 \dots 7_0$, полученные на следе картины исходного плана, откладывая их от вторичной проекции p_0 главной точки картины. Через эти точки проводят прямые на точку схода F_1 . Затем на линию $t_1 t_2$ переносят точки, из которых проводят вертикальные прямые – перспективу радиальных прямых до пересечения с соответствующими перспективами прямых $1, 2$ и т. д. Перспективы полученных точек соединяют отрезками прямых для выделения перспективы плана.

В случаях с низким горизонтом, когда вторичная проекция объекта оказывается сжатой, что затрудняет дальнейшие построения на перспективе плана, применяют вспомога-

тельную горизонтальную плоскость. Перспективу плана строят не на предметной плоскости, а на вспомогательной, опущенной вниз на произвольное расстояние (основание картины t_1' t_2'). При этом перспектива плана оказывается более раскрытой. Затем переносят построения на предметную плоскость.

2. Построение перспективы вертикальных ребер объекта (высот) начинают с точки 1_0 , где размер ребра проецируется в истинную величину (с учетом масштаба увеличения). Перспективу остальных вертикальных ребер строят с помощью картинных следов $2_0, 3_0 \dots 7_0$. В плоскости картины наносят их истинные размеры и проводят прямые в точку схода F_2 . С помощью точек плана определяют перспективу высот ребер.

3. Сетка на объемах выполняется с помощью метрических операций непосредственно на перспективном изображении. Членение вертикальных ребер производится с помощью пропорционального деления отрезка (приложение 7). Например, из основания ребра 1 проводится любая прямая, на ней откладываются точки $1'$ и $1_2'$, взятые с фасада. Точка $1_1'$ соединяется с вершиной 1_1 ребра; через точку $1_2'$ проводится прямая параллельная $1_1 1_1'$ до пересечения с ребром.

Для деления горизонтальных прямых в заданном соотношении, например, прямой $1_1 2_1$, через точку 2_1 проводим прямую, параллельную линии горизонта, на эту линию переносим деление с фасада и точку $1_1'$ соединяем с последней точкой (1_1) перспективы отрезка. Эта прямая продолжается до горизонта. Через полученную точку ω и точки деления проводим прямые, делящие отрезок в том же отношении.

Приведенная разновидность делительного масштаба называется *пропорциональным масштабом*.

4. При построении теней (приложение 8) источник света (солнце) необходимо располагать так, чтобы главный фасад был освещен, а тени увеличивали наглядность объекта.

Построение теней в перспективе и аксонометрии имеет много общего. Так же, как и в аксонометрии, для построения теней в перспективе необходимо иметь две проекции – перспективу луча и вторичную ее проекцию. Но поскольку в основе перспективы – центральное проецирование, а не параллельное, то лучевые прямые и их проекции, параллельные в пространстве, имеют в перспективе свои точки схода. При этом точки схода вторичных проекций лучей находятся на линии горизонта, так как источник света (солнце) считается удаленным в бесконечность.

В зависимости от направления лучей и положения источника света относительно зрителя и картины возможны три основные схемы теней (рис. 8).

На первой схеме солнце находится позади зрителя, слева. При этом точка схода проекций лучей s расположена на горизонте, а точка схода самих лучей (перспектива солнца S) – ниже горизонта, на одной вертикали с точкой s . На второй схеме солнце расположено перед зрителем, справа. Точка схода вторичных проекций лучей находится на горизонте, а точка схода S перспектив лучей – выше горизонта.

На третьей схеме лучи света параллельны картинной плоскости, поэтому они и на перспективе изображаются параллельными, а вторичные их проекции – параллельными основанием картины.

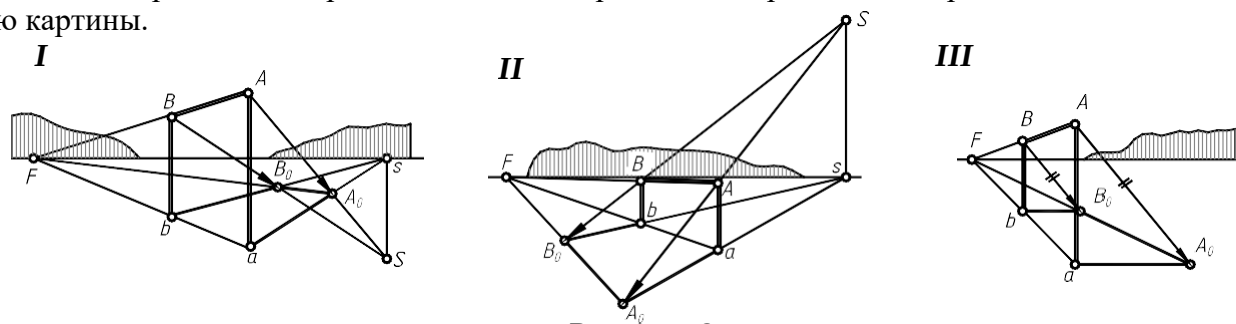


Рисунок. 8

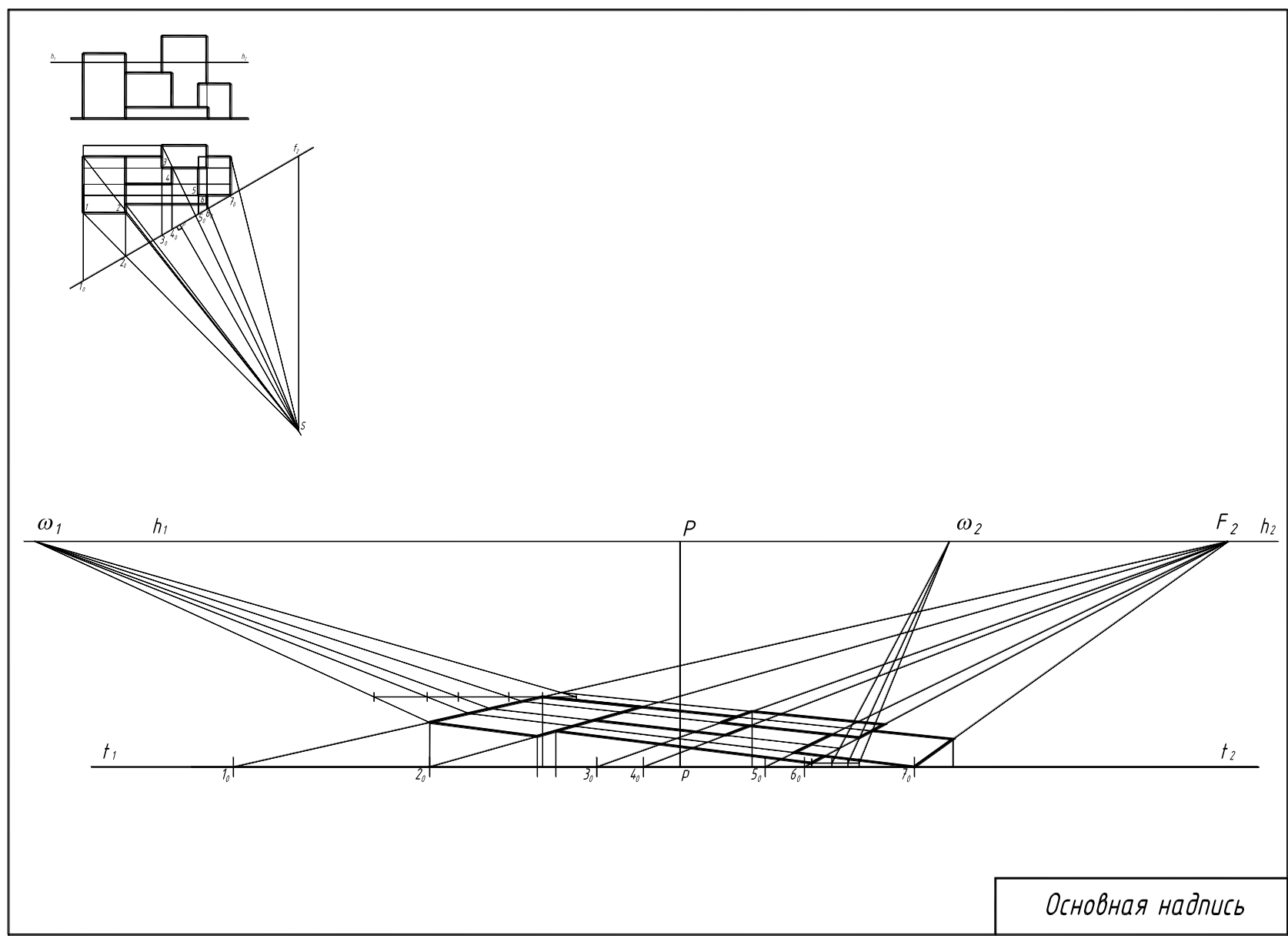


Рисунок. 9

При построении теней в перспективе наиболее часто применяют направление лучей света, изображенных на первой схеме. Направление лучей устанавливается после нескольких предварительных эскизов и выбора наиболее удачного. После выбора направления лучей определяются точки схода главных и вторичных проекций на тех плоскостях, где будут получаться падающие тени (преимущественно на горизонтальной плоскости).

Построение теней в данной работе производится по схеме III (рис. 8), когда лучи света параллельны картине, поэтому они изображаются и на перспективе параллельными, а вторичные их проекции – параллельными основанию картины. Грани призм, находящиеся в собственной тени, определяют с помощью вторичных проекций лучей, проведенных на предметной плоскости. Тени от вертикальных ребер совпадают с вторичной проекцией луча. Тени от горизонтальных ребер будут параллельны этим ребрам, следовательно, точкой схода их перспектив будет точка схода F_1 .

Задание «Перспектива и тени арочного портала»

1. Построить перспективу портала, используя поднятый план (кратность увеличения перспективного изображения по отношению к плану и фасаду определить самостоятельно).

2. Построить собственные и падающие тени. Источник света выбрать самостоятельно. Тени отмыть.

Рекомендации по выполнению задания.

Работа выполняется на формате А2, расположенном горизонтально. Перечертить из приложения 2 условие задания в масштабе 1:1.

Выполнить подготовительную работу. Точку зрения выбрать с учетом горизонтального и вертикального углов зрения. Для удобства построений и наглядности перспективы главный луч следует проводить через центр полукруглых ступеней (рис. 10).

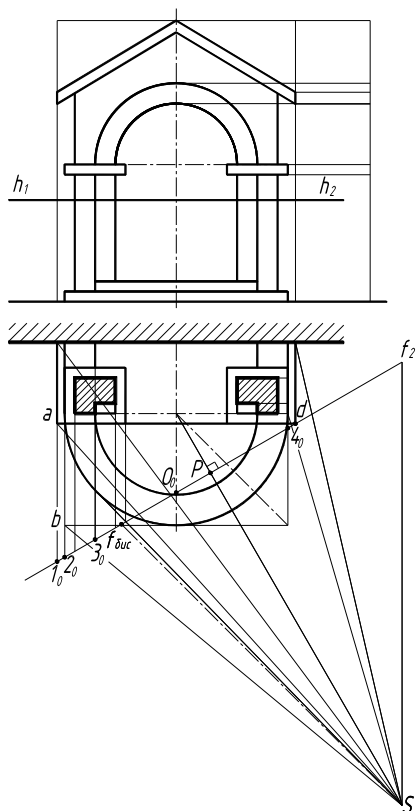


Рисунок 10

Построение перспективы начинают с компоновки листа. Перспективное изображение и тени должны располагаться в пределах центральной части листа. При построении перспективы используется поднятый план для верхней части портала, а также можно использовать вертикальную плоскость для построения высот объемов.

Сооружение вписывается в два призматических объема (горизонтальный и вертикальный). Горизонтальный призматический объем включает в себя крыльцо портала, вертикальный – остальную часть портала. Перспектива этих объемов строится по основным параметрам, взятым с плана и фасада с использованием одной точки схода.

Точка зрения и высота горизонта выбираются произвольно. Не следует, однако, брать линию горизонта выше объекта или близко к его основанию. Первый случай ведет к увеличению площади листа, занимаемой построениями, т. к. точку зрения приходится брать сравнительно далеко от объекта. Второй случай приводит к тому, что полукруглые в плане ступеньки оказываются в сильных перспективных сокращениях.

Построенные призматические объемы расчленяются на детали с помощью деления отрезков на пропорциональные части, т.е. с использованием метрических задач.

Рассмотрим последовательность построения перспективы арочного портала.

1. *Построение крыльца (приложение 9).*

1.1. Строится перспектива горизонтального полуквadrата, описанного вокруг нижней ступени крыльца. В точках 2_0 и 4_0 откладывают высоту двух ступеней с учетом масштаба увеличения. В нижний вписывают полуокружность и переносят ее на второй квадрат, используя его диагонали.

1.2. На верхнем полуквadrате строится меньший полуквadrат, описанный вокруг верхней ступеньки, и в него вписывается полуокружность, которая переносится на второй полуквadrат.

2. Построение вертикальной части портала (приложение 10 и 11).

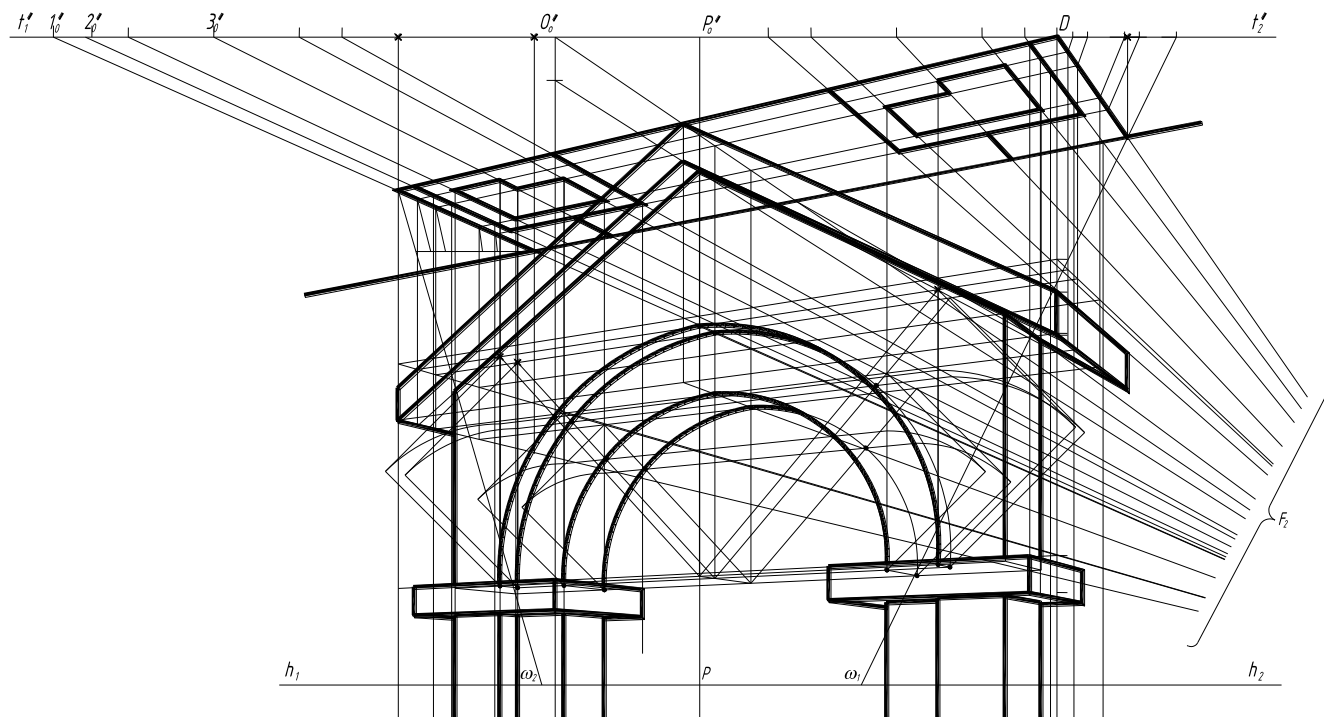


Рисунок. 11

2.1. Перспективу вертикального объемлющего параллелепипеда начинают с построения поднятого плана портала на уровне самой высокой точки. От основания картины $t_1 t_2$ откладываются высота портала с учетом перспективного масштаба и проводится вспомогательная горизонтальная плоскость $t_1' t_2'$. На нее с основания картины переносят точки p_0' и O_0' . Далее симметрично относительно точки O_0' переносят точки, необходимые для построения длинной стороны плана. На примере точка D лежит в картинной плоскости. Точка $1'$ строится с помощью прямой плана, проходящей через картинный след $1_0'$ и точку схода F_2 , и радиальной прямой. Аналогично выполняется построение остальных точек.

Деление коротких сторон плана производится через точки D и $1'$ с помощью пропорционального делительного масштаба с помощью точек ω_1 и ω_2 .

2.2. Положение в перспективе вертикальных ребер объекта легко определяется по поднятому плану, а их высоты – делением вертикальных линий описанного параллелепипеда.

Поскольку вертикальные ребра параллельны картине, то их деление на пропорциональные части производится теми же приемами, которые применяются в ортогональных проекциях. На примере построение перспективы высот начинают с точки D' , где размер ребра проецируется в истинную величину (с учетом масштаба увеличения). В плоскости картины наносят их истинные размеры и проводят прямые в точку схода F_2 .

Начало вертикального ребра, проходящего через точку 1 , берем на уровне нижней ступеньки, проводим любую прямую и на ней откладываем разбивку по высоте (до точки $1_H'$), взятую с фасада. Затем последнюю точку на прямой $1_H'$ соединяем с точкой 1 , параллельно полученному направлению проводим прямые из всех точек деления до пересечения с ребром (приложение 9 и 10).

2.3. Построенные вертикальные и горизонтальные плоскости продлеваются до их взаимного пересечения и определяются остальные элементы объекта.

Дверной проем заканчивается полуцилиндрической аркой. Построение его сводится к построению двух соосных полуокружностей одинакового диаметра в вертикальных плоскостях (рис. 11).

3. Построение теней.

Источник света выбрать самостоятельно так, чтобы обращенный к наблюдателю фасад был освещен (приложение 11). Тени отмыть.

Задание «Тени в ортогональных проекциях»

1. Построить падающую тень от здания на землю (горизонтальную плоскость проекций), а также собственные и падающие тени от отдельных элементов на фасаде и плане здания.

2. Тени отмыть.

Рекомендации по выполнению задания.

Перечертить из приложения 3 план и фасад здания, увеличив чертеж в нужное количество раз. Работа выполняется на формате А3, расположенном вертикально. На чертеже сохраняются все линии построения.

Построить при необходимости линии взаимного пересечения скатов крыши, а также линию пересечения поверхности трубы с крышей.

1. Так как тень на землю падает справа и сзади здания, чертеж здания следует сместить несколько влево от середины листа, в тоже время расстояние между планом и фасадом должно быть не менее одной высоты здания.

2. Построение линий взаимного пересечения скатов крыши и поверхности трубы с поверхностью крыши выполняют по профильной проекции.

3. Построение *падающей на землю тени от здания* сводится к построению теней ряда точек здания. Например, чтобы построить падающую тень поверхности крыши на плоскость проекций H (рис. 12), а также определения плоскостей, находящихся в собственной тени, строим падающие тени от отдельных прямых (ребер) на плоскость H . Для облегчения и простоты построений нужно, проанализировав, установить положение ребер относительно плоскости проекций H .

В нашем примере общее положение занимают только ребра 34 и 45. Все остальные параллельны плоскости H . По конструкции падающей тени $1_H 2_H 3_H 4_H 5_H 6_H 7_H$ можно определить, какие грани крыши находятся в собственной тени. В собственной тени будет та грань, тень на землю от которой упала дальше. В нашем примере ребро 66^1 ближе к нам, чем ребро 77^1 , однако тень 66^1 упала дальше, чем тень 77^1 . Следовательно, грань $66^1 77^1$ находится в собственной тени.

Собственная же тень поверхности A крыши надстройки может быть определена по положению плоскости относительно луча $S(s, s')$. На рисунке 12, а луч S освещает скат A с левой нижней стороны и, следовательно, верхняя плоскость крыши, обращенная вправо, находится в собственной тени. Если луч встречается со скатом (рис. 12, б), то поверхность будет освещена.

В собственной тени находятся и другие поверхности здания, но они невидимы.

Падающая тень от крыши на стене (рис. 13, а) строится следующим образом. Находится тень на стенке хотя бы от одной точки свеса, например, от точки $A(a, a')$. Для этого через эту точку проводят луч до пересечения со стеной в точке $A_1(a_1, a_1')$, которая и будет искомой тенью от точки A . Точка A_1 в нашем примере получилась на продолжении стены. Так как AB параллельна стене, то A_1B_1 параллельна AB .

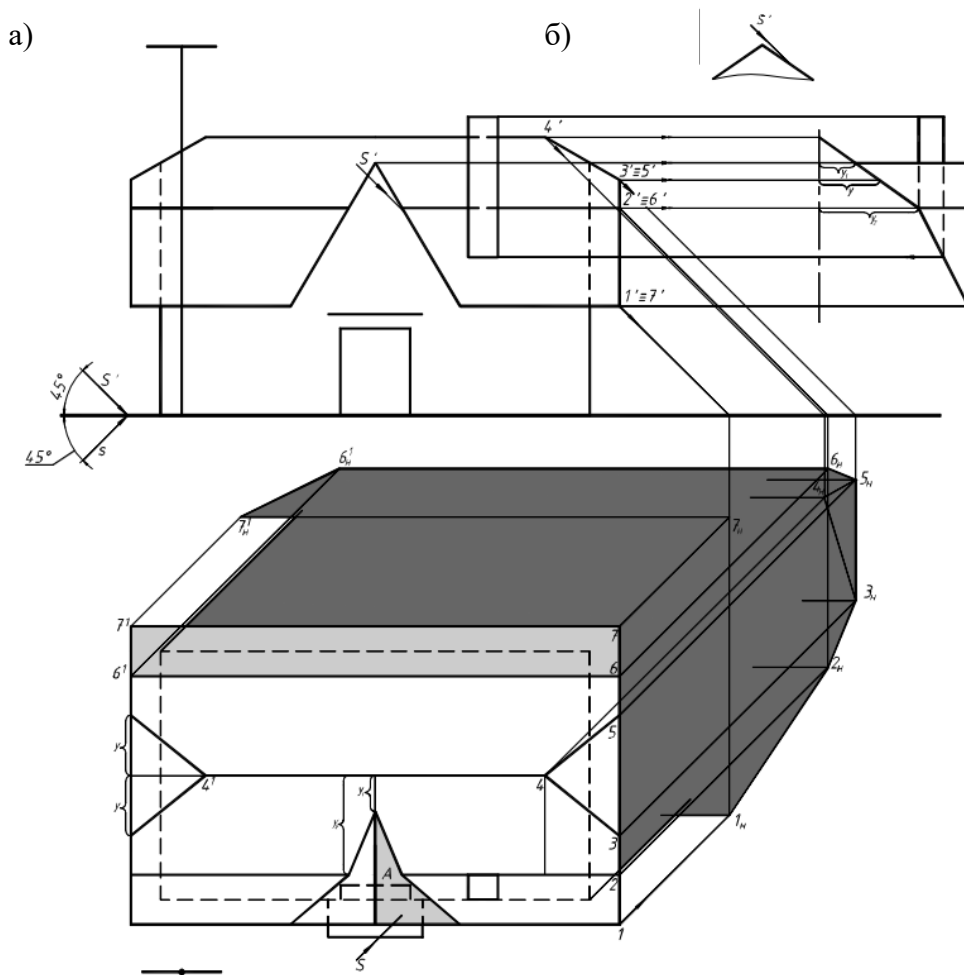


Рисунок 12

Следует обратить внимание на расположение тени C_1D_1 от края крыши CD на стене. Если линия c_1d_1 располагается правее линии $c'd'$, то левая нижняя поверхность правого ската крыши надстройки освещена, а правая верхняя поверхность того же ската будет в собственной тени. В этом случае, как в нашем примере, на фасаде будем видеть характерный участок тени $k'd_1$ – тень участка KD линии пересечения правого ската крыши надстройки с крышей основного здания. Здесь точка K – точка пересечения ребра KD со стеной, поэтому тень от ребра KD начинается именно в точке K (k, k') и заканчивается в точке D_1 (d, d').

Тень в дверной нише и тень от навеса на стене и в нише (рис. 13, б) строятся аналогично тени от крыши на стене. Так, чтобы построить тень в нише, сначала нужно построить тень M_1 (m_1, m'_1) от точки M (m, m'). Для этого через точку M проводят луч до пересечения с плоскостью ниши в искомой точке M_1 .

Контур тени в нише определяется тенью от ребра MK и вертикального ребра MN . Так как эти ребра параллельны фронтальной плоскости ниши, то тенями от них будут линии, параллельные самим ребрам. Поэтому через точку M_1 проводят линии, параллельные ребрам MK и MN . На примере тень от навеса падает частично на стену, частично в дверную нишу. Сначала строят тень на стене от одной из точек, например, тень B_1 от точки B . Тень от прямой AB параллельна самой прямой, а тени прямых AC и BD , перпендикулярных плоскости V , располагаются на стене параллельно s' и заканчиваются там, где заканчиваются сами прямые.

Реальная тень A_1 от точки A падает в нишу, следовательно, реальная тень от навеса располагается частично на стенке, частично в нише, а реальная тень в нише, в конечном счете, будет состоять из тени самой ниши и тени от навеса в нише (рис. 13, б).

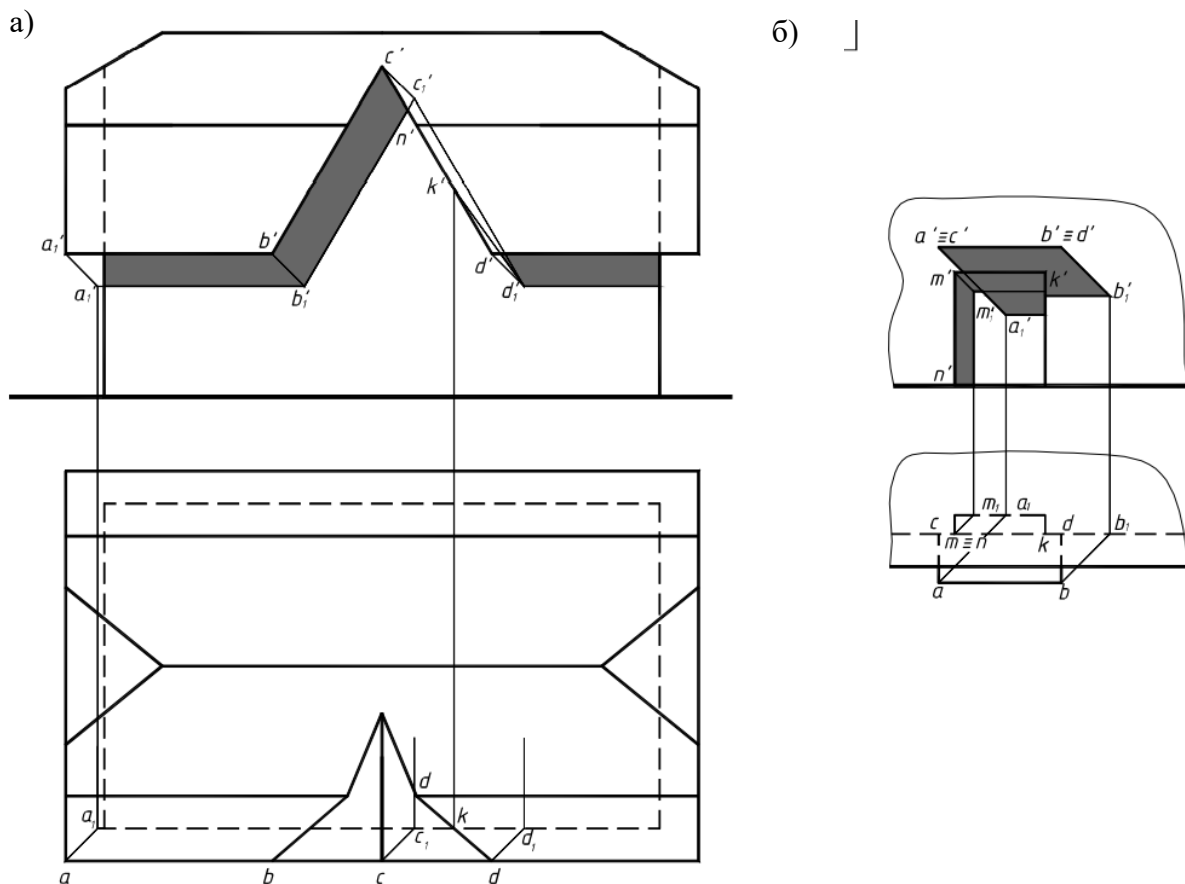


Рисунок 13

Тень, падающая от антенны на крышу и на землю, строится способом лучевого сечения. Луч, проходящий через шест антенны MN , заключается в горизонтально-проецирующую лучевую плоскость Q (Q_H) (рис. 14, а), строится лучевое сечение 12345 пересечения плоскости Q с поверхностью крыши и определяется тень верхней точки шеста N_1 (n, n_1'). Тень от шеста антенны MN начинается в точке M_H , частично падает на землю, а затем переходит на стену и крышу здания и заканчивается в точке n_1' .

Чтобы построить падающую от крыши надстройки на крыше основного здания (рис. 14, б), достаточно построить падающие тени от конька KM и края крыши MN на крыше основного здания. Для этого конек KM заключают во фронтально-проецирующую лучевую плоскость P (P_V), которая рассекает переднюю часть крыши основного здания по ломаной линии 123 (123, 1' 2' 3'). Через точку M проводим луч до пересечения с этой линией в точке M_1 (m, m_1'), являющейся тенью точки M .

Точка K – точка пересечения конька KM с крышей основного здания. Следовательно, тень от этой точки есть сама точка K . Таким образом, тень от конька KM будет ломаная линия $K2M_1$.

На основе аналогичных рассуждений устанавливаем, что тенью от края крыши MN будет линия M_1N . Итак, контуром падающей тени от крыши надстройки на крыше основного здания будет линия $K2M_1N$ ($k2m_1n, k'2'm' n'$).¹

Построение тени, падающей от трубы на крышу (рис. 14, в), начинают с построения тени от одного из вертикальных ребер трубы, например, от ребра MK . Для этого ребро заключают в горизонтально-проецирующую лучевую плоскость R (R_H). Тенью ребра NK будет часть линии пересечения 123 плоскости P с крышей – линия $K2N_1$ ($k2 n_1, k'2' n_1'$). Естественно, тени от других вертикальных ребер будут параллельны $K2N_1$.

Для построения теней в перспективе либо на аксонометрическом изображении необходимо иметь две проекции – перспективу луча и вторичную ее проекцию (приложение 12-14).

Для построения тени на поверхности используются вспомогательные плоскости-посредники, преимущественно проецирующие, проходящие через главные проекции лучей (рис. 15).

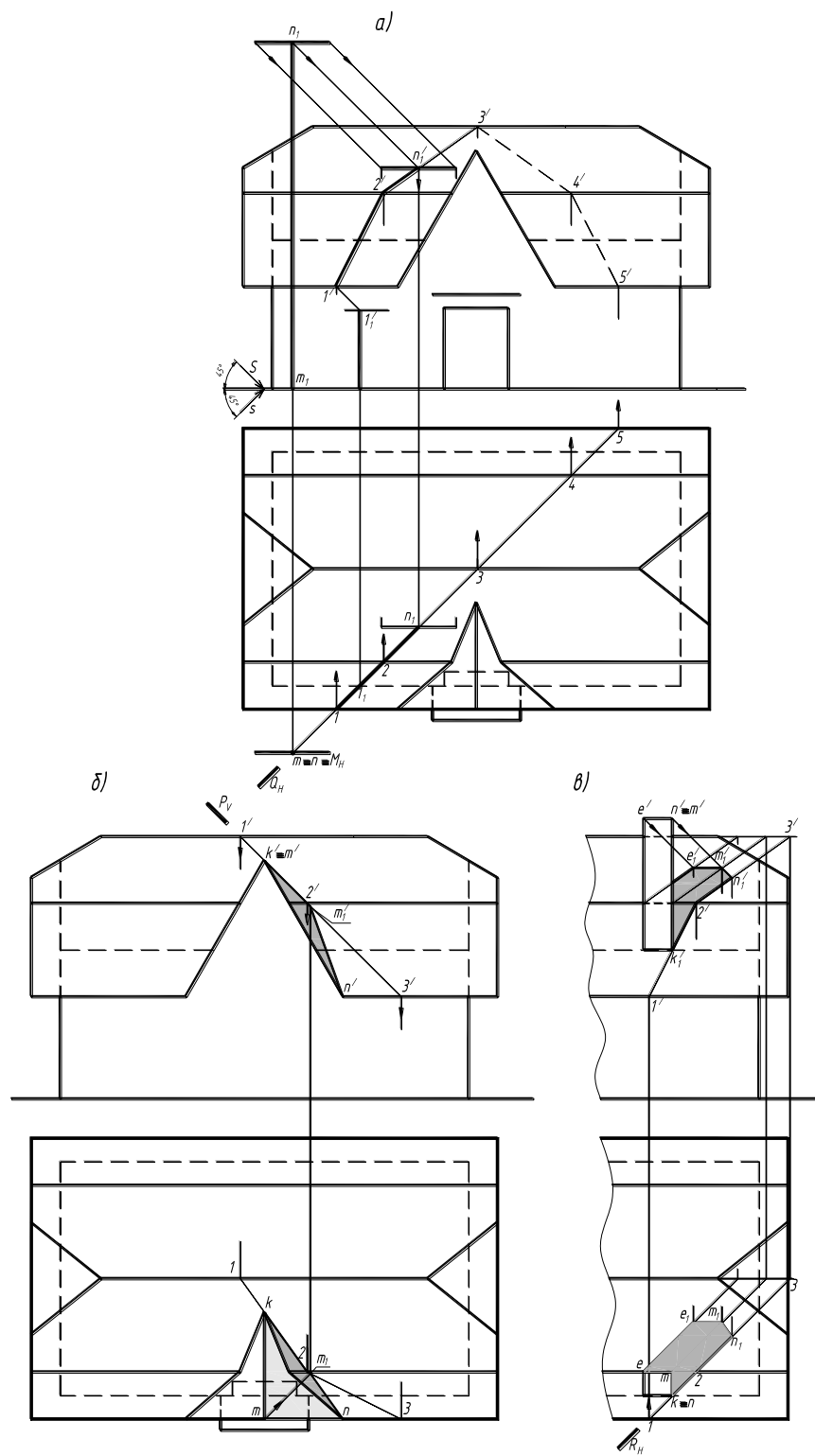


Рисунок 14

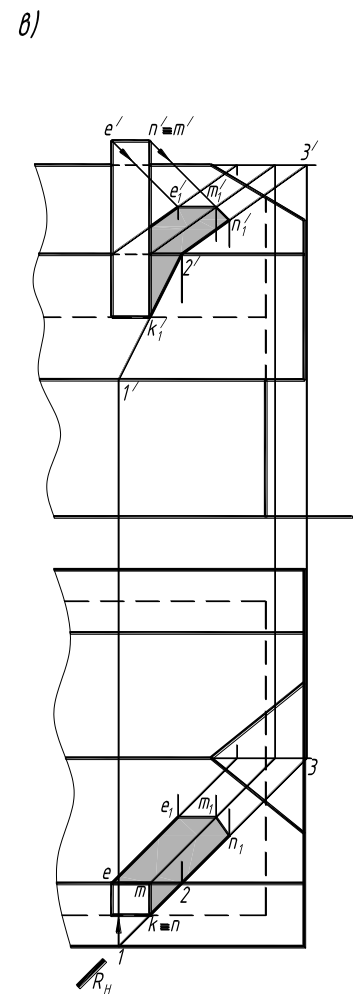
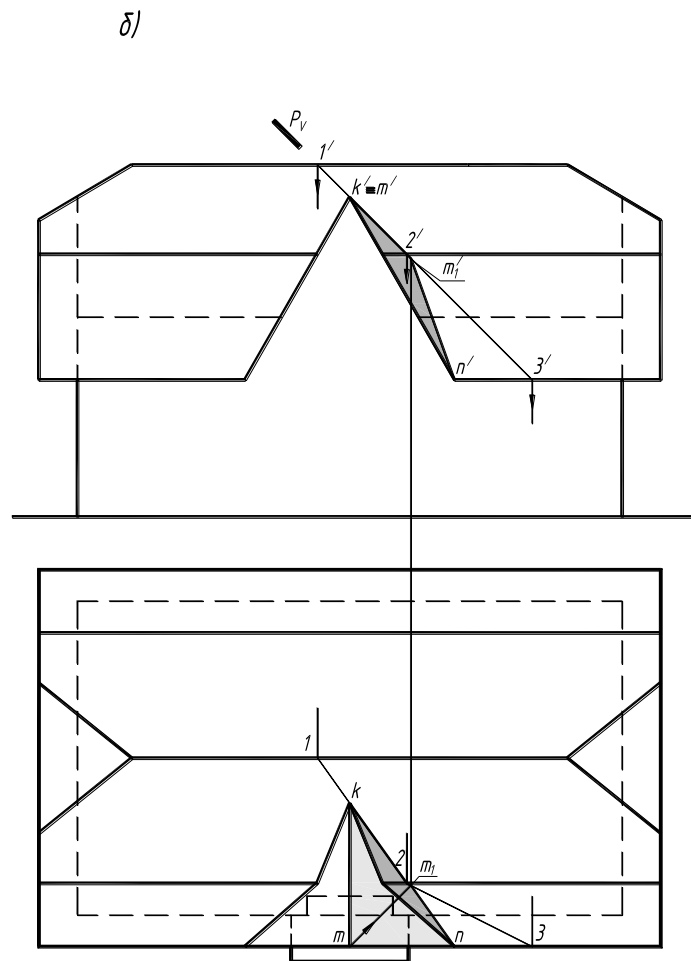
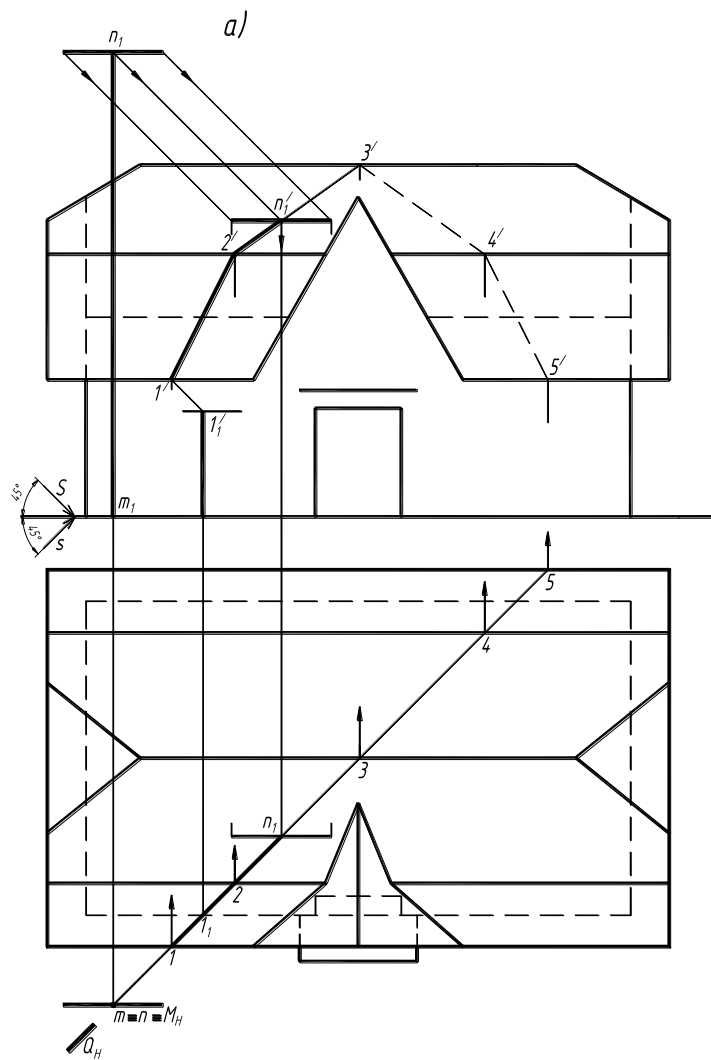
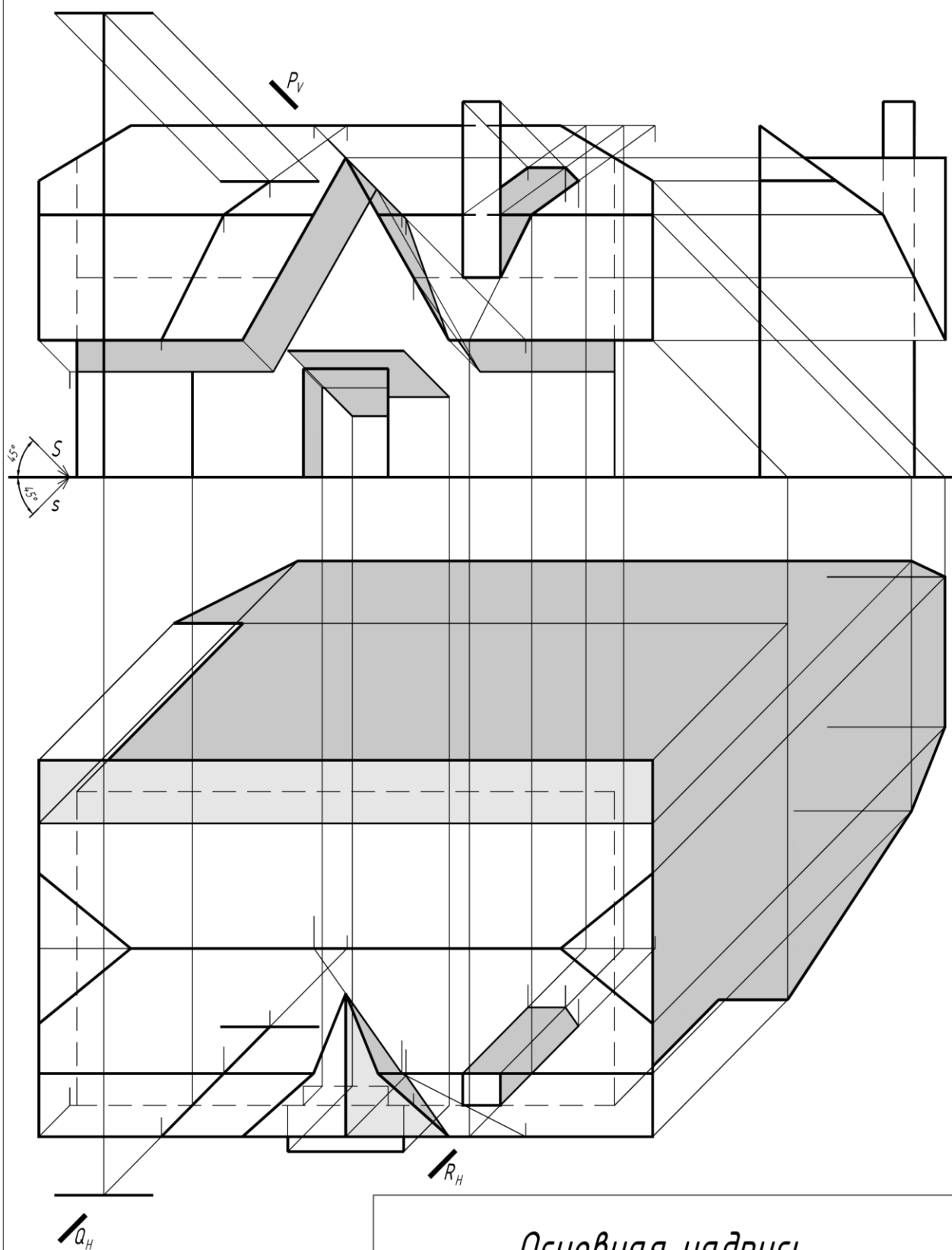


Рисунок 14



Основная надпись

Рисунок 15

Задание «Тень от плоскости на поверхность»

1. Построить падающую тень от плоскости на поверхность вращения.
2. Построить собственные и падающие тени поверхности.
3. Тени отмыть.

Рекомендации по выполнению задания.

Работа выполняется на формате А3, расположенном вертикально.

Перечертить из приложения 4 условие задания, расположив заданную плоскость так, чтобы она давала тень на поверхность (рис. 24).

В зависимости от формы объекта и его положения в пространстве применяются различные способы построения проекций теней: способ *лучевых сечений*, способ *касательных поверхностей*. Кроме указанных основных способов построения теней применяются также способ *вспомогательных плоскостей уровня*, способ «выноса», способ *вспомогательного проецирования*.

При построении теней выбирают такой способ, который дает наиболее точное построение тени с наименьшим количеством графических операций. В ряде случаев указанные способы применяются совместно.

Способ лучевых сечений. Этот способ является основным и универсальным и может быть использован для построения контуров как собственных, так и падающих теней любых форм. По своей геометрической схеме он несложен, но требует довольно значительных графических операций, связанных с построением вспомогательных лучевых сечений.

Сущность способа состоит в том, что для построения тени, падающей от одного объекта на другой, через данные объекты проводят ряд лучевых секущих плоскостей, строят по точкам вспомогательные сечения и определяют точки пересечения ряда лучевых прямых, проведенных через характерные точки первого объекта, с построенными сечениями второго. Построив ряд точек падающей тени и соединив их в определенной последовательности, получим контур падающей тени. Построение падающей тени дает возможность определить и контур собственной тени, если он не был известен.

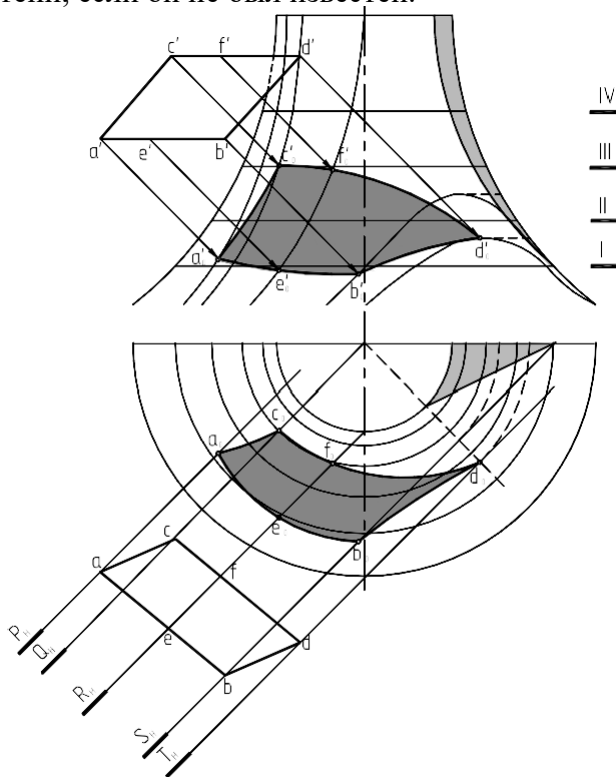


Рисунок 16

Таким образом, способ лучевых сечений основан на главных позиционных задачах начертательной геометрии – это задачи на точку пересечения прямой с плоскостью или поверхностью и на пересечение поверхности плоскостью.

Построение падающей тени от плоской фигуры на поверхность вращения (рис. 16). Световые лучи, проходящие через контур плоской фигуры, образуют призматическую *лучевую поверхность*, которая в пересечении с поверхностью вращения определит контур падающей тени. Таким образом, решение задачи сводится к построению линии пересечения двух поверхностей – четырехгранной призмы с поверхностью вращения.

Для построения падающей тени через вершины плоской фигуры проводят лучевые секущие плоскости P, Q, S, T и еще одну промежуточную плоскость R . Следует также провести секущую плоскость через ось поверхности вращения для определения наивысшей точки контура тени (в данном примере она совпадает с плоскостью Q).

Для построения вспомогательных лучевых сечений поверхности на ней следует построить каркас линий – окружности $I, \dots, IV$. Затем определяются точки пересечения лучевых прямых с построенными линиями сечений поверхности. Для каждого отрезка кривых линий контура тени необходимо построить не менее трех точек тени.

Способ касательных поверхностей. Способ касательных описанных (или вписанных) поверхностей конусов и цилиндров применяется при построении на фасаде контуров *собственных теней поверхностей вращения без второй проекции*. Сущность этого способа состоит в следующем (рис. 17).

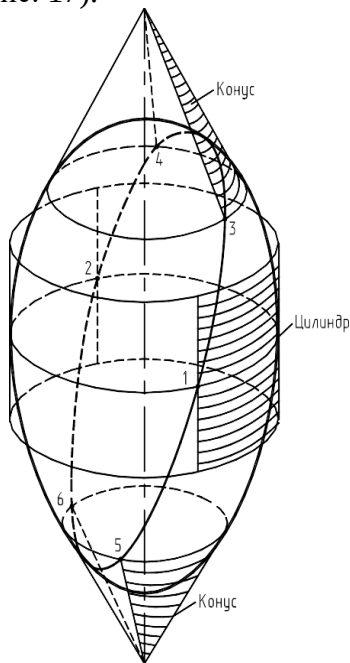


Рисунок 17

Для построения точек, принадлежащих контуру собственной тени, используются вспомогательные цилиндрические и конические поверхности, тени которых, как уже было показано, определяются просто. Эти поверхности касаются заданной поверхности вращения по окружностям – параллелям. Если параллель является экватором поверхности или его горловиной, применяются касательные цилиндры, в других случаях – вспомогательные конусы, соосные с данной поверхностью.

Затем определяют теневые образующие вспомогательных поверхностей и отмечают точки их соприкосновения с соответствующими параллелями данной поверхности. Эти точки принадлежат контуру собственной тени поверхности вращения. Полученные точки тени соединяют плавной кривой.

При построении контура собственной тени, прежде всего, необходимо построить *характерные точки* контура – точки тени, лежащие на фронтальном и профильном очерках поверхности (точки видимости), а также высшую и низшую точки контура тени. Первые две точки определяют с помощью касательных конусов с углом наклона образующей 45° , а вторые две – с помощью конусов с углом наклона образующей 35° .

Пример 1. Построить контур собственной тени выпуклой поверхности вращения – овоида (рис. 18).

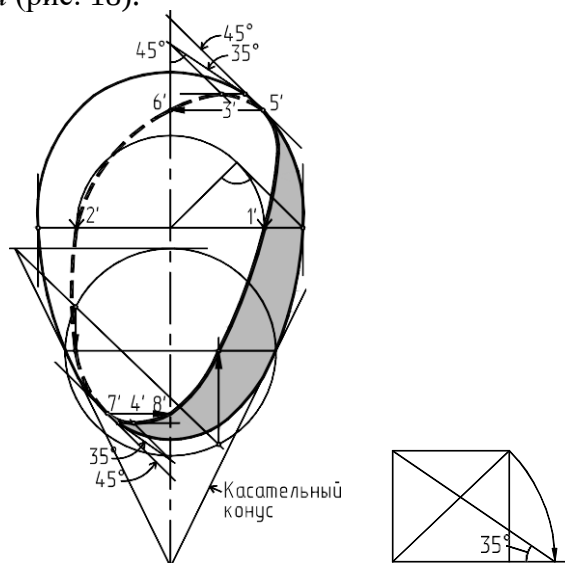


Рисунок 18

Для построения точек тени на экваторе поверхности опишем вокруг поверхности соосный цилиндр и на окружности касания определим общие точки тени $1'$ и $2'$. Затем построим фронтальные проекции вспомогательных касательных конусов с углом наклона образующей 35° , проводя касательные к очерку овоида до пересечения с осью, а из этой точки – прямую под углом 45° до пересечения с линией касания, получим высшую точку $3'$ (невидимую). Аналогично строим низшую точку $4'$ (видимую). Конусы с углом наклона образующей 45° дадут на очерке поверхности точки $5'$ и $7'$ и точки, совпадающие с проекцией оси, $6'$ (невидимая) и $8'$.

Если восьми точек окажется недостаточно, проводят дополнительную параллель поверхности и строят касательный конус произвольного вида. Через полученные точки проводят плавную кривую, в точках 5' и 7' она должна коснуться очерка овоида.

Пример 2. Построить контур собственной тени вогнутой поверхности вращения – скоции (рис. 19).

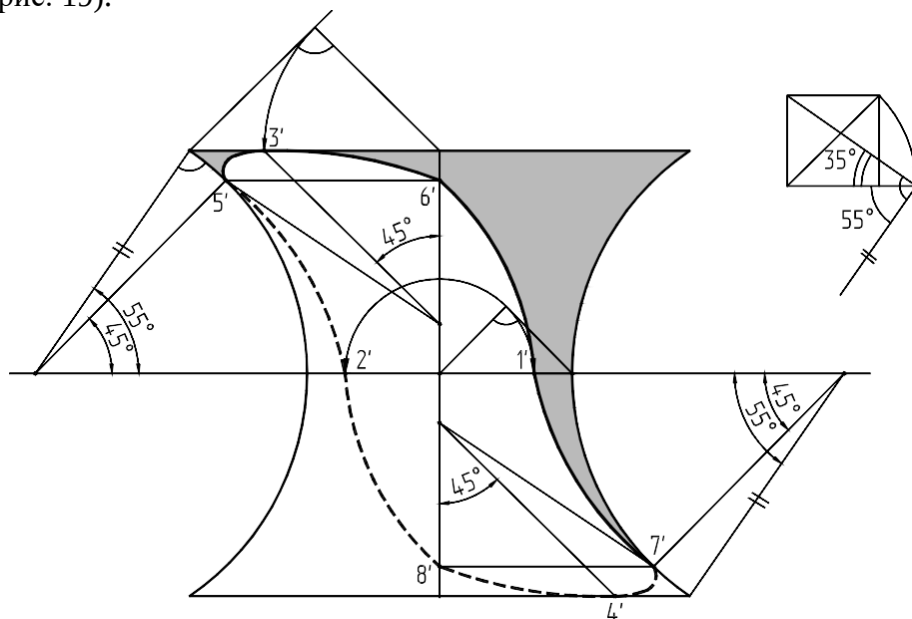


Рисунок 19

Форма поверхности вращения «предельной» скоции такова, что падающей тени от верхней кромки не будет, так как кривая очерка в верхней и нижней точках касательна к прямой под углом 35° . Точки 1' и 2' построены с помощью вписанного цилиндра. Для более точного построения точек касания образующих вспомогательных конусов к очерку поверхности можно воспользоваться прямыми, проведенными под углами, равными дополнительным углам (55° и 45°), из центров дуг очерка поверхности.

Способ «выноса». Способ «выноса» (ординат) применяется для построения падающих теней на плоскостях проекций и плоскостях уровня. Если известно расстояние (вынос) отдельных точек объекта, например, от фронтальной плоскости проекций, падающая тень может быть построена без горизонтальной проекции, по выносу (ординатам y) этих точек.

Пример 1. Построить падающую тень от валика на меридиональной фронтальной плоскости способом выноса (рис. 20). Схема плана приведена для пояснения хода рассуждений. Собственная тень валика построена способом касательных поверхностей.

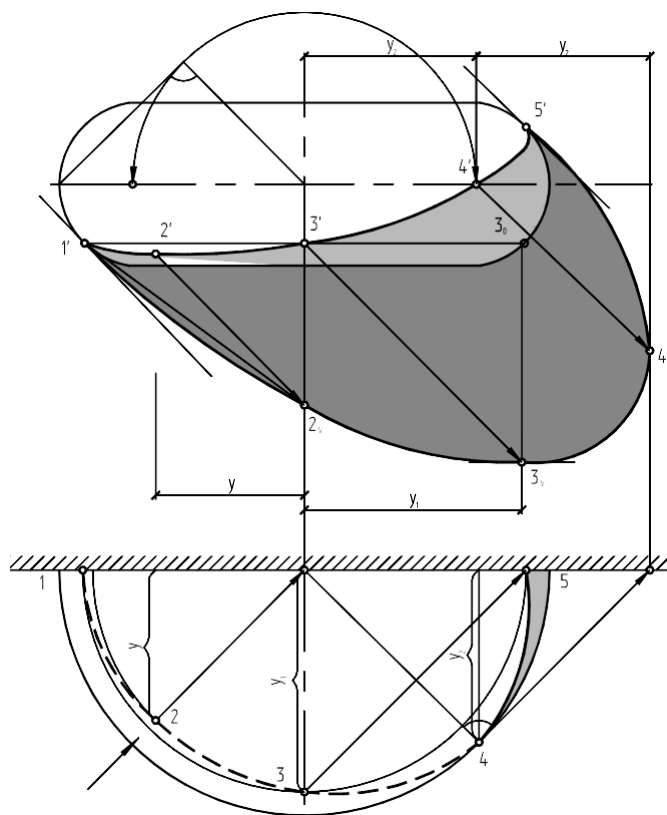


Рисунок 20

Точки $1'$ и $5'$ являются началом и концом контура падающей тени. Точка 2 – низшая точка контура собственной тени, лежит в плоскости лучевой симметрии, проходящей через ось валика. Величина ее выноса равна y – расстоянию на фасаде по горизонтали до проекции оси. Вынос точки 3 , равный y_1 , определяется на фасаде, он равен горизонтальному отрезку $3' - 3_0$. Вынос точки 4 , равный y_2 , также определяется на фасаде. Он равен расстоянию от проекции оси до точки $4'$ (вынос y_2 на плане является высотой прямоугольного треугольника). Построенные точки тени соединяются плавной кривой.

Точному вычерчиванию кривой способствует выполнение касания кривой к четырем прямым: в точке 3_v – к горизонтали, в точке 4_v – к вертикали, в точках $1'$ и $5'$ – к прямым, наклоненным под углом 45° .

Способ вспомогательных плоскостей посредников. Этот способ применяется для построения падающих теней на поверхностях, которые могут быть заданы линейным каркасом из прямых или окружностей. Для построения теней применяют вспомогательные плоскости-посредники (горизонтальные или фронтальные), на которых несложными приемами строятся вспомогательные тени, с помощью которых определяются затем отдельные точки искомого контура падающей тени.

Рассмотрим построение падающих теней на конкретных примерах.

Пример 1. Построить падающую тень от прямой на поверхность вращения (рис. 21).

Для выполнения построений используются **горизонтальные плоскости-посредники**.

Лучи, проходящие через прямую, определяют лучевую секущую плоскость. Линия сечения поверхности будет падающей тенью прямой. Сначала строят падающую тень от прямой AB на плоскость H и получают начальную 1 и конечную 2 точки сечения. Затем проводят вспомогательную горизонтальную плоскость-посредник P и строят окружность-сечение поверхности этой плоскостью. Падающая тень от прямой BC на плоскость P будет прямой, параллельной тени AB_H . В пересечении этой тени со вспомогательной окружностью-сечением получим еще две точки 3 и 4 контура падающей тени. Так можно построить любое число точек падающей тени. Световой луч, проведенный из точки B прямой, определит на линии сечения конечную точку B_0 искомой падающей тени.

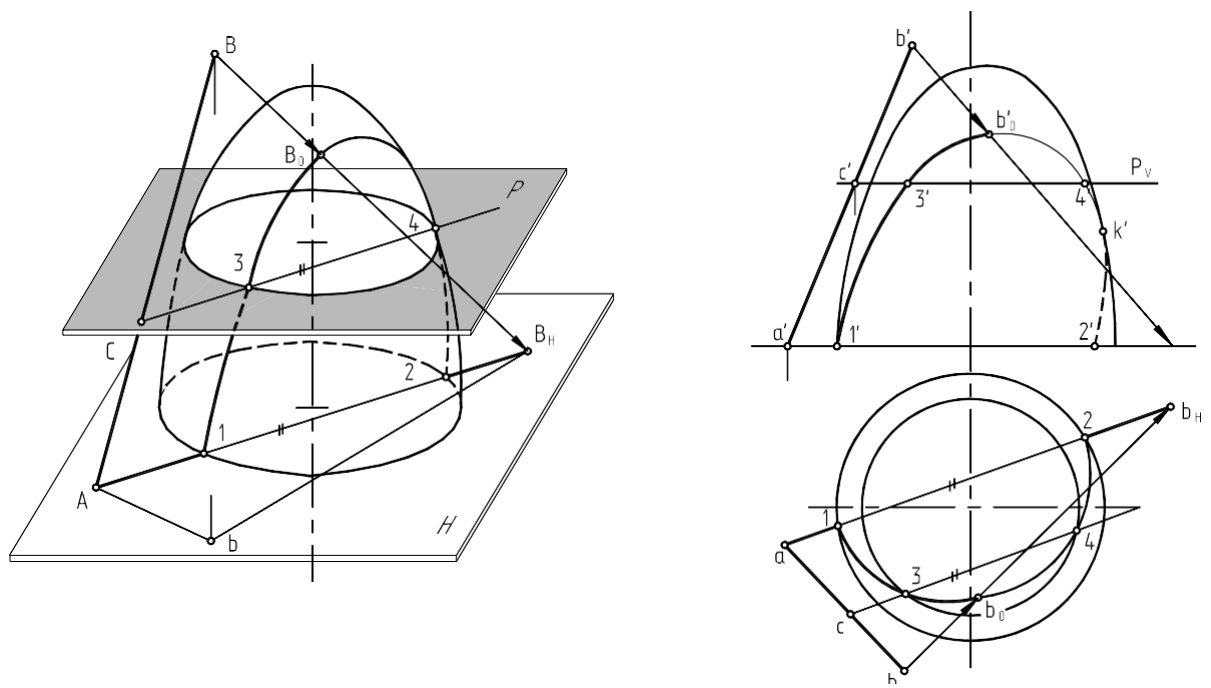


Рисунок 21

Пример 2. Построить падающую тень от квадратной плиты на поверхность вращения – эхин колонны (рис. 22). Собственная тень на поверхности вращения построена способом касательных поверхностей. Для построения фронтальной проекции, падающей тени от квадратной плиты на поверхность вращения, применим *горизонтальные секущие плоскости-посредники*.

Световые лучи, проходящие через два горизонтальных ребра плиты – фронтальное и профильное, образуют на поверхности вращения два одинаковых и симметрично расположенных лучевых сечения. Так, например, тень от квадратной плиты на цилиндрическую поверхность проецируется в виде двух пересекающихся окружностей (рис. 22, а). Эти окружности являются проекциями эллипсов, которые образуются при пересечении цилиндра лучевыми плоскостями *S* и *T*. Эта закономерность используется при построении падающей тени на любой другой поверхности вращения (рис. 22, б).

Для построения падающей тени на эхине колонны проведем вспомогательные плоскости-посредники *I*, *II* и *III*, которые пересекут эхин по окружностям, имеющим радиусы R_1 , R_2 и R_3 .

Фронтально проецирующая лучевая плоскость *S*, проходящая через профильное ребро плиты, пересекает каждую из окружностей в двух симметрично расположенных точках 1–1, 2–2. Это показано штриховыми линиями на совмещенном плане, который приводится для пояснений. Полученные точки лучевого сечения и будут точками контура падающей тени, проекция которого совпадает со следом *SV* лучевой плоскости.

Чтобы построить аналогичный контур падающей тени на фасаде от фронтального ребра плиты, примем левую часть фронтальной проекции эхина и плиты за профильную проекцию и выполним на фасаде построения, аналогичные сделанным на плане. Из точки c' радиусами R_1 , R_2 и R_3 сделаем засечки на соответствующих фронтальных следах секущих плоскостей-посредников *I*, *II* и *III* и получим точки $1'$, $2'$ и $3'$ искомого контура падающей тени. Верхняя точка тени переносится с профильного лучевого сечения.

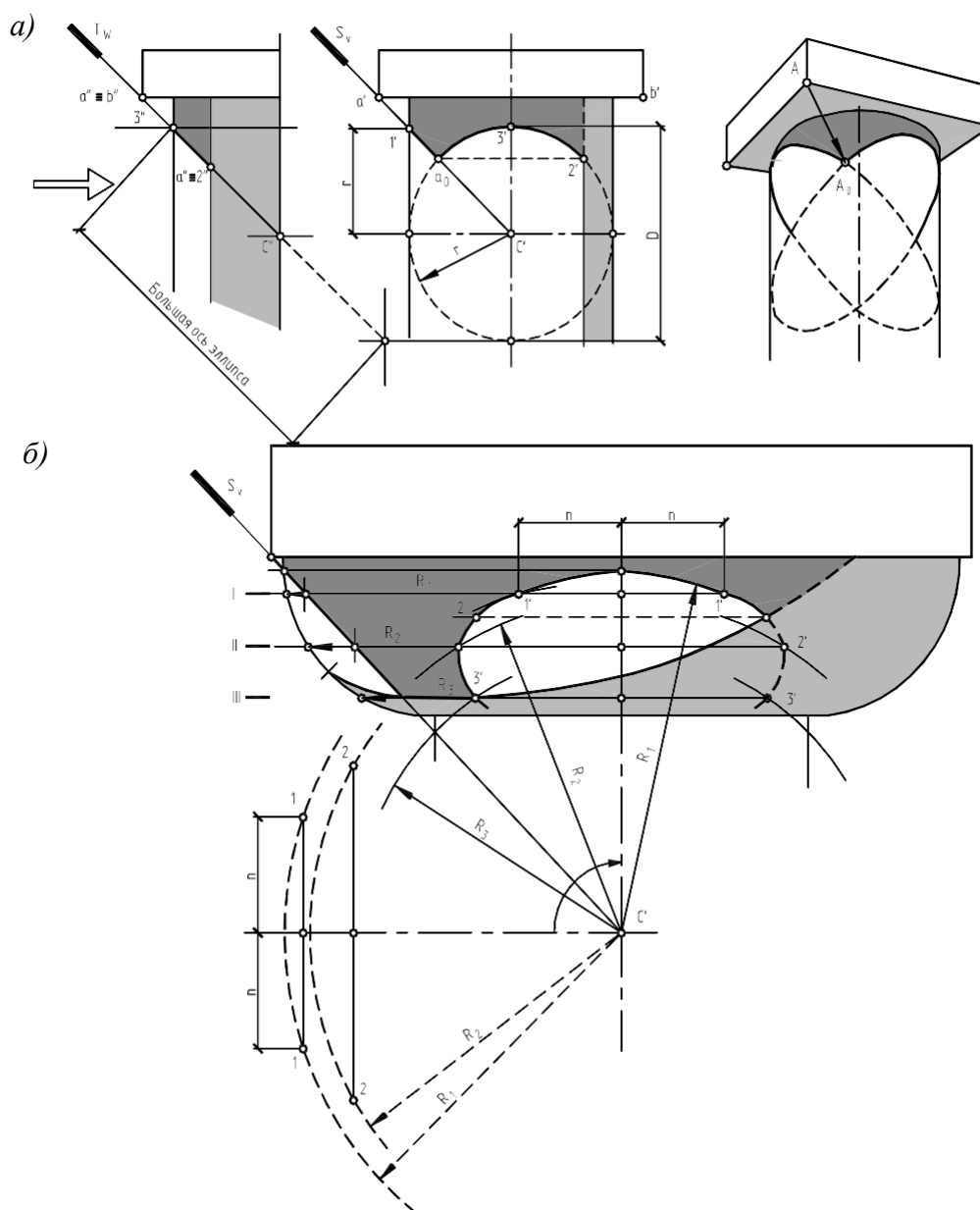


Рисунок 22

Построение тени с помощью вспомогательных плоскостей-посредников позволяет графически точно построить на фасаде необходимое число точек тени без второй проекции.

Для построения собственных и падающих теней поверхности применяют рассмотренные ранее способы построения теней в различных сочетаниях (рис. 23). Чтобы построить тень «сложной» поверхности вращения необходимо вначале определить из каких «простых» поверхностей она состоит. В нашем примере поверхность состоит из двух: сколии в верхней части и валика в нижней. Тени сколии построены способом касательных поверхностей (см. рис. 19), тени валика – способом вспомогательных плоскостей-посредников (см. рис. 20).

Для построения контура падающей тени от плоскости на поверхность применяют способ лучевых сечений, рассмотренный на рис. 16. Через характерные точки (вершины) плоскости проводят лучевые секущие плоскости P , Q , R и т. д. Для построения вспомогательных лучевых сечений поверхности на ней следует построить каркас линий – окружности I, II, III, IV, V. Затем определяются точки пересечения лучевых прямых с построенными линиями сечений поверхности.

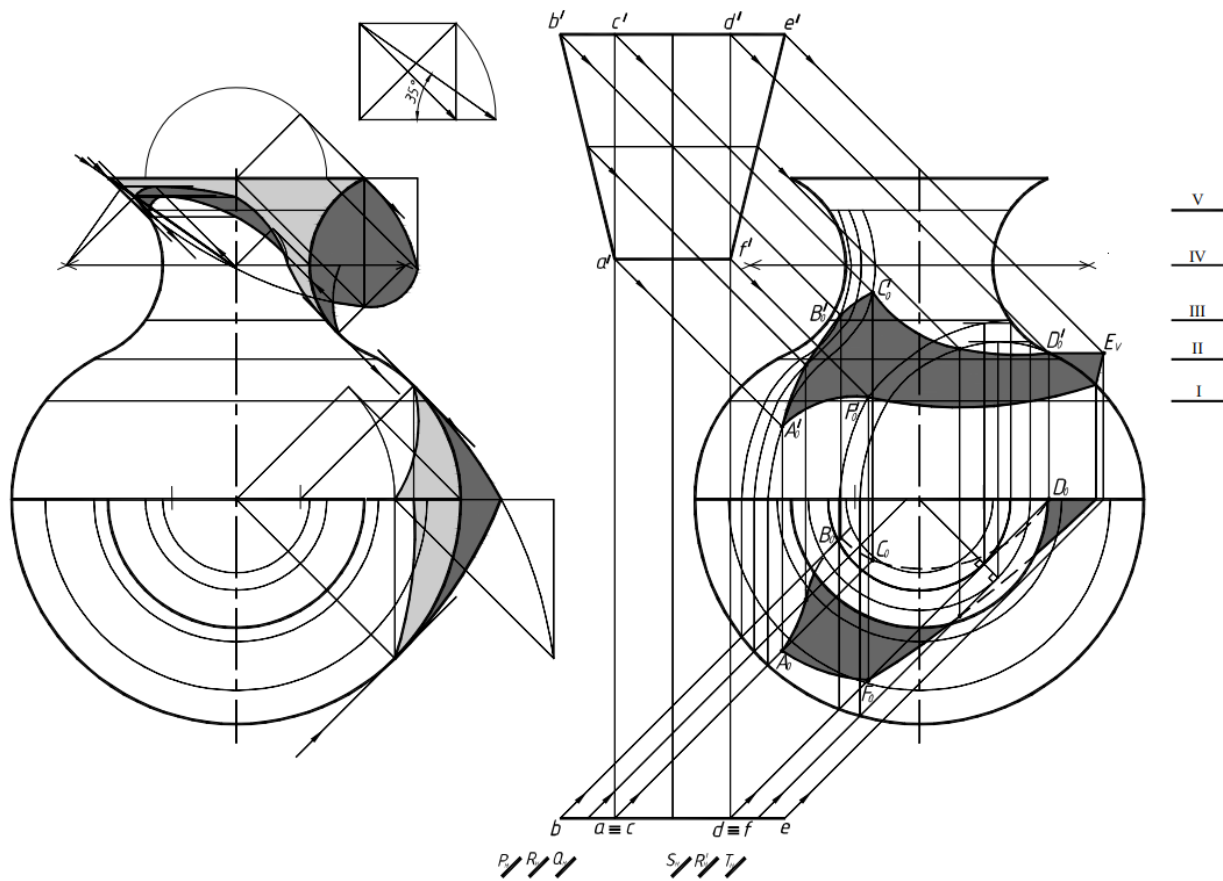
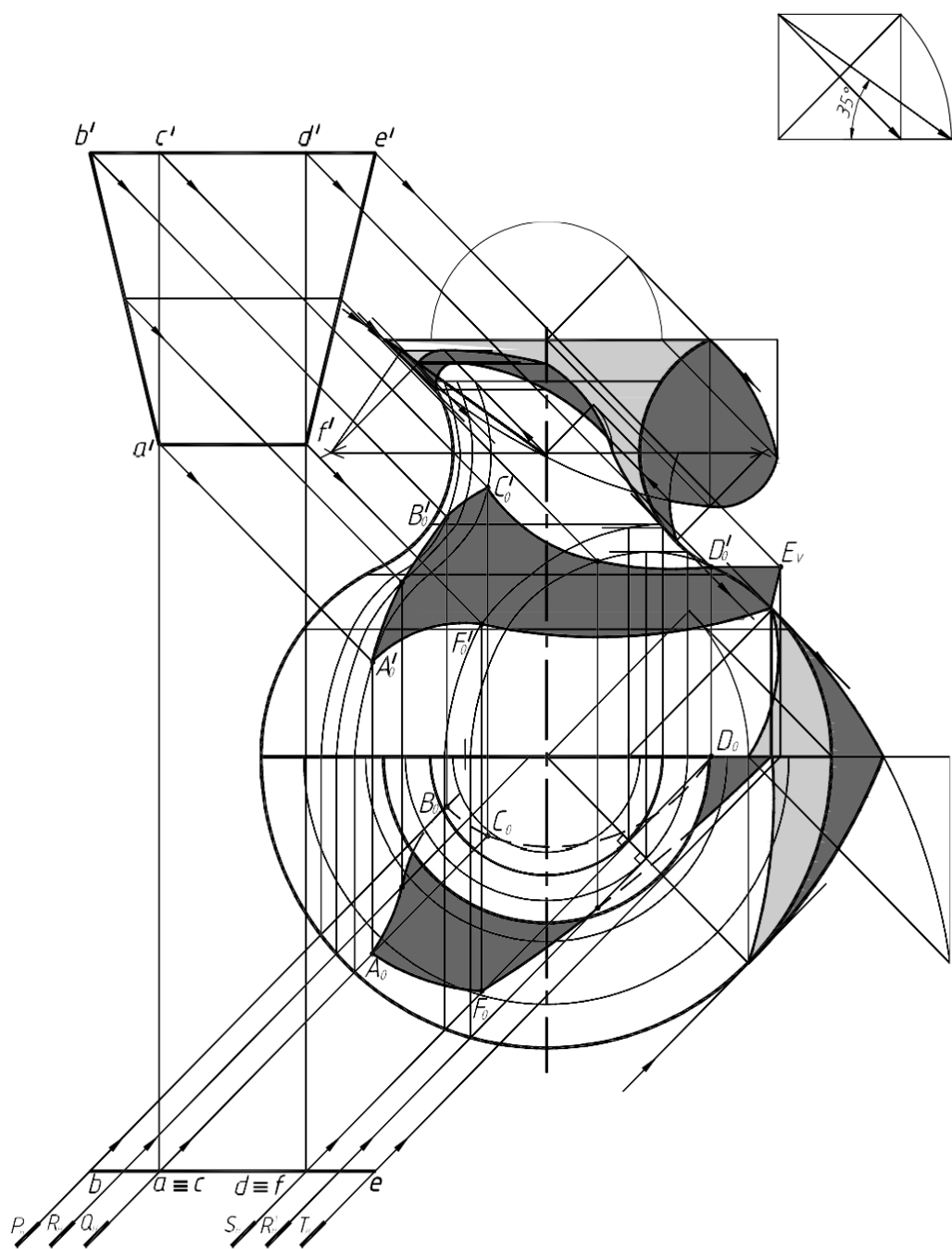


Рисунок 23



Основная надпись

Рисунок 24

Задание «Тени поверхностей вращения»

1. Построить собственные и падающие тени балясины.

2. Тени отмыть.

Рекомендации по выполнению задания.

Работа выполняется на формате А3, расположенном вертикально.

Перечертить из приложения 5 условие задания, увеличив условие в нужное количество раз (вид сверху не показывать). При перечерчивании следует отметить центры радиусов перекрестием линий. Это необходимо для большей точности построений (отыскивания точек сопряжения и касания проекций лучей). Верхний и нижний элементы балясины – плиты квадратной формы.

Для упрощения строят тени только на видимой половине поверхности, считая, что ее ось находится на плоскости стены (рис. 28).

Сначала строят границы собственной, а затем падающей тени в отдельности на каждой из форм, составляющих тело балясины (рис. 26 и 27). Построенные падающие тени, пересекаясь между собой и с лежащими ниже поверхностями, дают возможность определить две теневые точки, одну – слева, на очерке балясины, и другую – справа, точку «исчезновения» падающей тени на границе собственной тени поверхности, которую определяют обратным лучом, проведенным от точки пересечения двух контуров падающих теней.

В тенях венчающей части балясины (рис. 25) падающие тени от квадратной плиты и от собственной тени эхина на стену дают в пересечении точки 5 и 6. Обратные лучи, проведенные из этих точек, позволяют получить пару точек 1 и 2 – точки падающей тени от квадратной плиты на эхин на границе собственной тени эхина.

Две тени, падающие на стену от собственной тени эхина и от кромки круглого пояска прямоугольного сечения, пересекаясь, дают точку 7. С помощью обратного луча, проведенного из этой точки, получим точку 3.

Точка 4 определена с помощью точки 8 – пересечения собственной тени очерка цилиндра и падающей тени круглого пояска на стену.

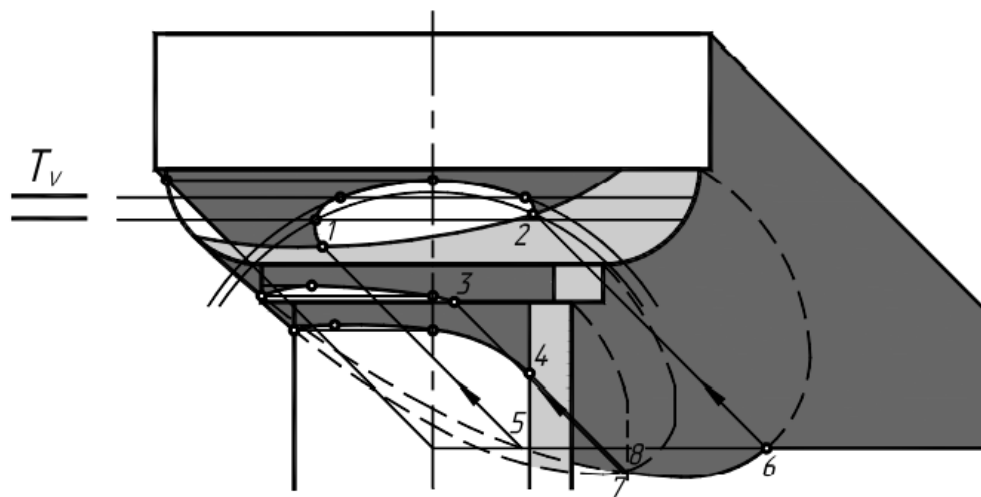


Рисунок 25

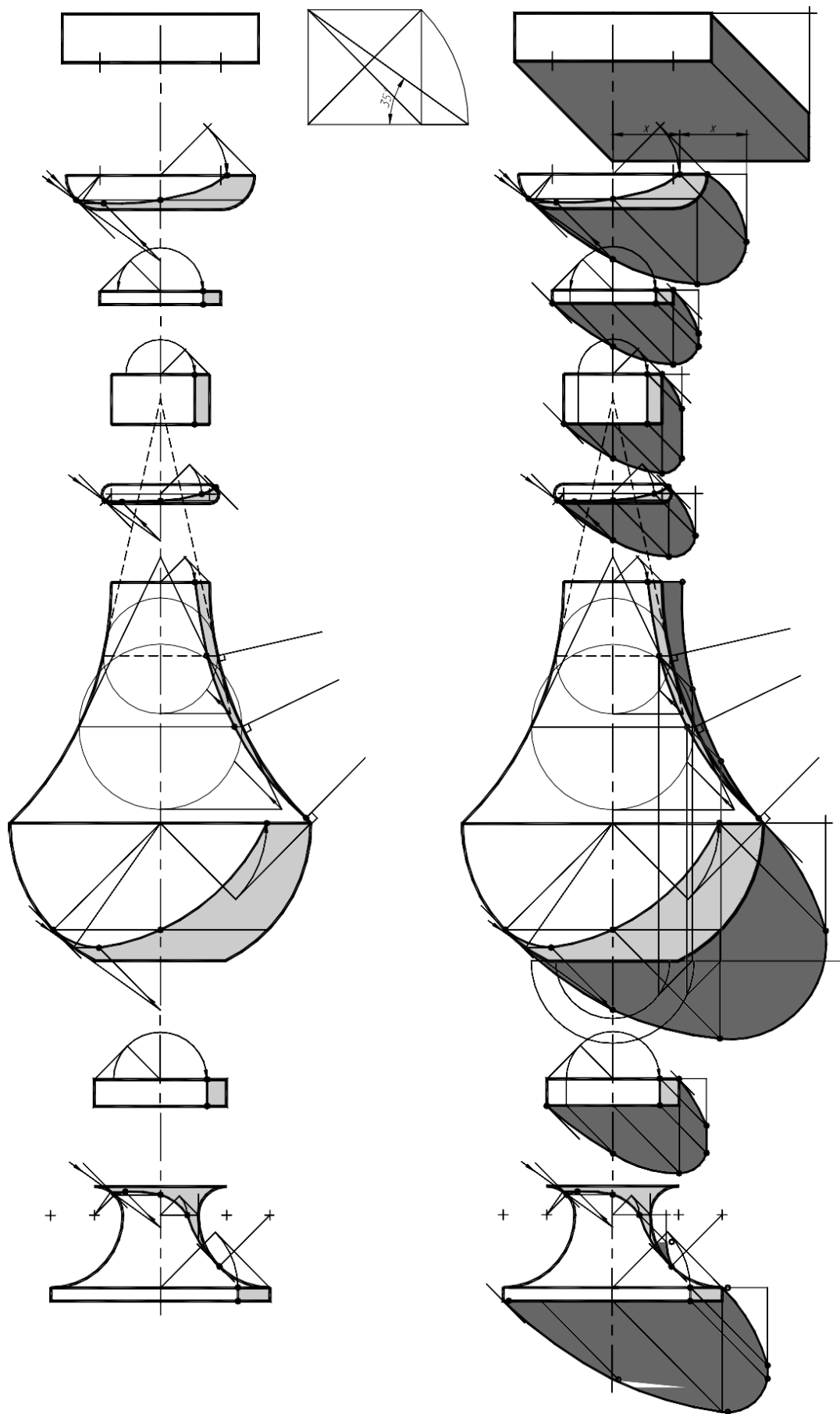


Рисунок 26

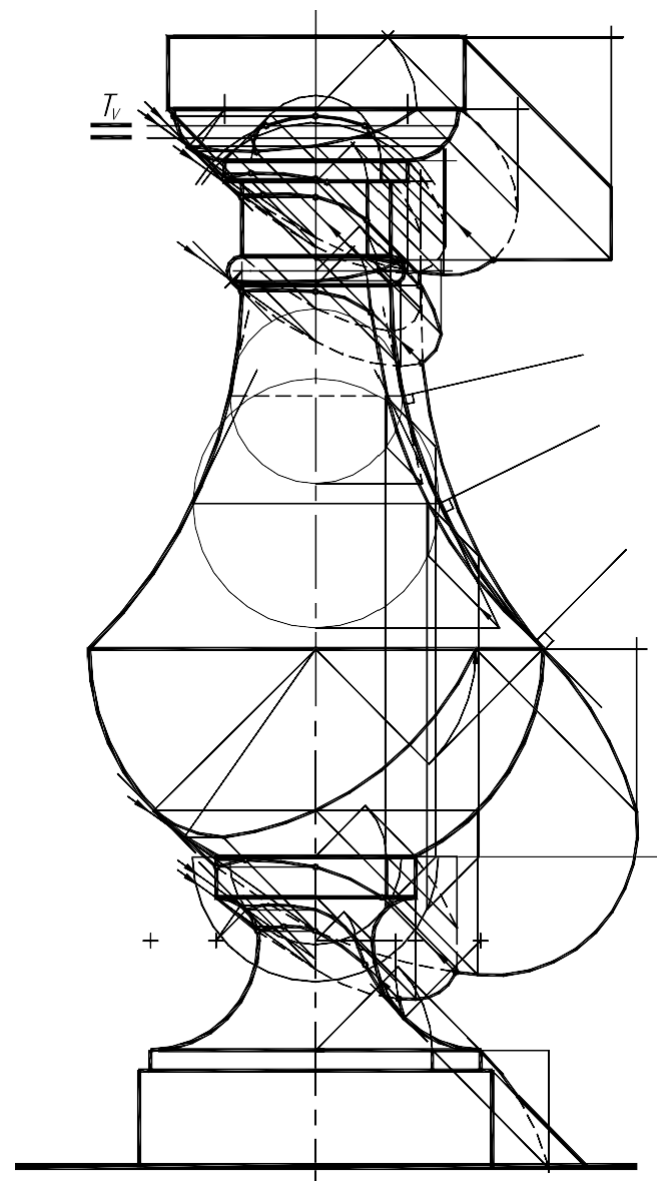
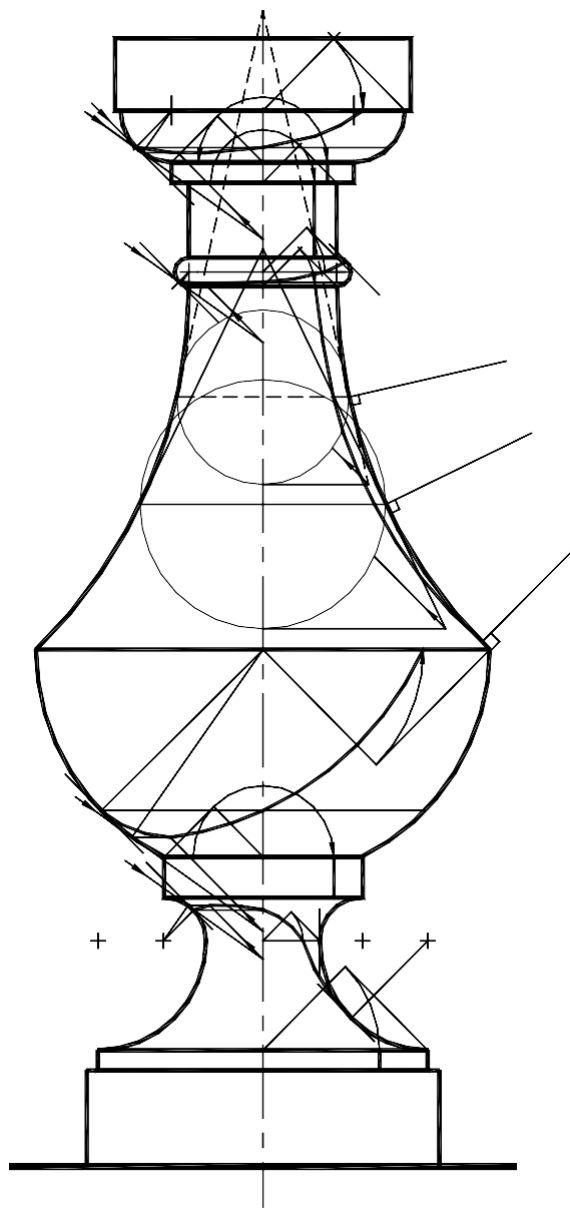
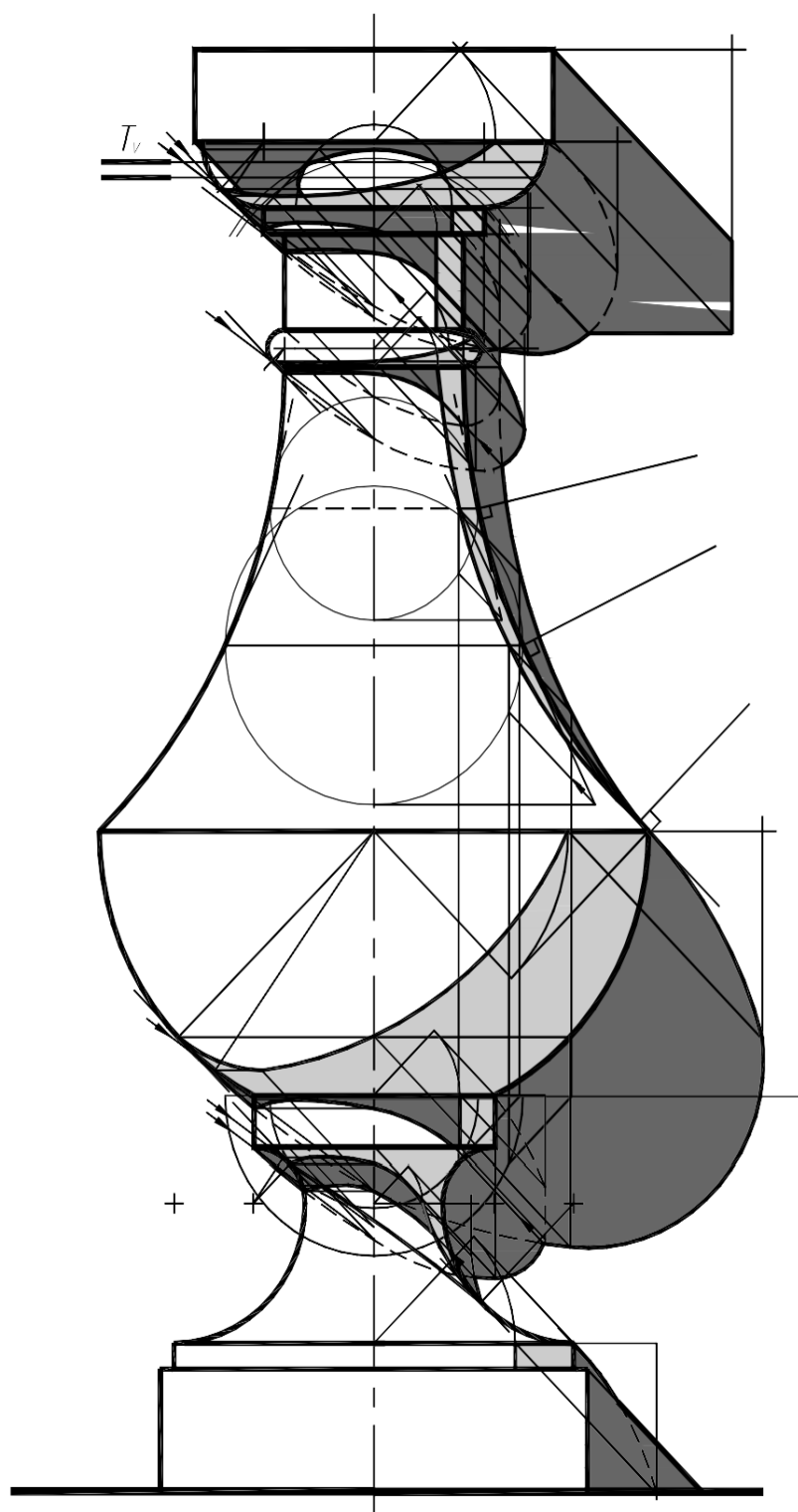


Рисунок 27

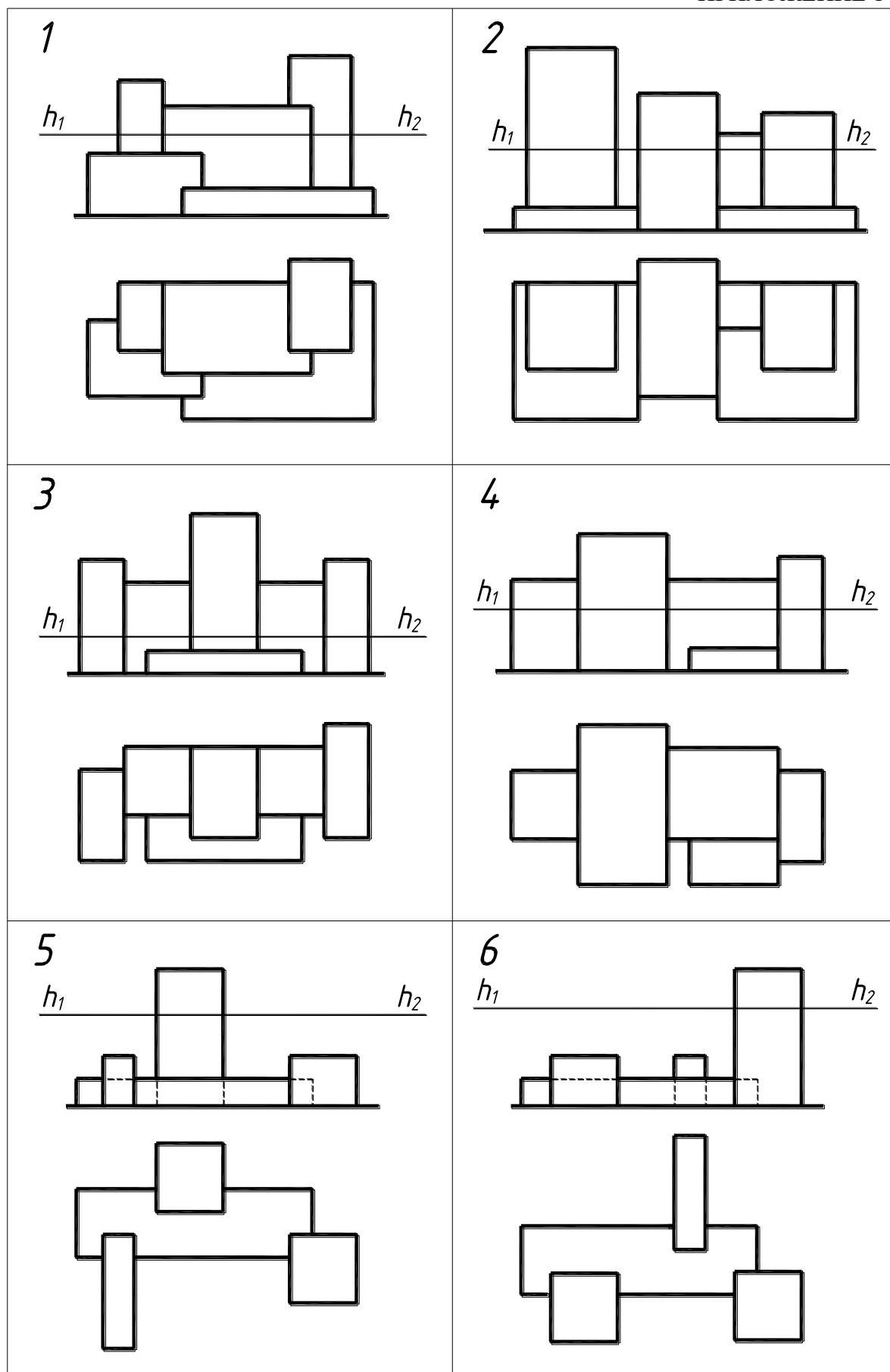


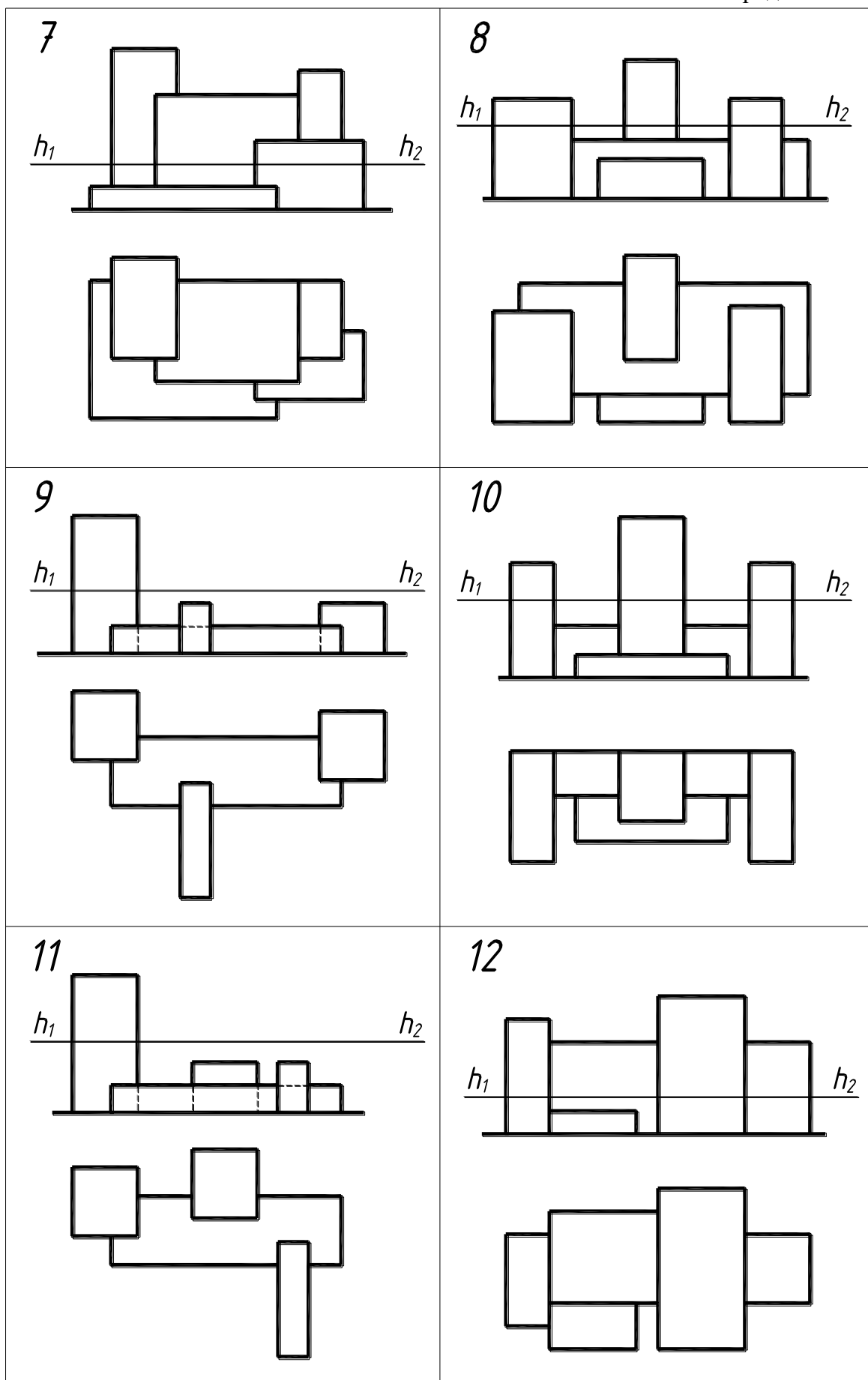
Основная надпись

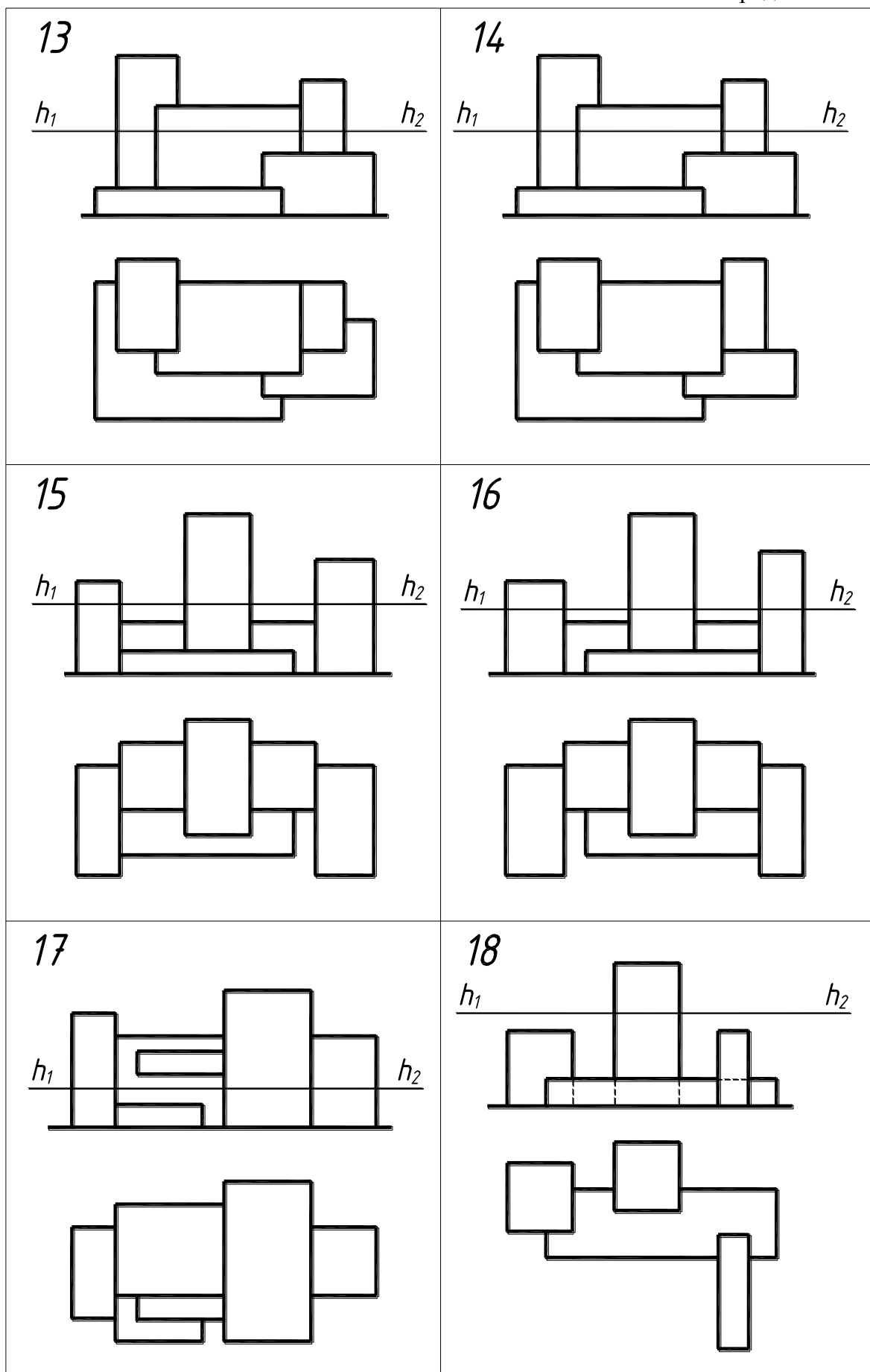
Рисунок 28

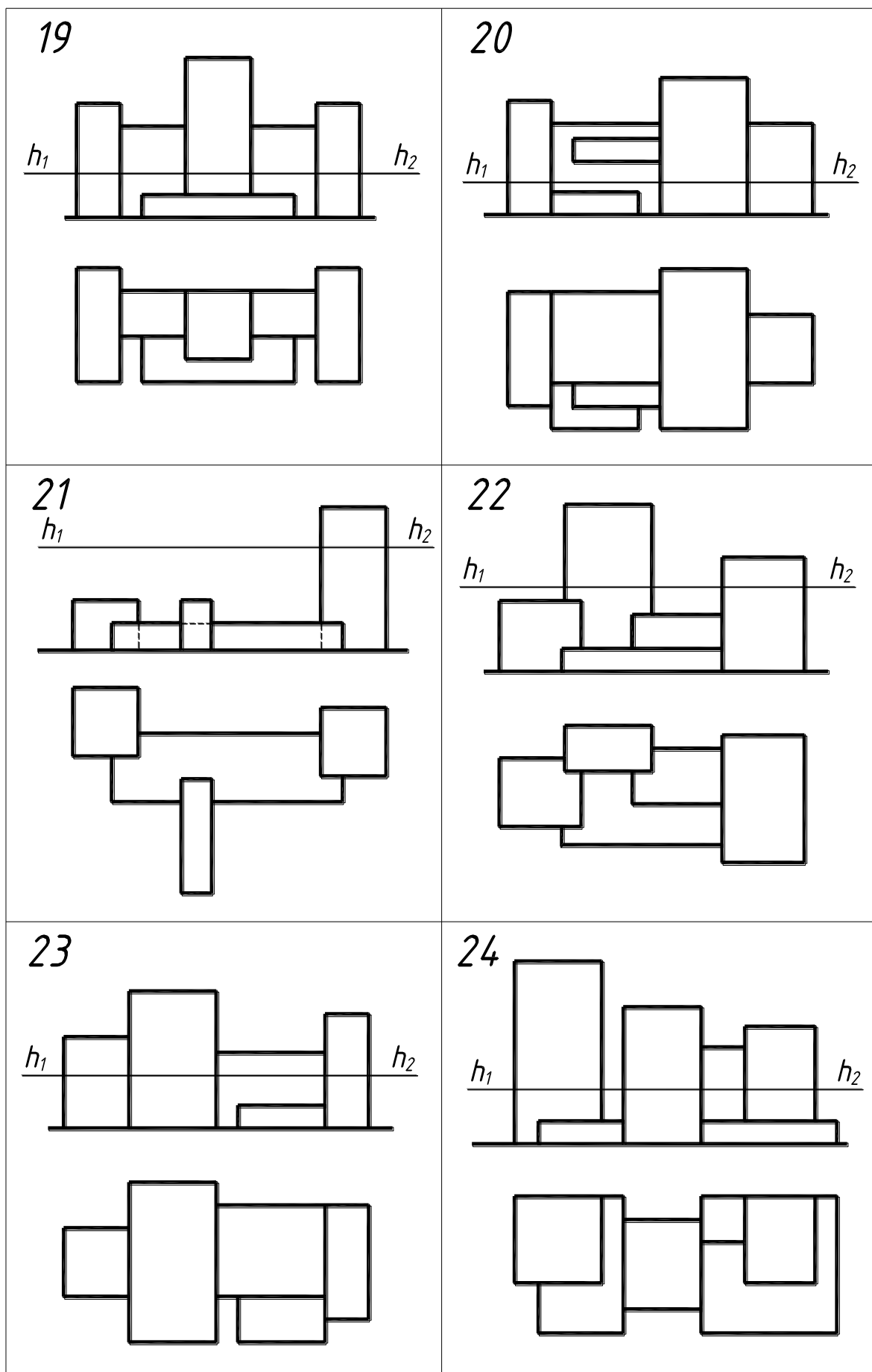
Список рекомендуемой литературы

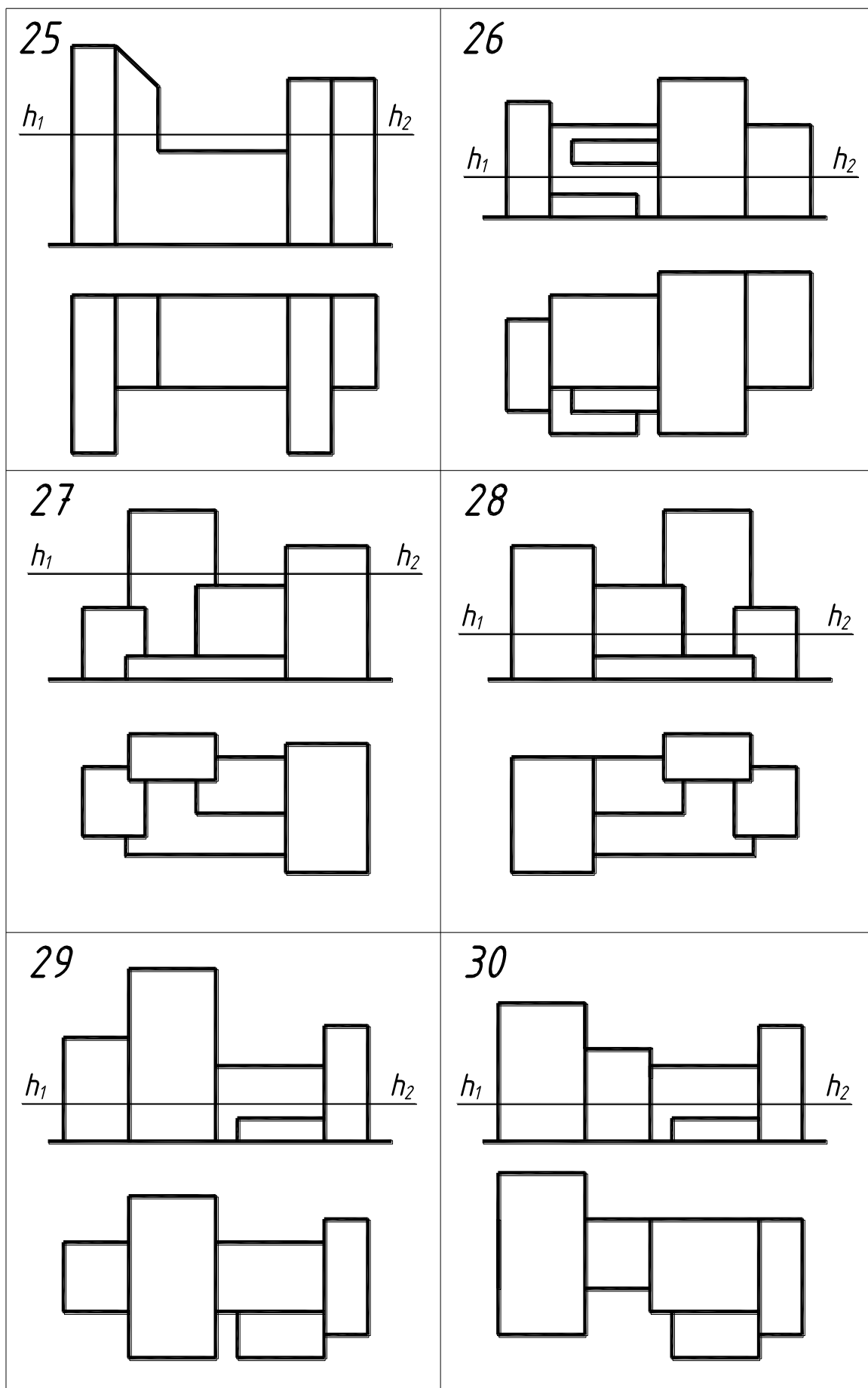
1. Короев, Ю.И. Начертательная геометрия : учебник / Ю. И. Короев. - 3-е изд., стер. – М. : КНОРУС, 2013. – 424 с.
2. Короев, Ю.И. Сборник задач и заданий по начертательной геометрии : Для студентов архит. вузов и фак. / Ю.И. Короев, Ю.Н. Орс; Под ред. Ю.И. Короева. - М. : Архитектура-С, 2003. – 164, [2] с. : ил.
3. Климухин, А.Г. Тени и перспектива : учебник / А. Г. Климухин – М. : Архитектура-С, 2012. – 200 с.
4. Лециус, Е.П. Построение теней и перспективы ряда архитектурных форм: учебное пособие/ Е. П. Лециус. – М. : «Архитектура-С», 2005. – 144 с.
5. Макарова, М. Н. Перспектива / М. Н. Макарова. – М : Академический проект, 2002. – 512 с.
6. Пеклич, В. А. Начертательная геометрия / В. А. Пеклич. – М : Изд-во АСВ, 2000. – 248 с.

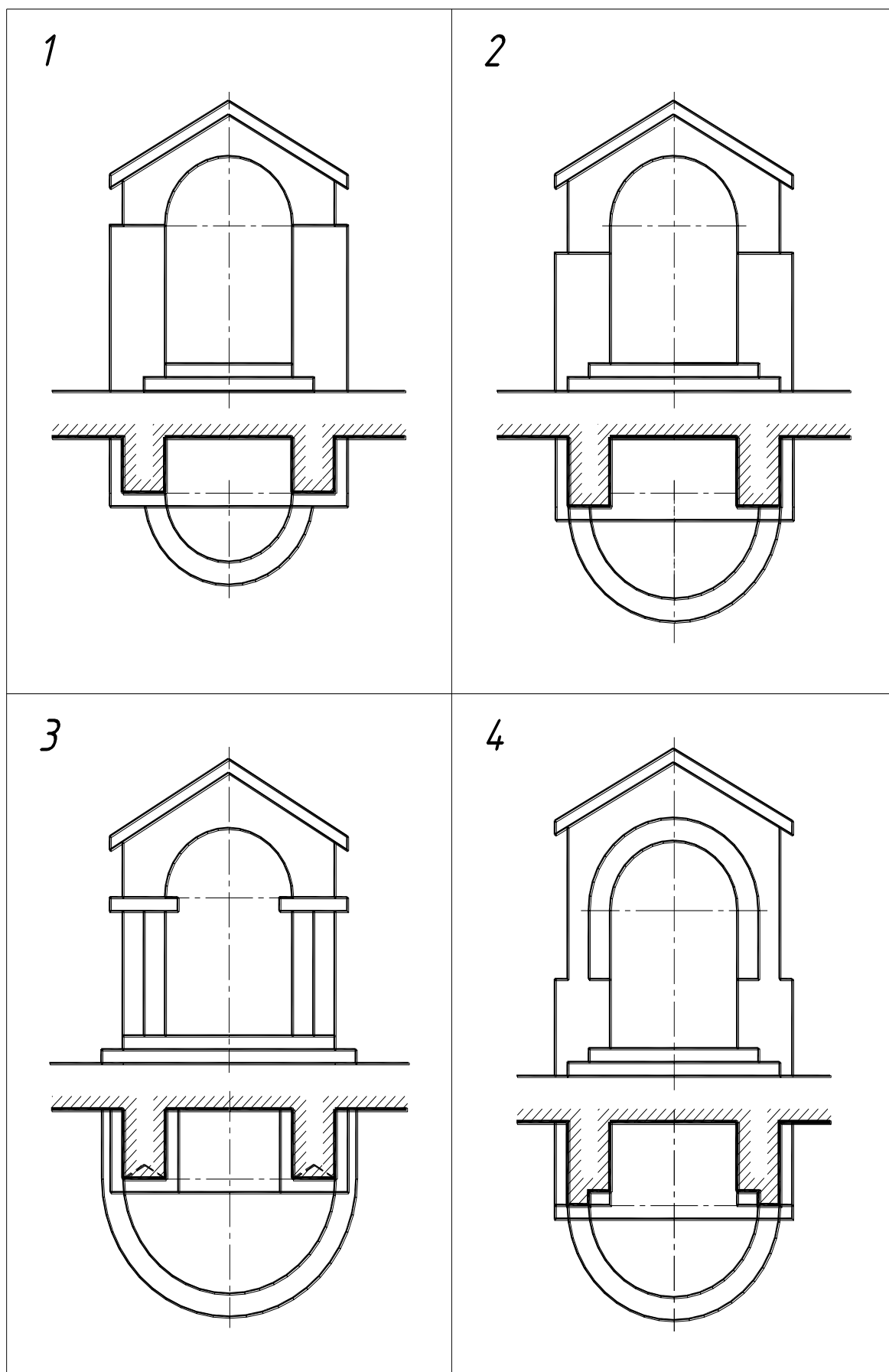




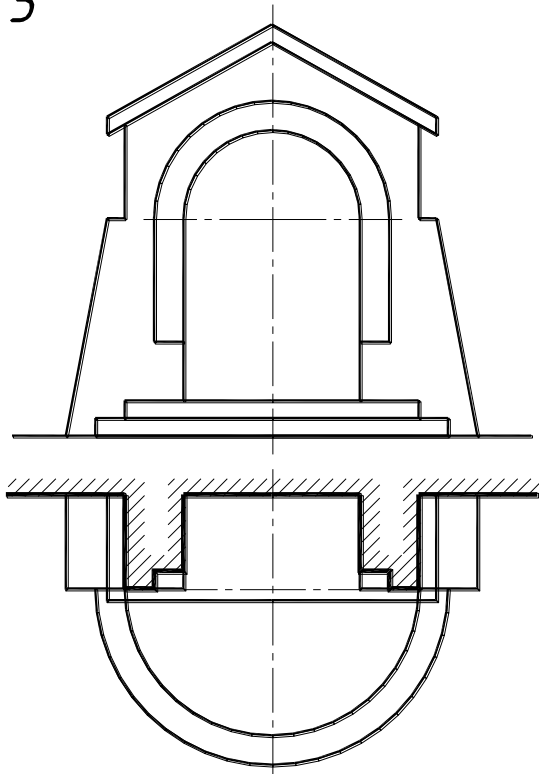




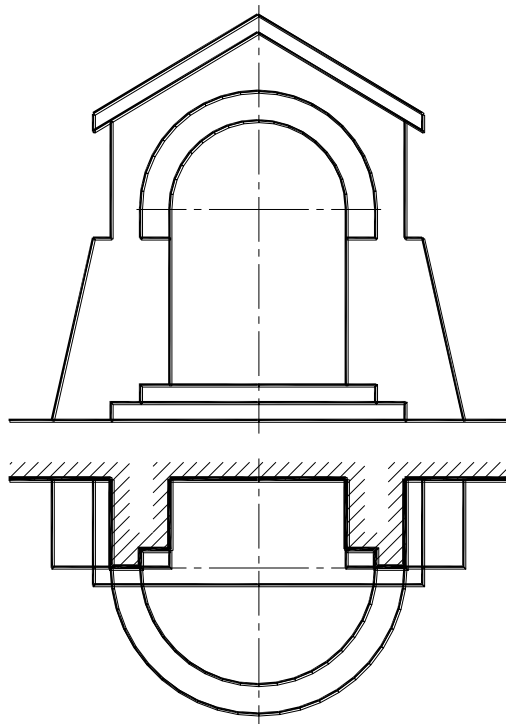




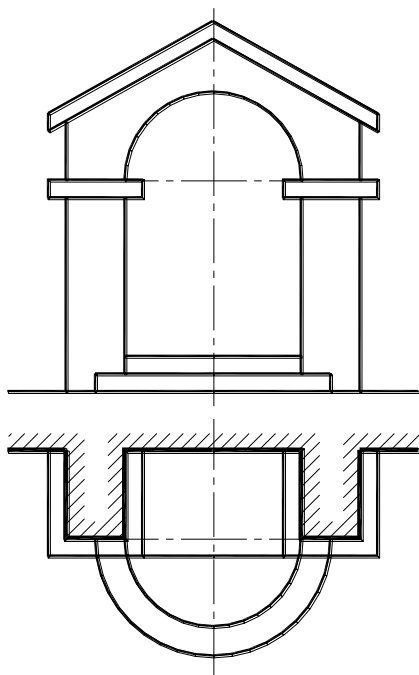
5



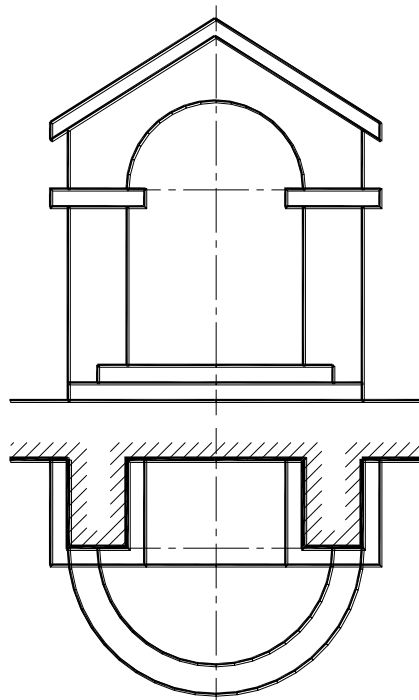
6



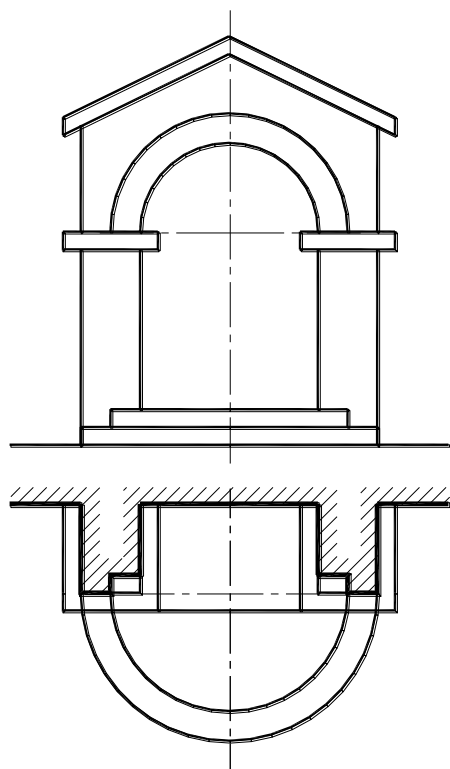
7



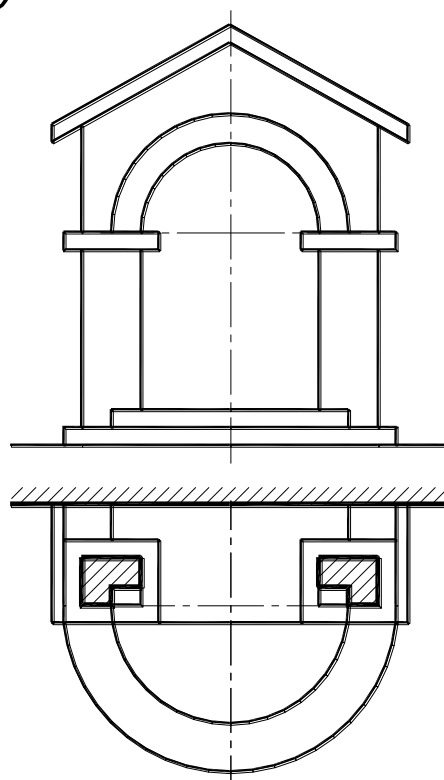
8



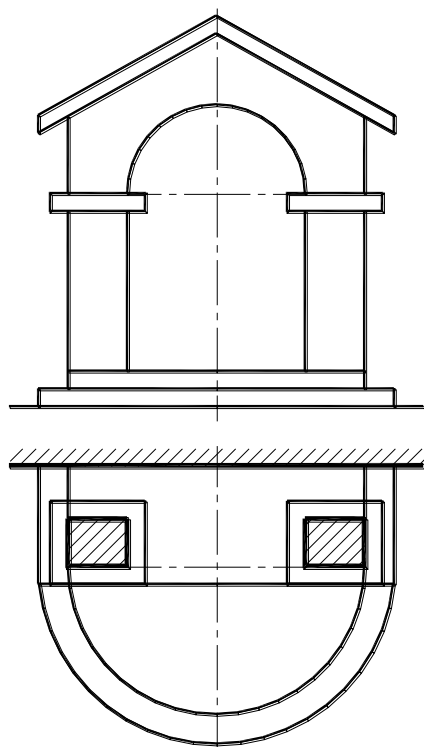
9



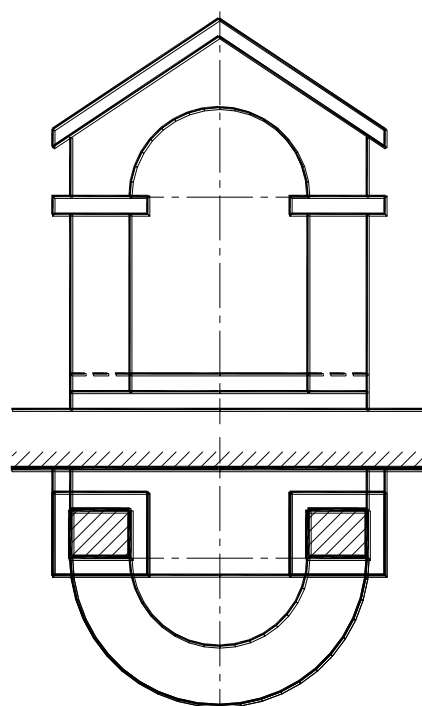
10



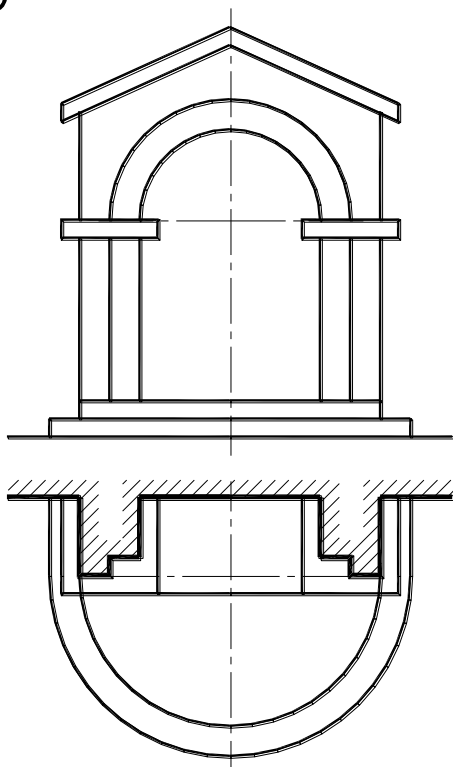
11



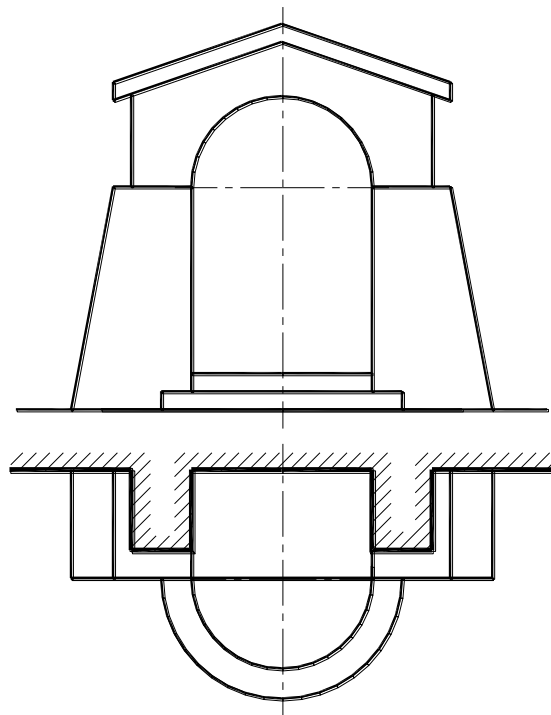
12



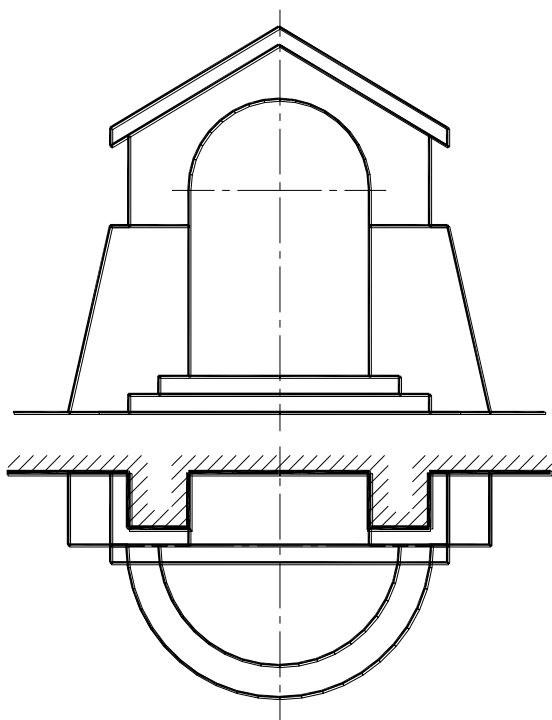
13



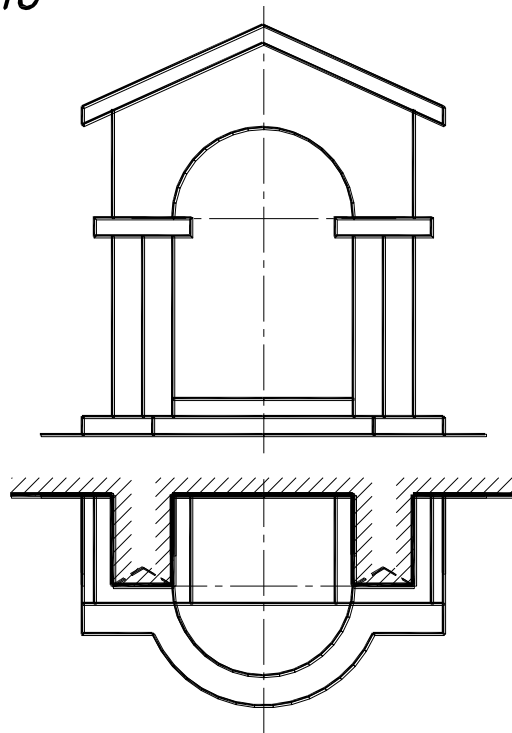
14



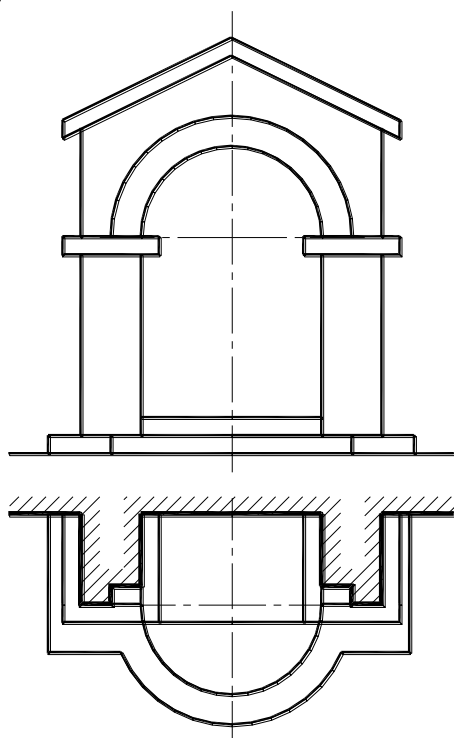
15



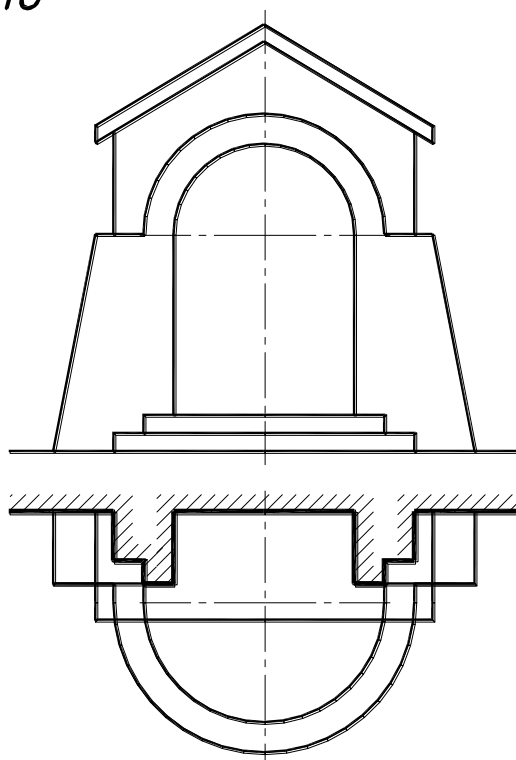
16



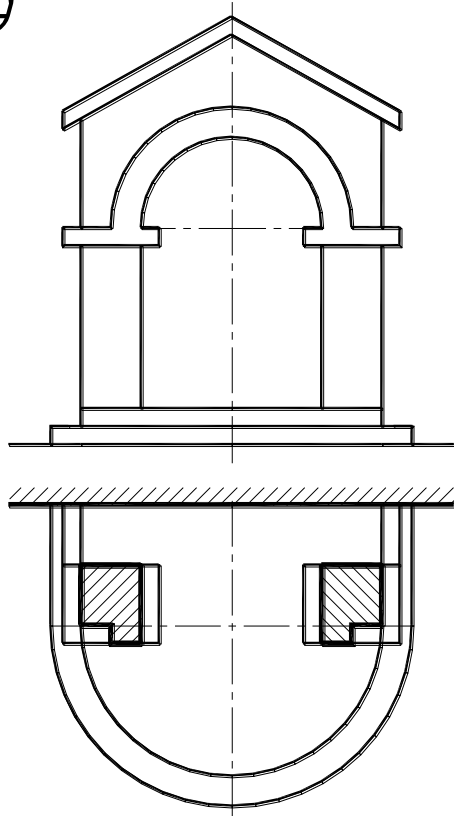
17



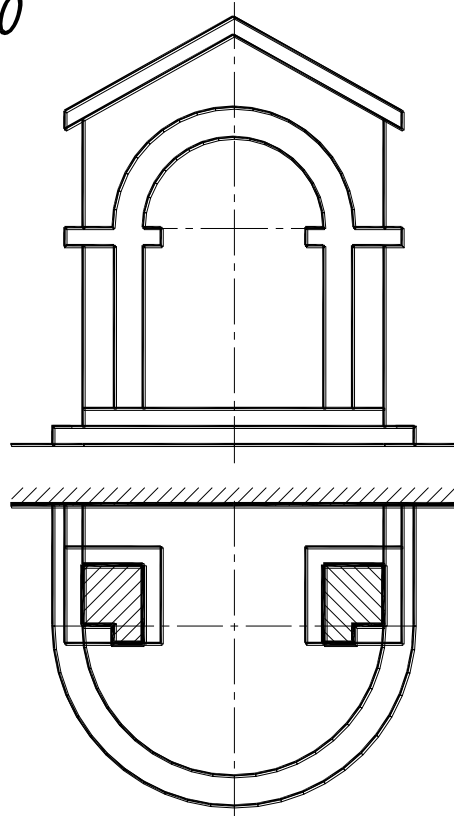
18



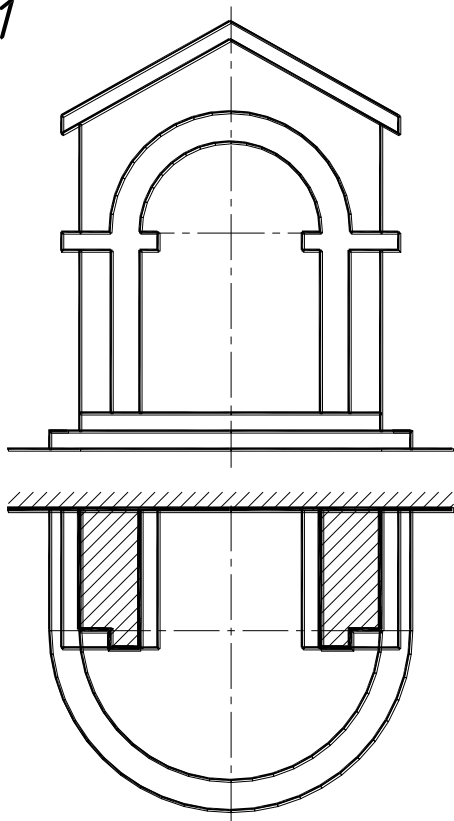
19



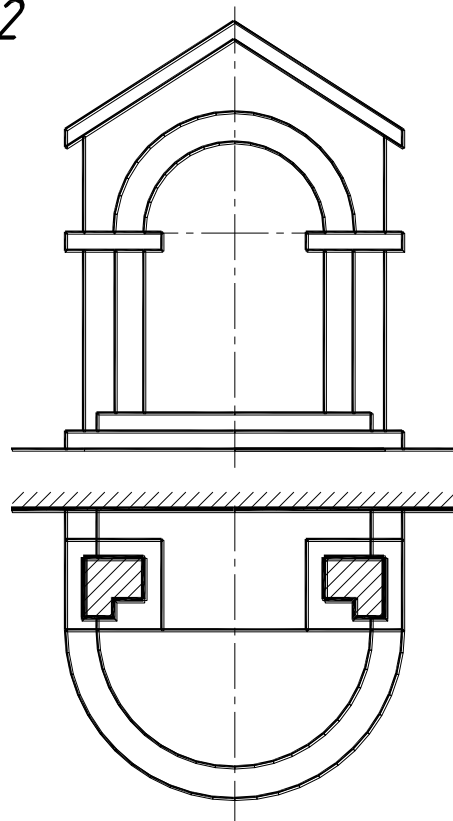
20



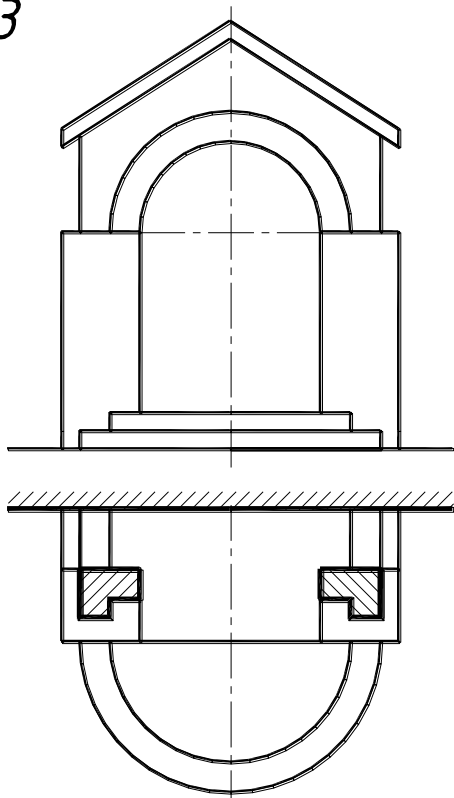
21



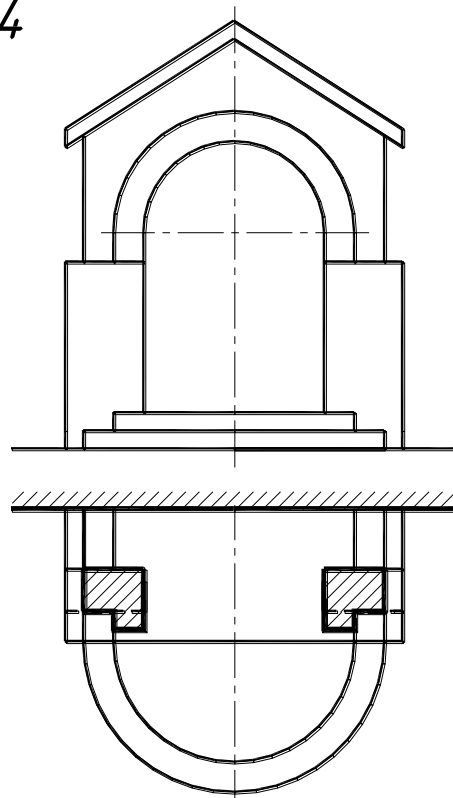
22



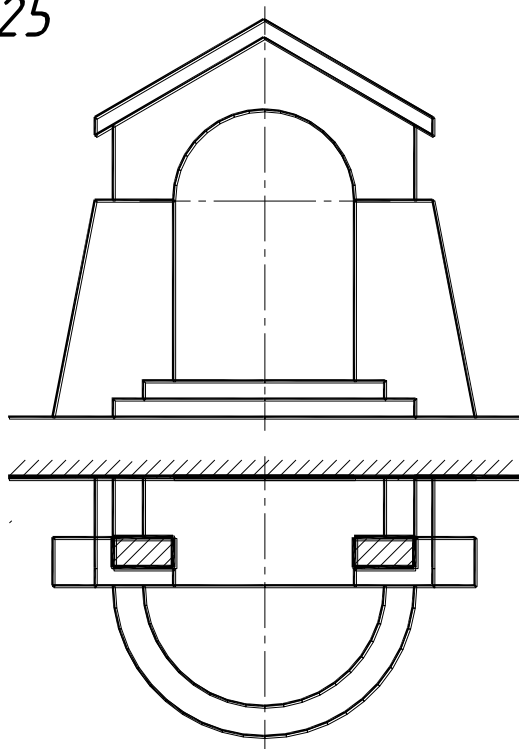
23



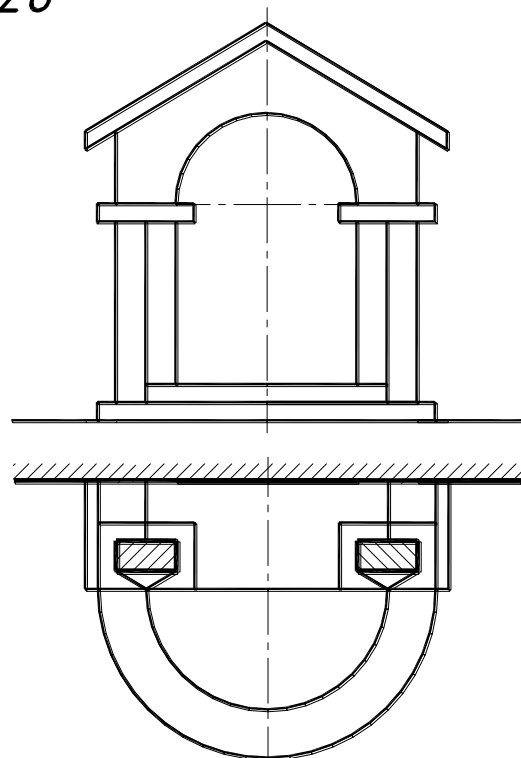
24



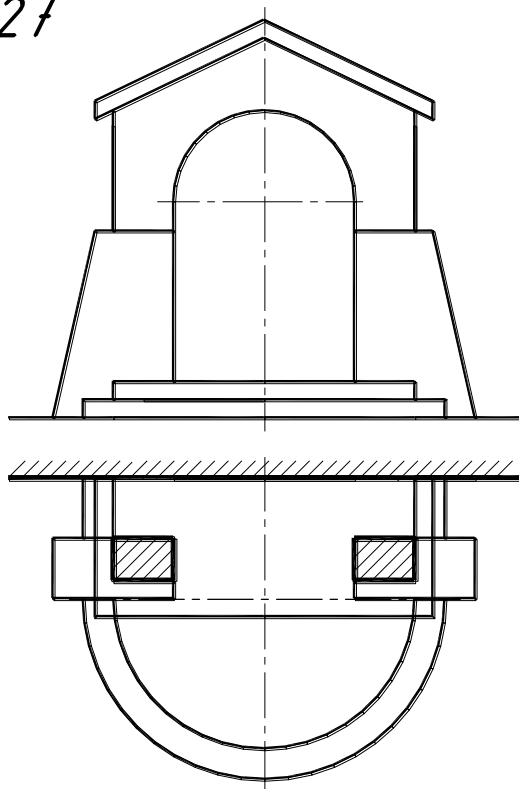
25



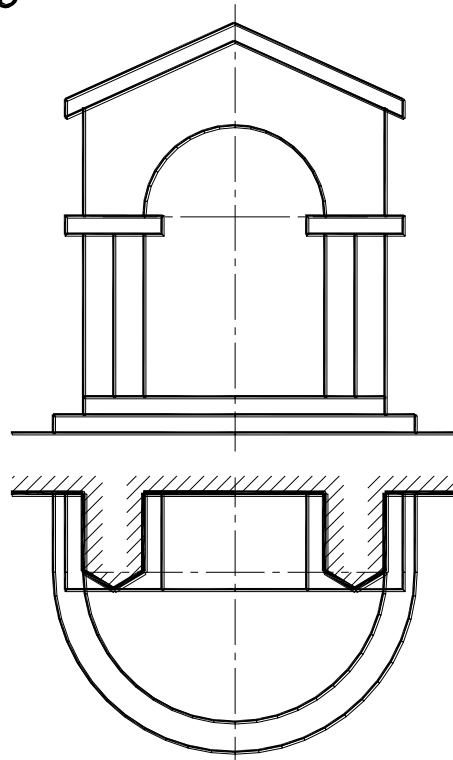
26

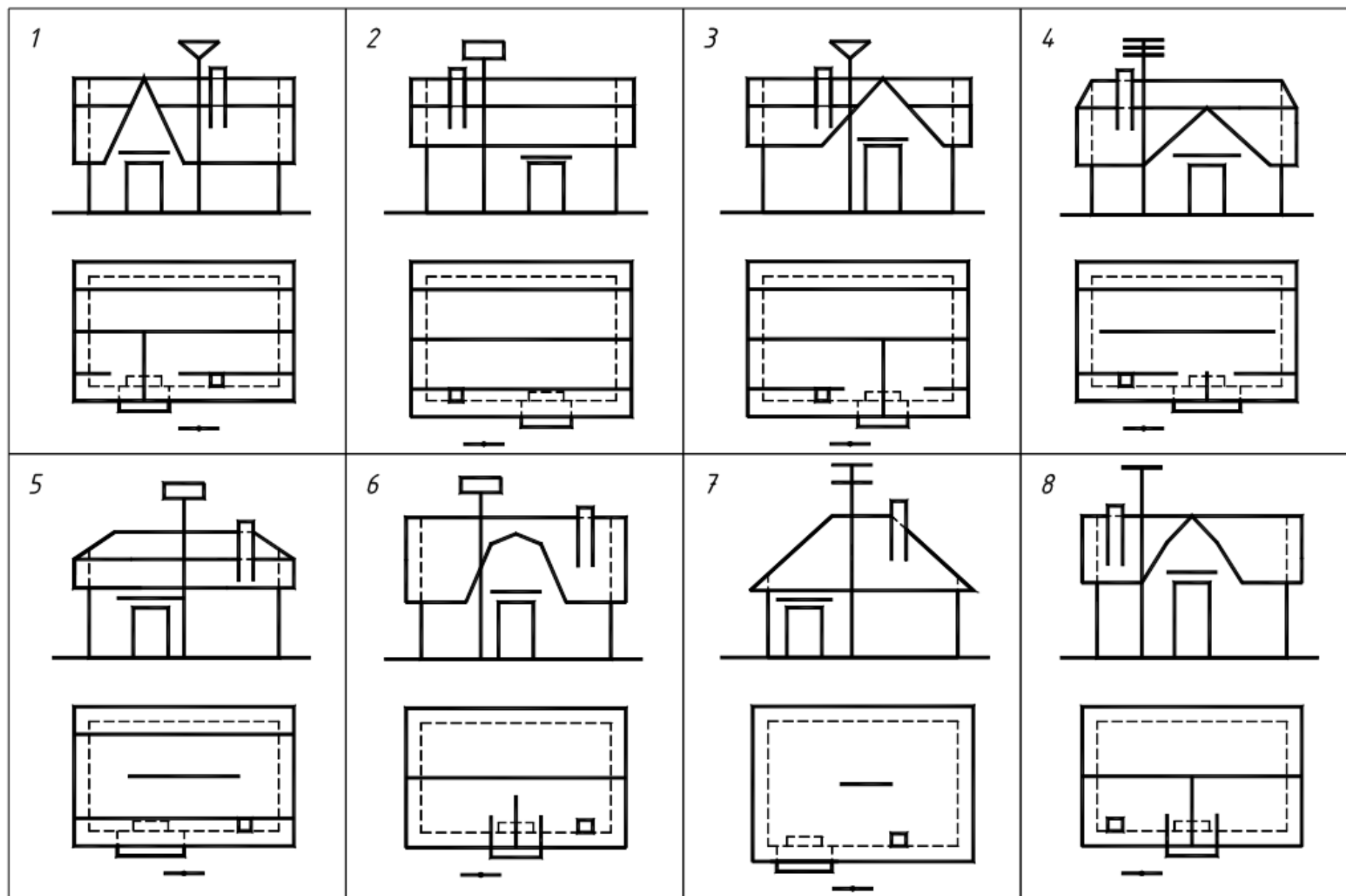


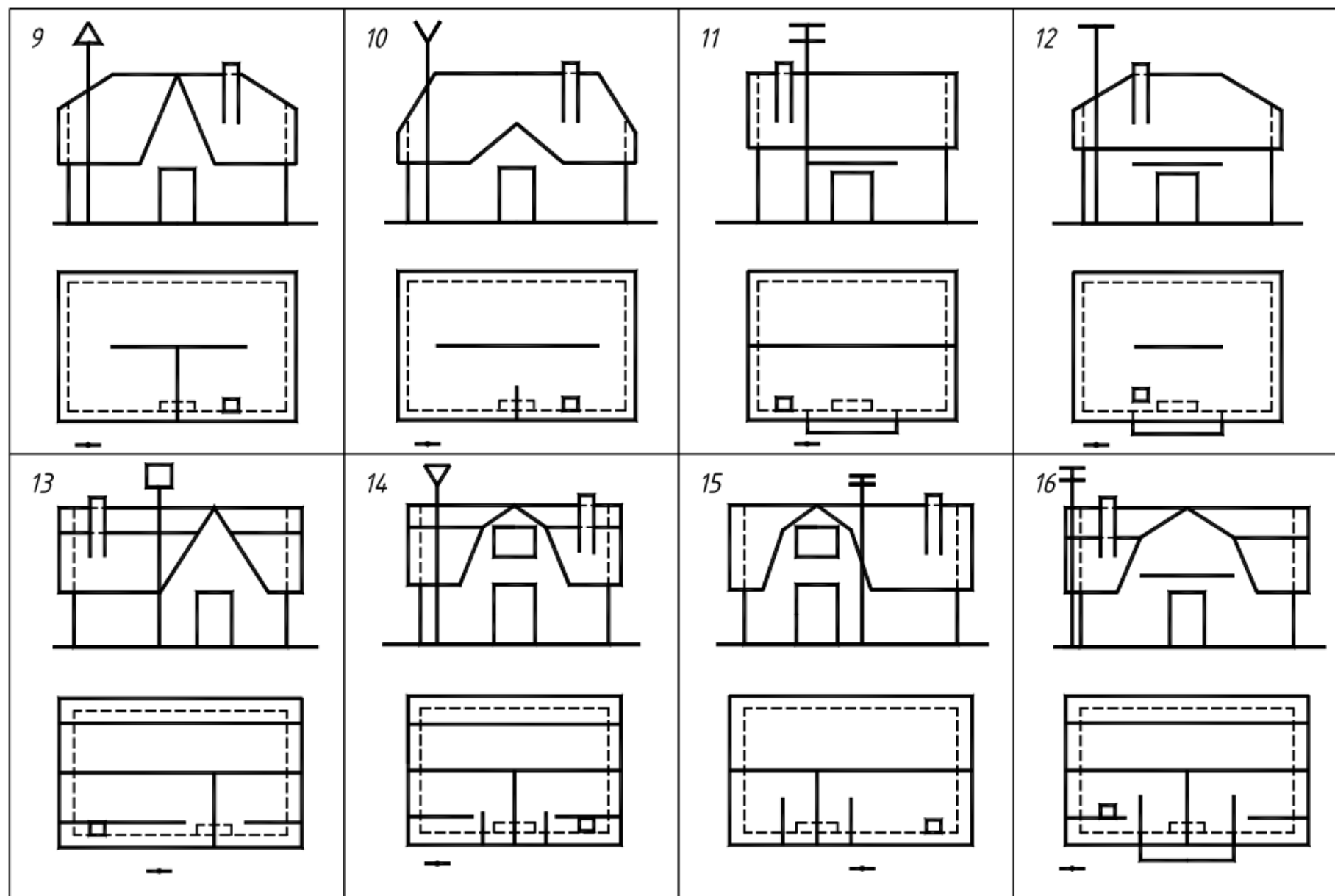
27

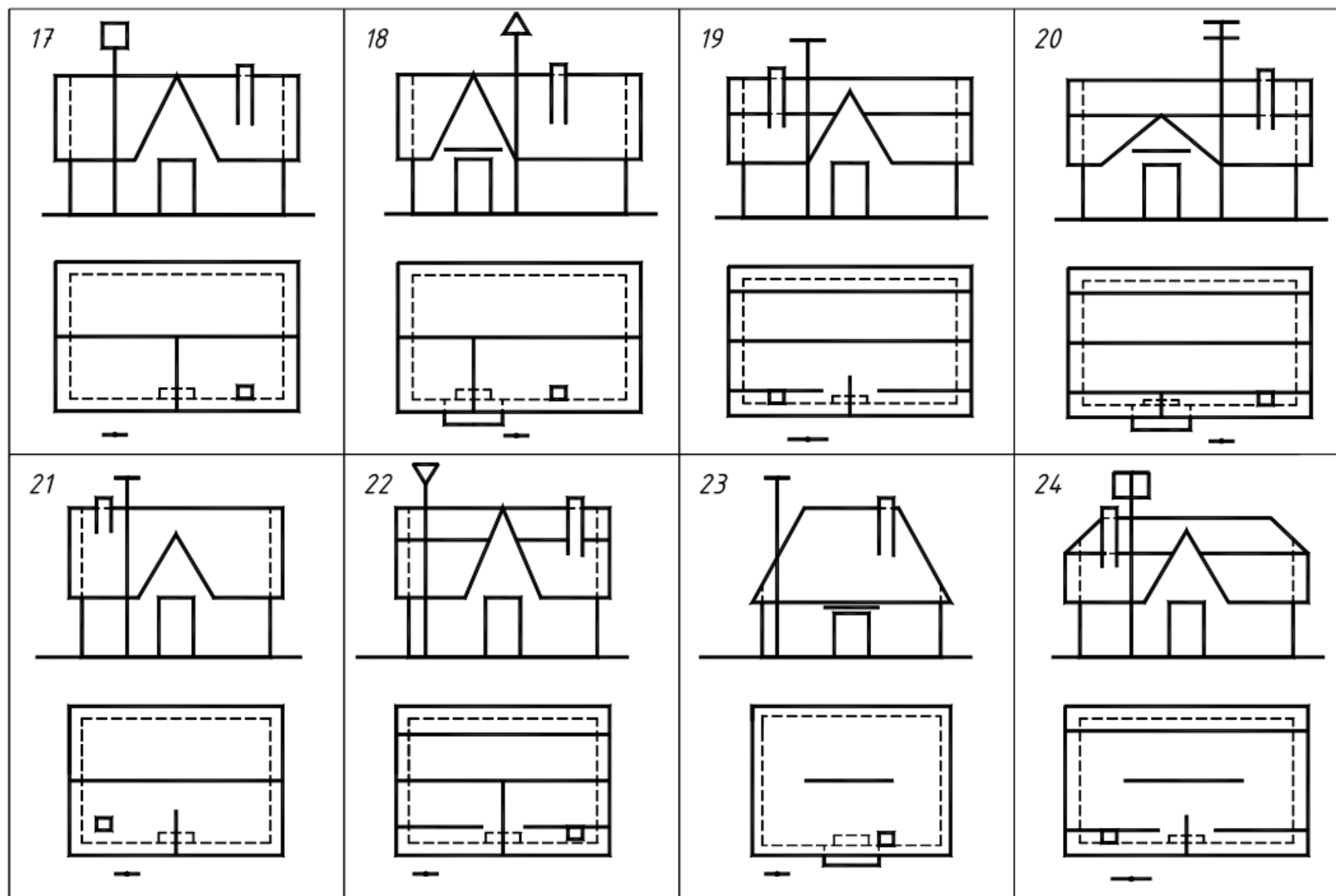


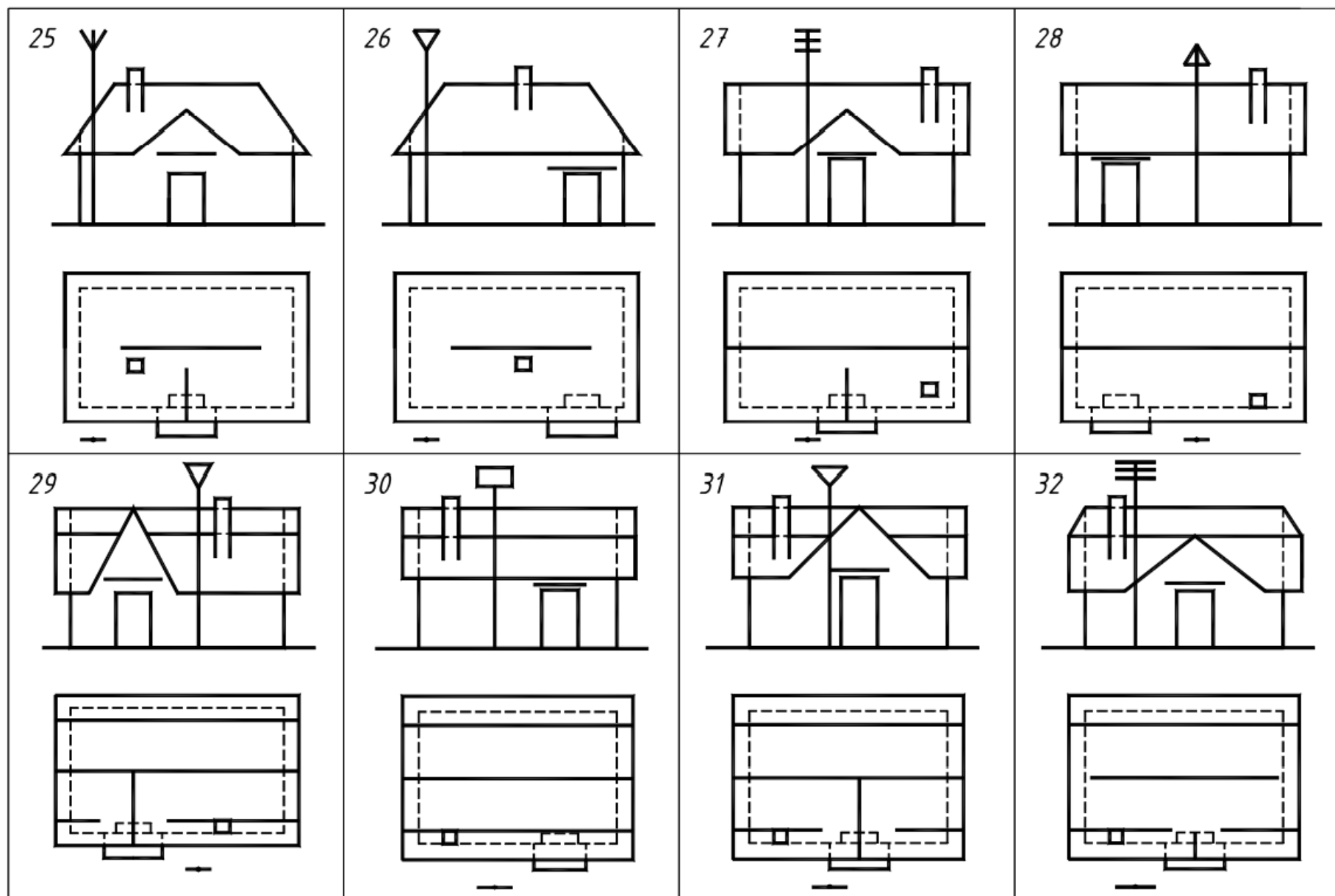
28



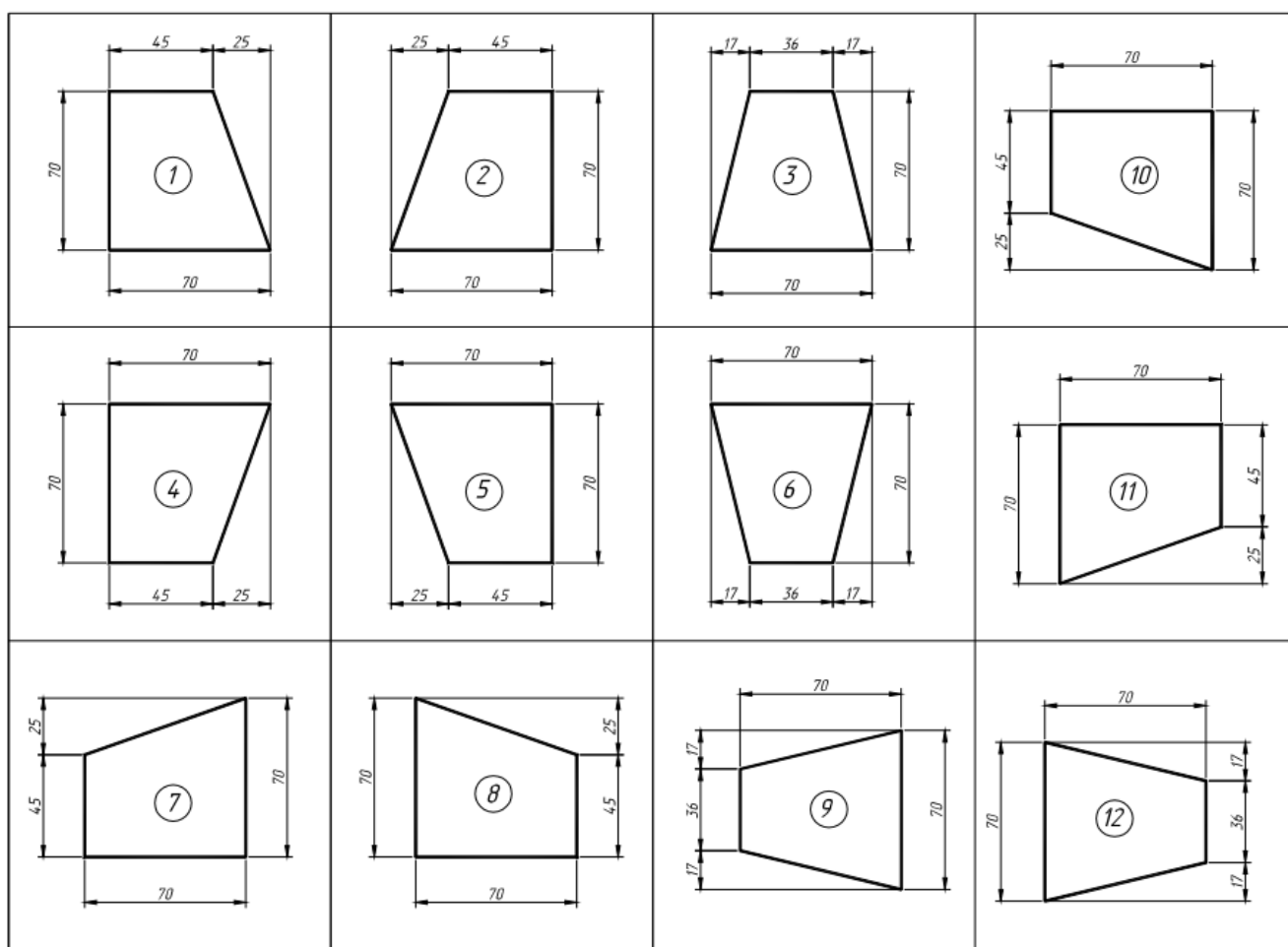


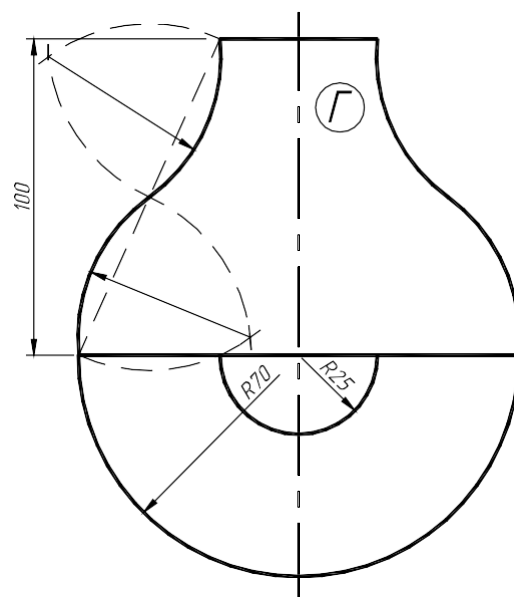
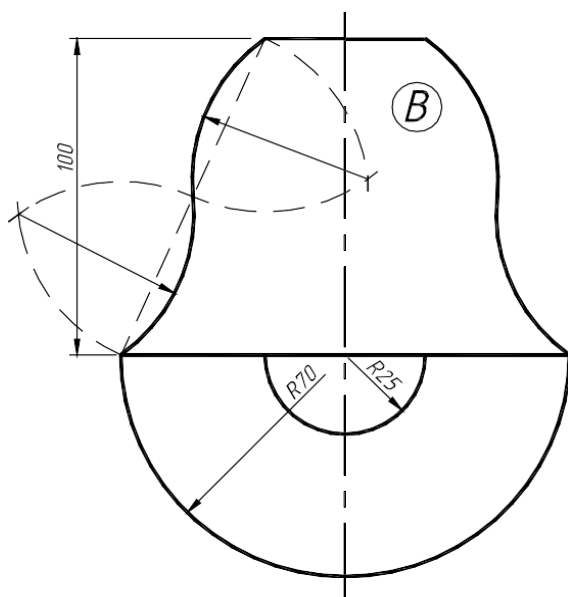
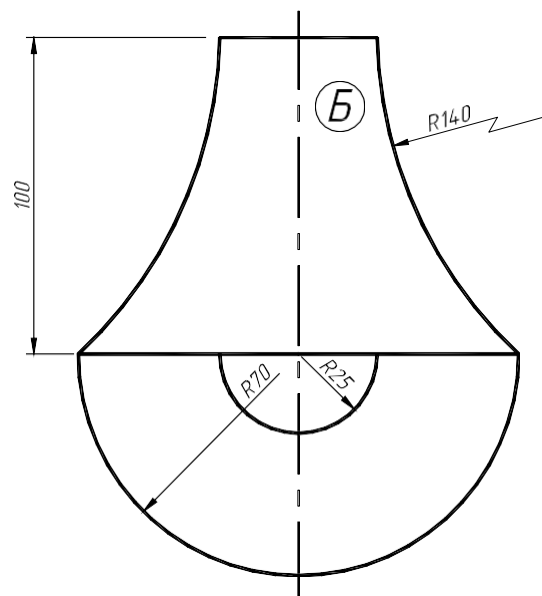
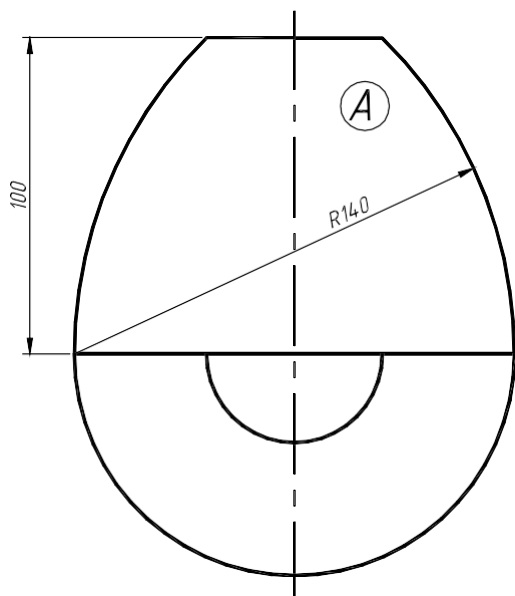


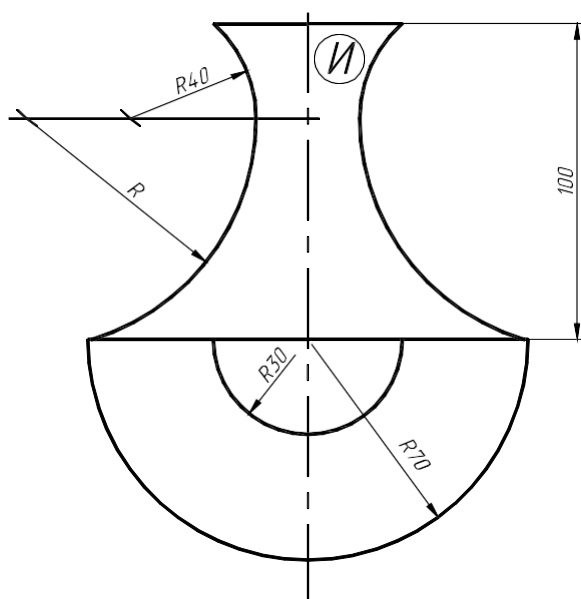
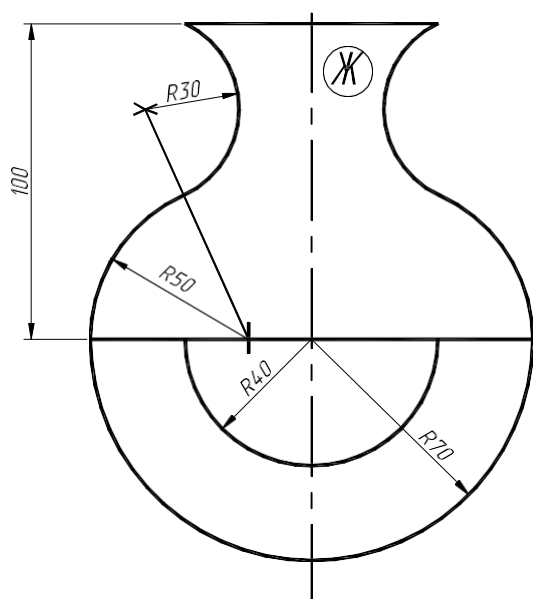
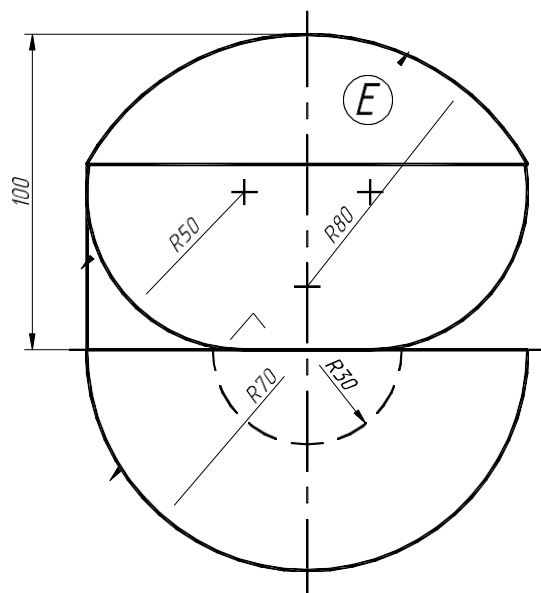
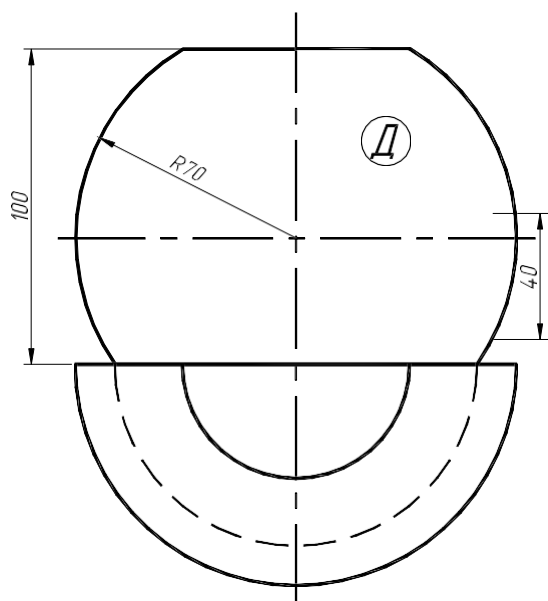




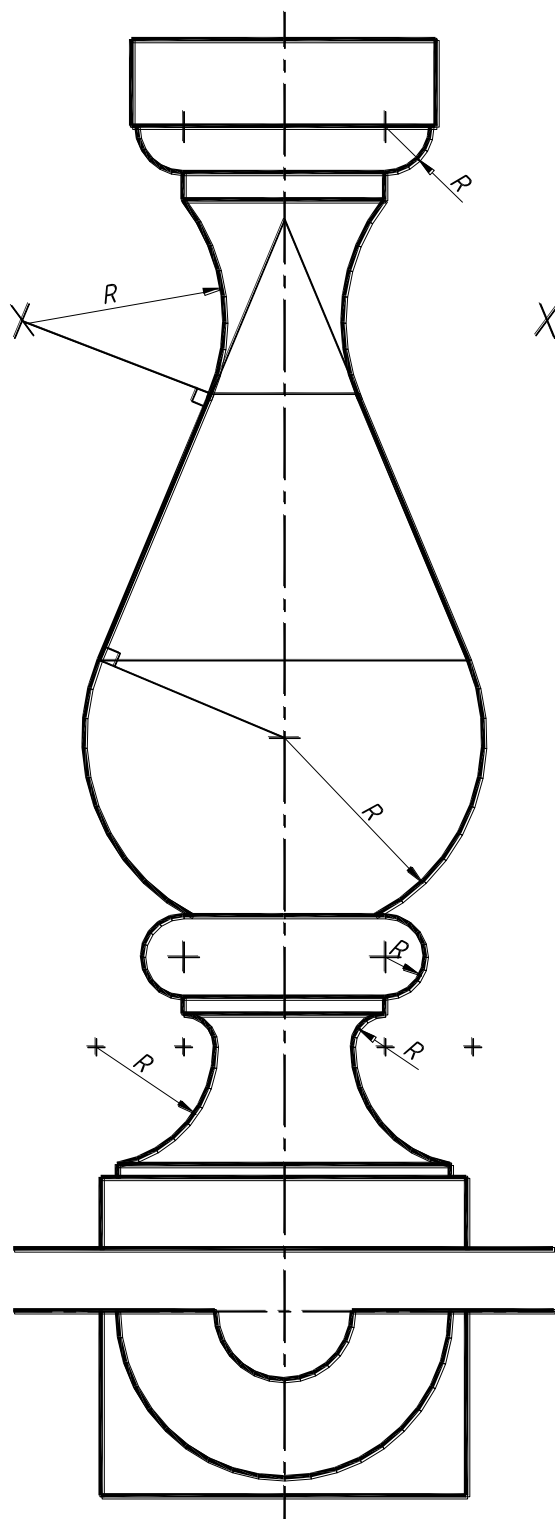
№ варианта	№ поверхно-сти	№ плоскости	№ варианта	№ поверхно-сти	№ плоскости
1	А	1	16	И	4
2	Б	2	17	А	5
3	В	3	18	Б	6
4	Г	4	19	В	7
5	Д	5	20	Г	8
6	Е	6	21	Д	9
7	Ж	7	22	Е	10
8	И	8	23	Ж	11
9	А	9	24	И	12
10	Б	10	25	А	1
11	В	11	26	Б	2
12	Г	12	27	В	3
13	Д	1	28	Г	4
14	Е	2	29	Д	5
15	Ж	3	30	Е	6



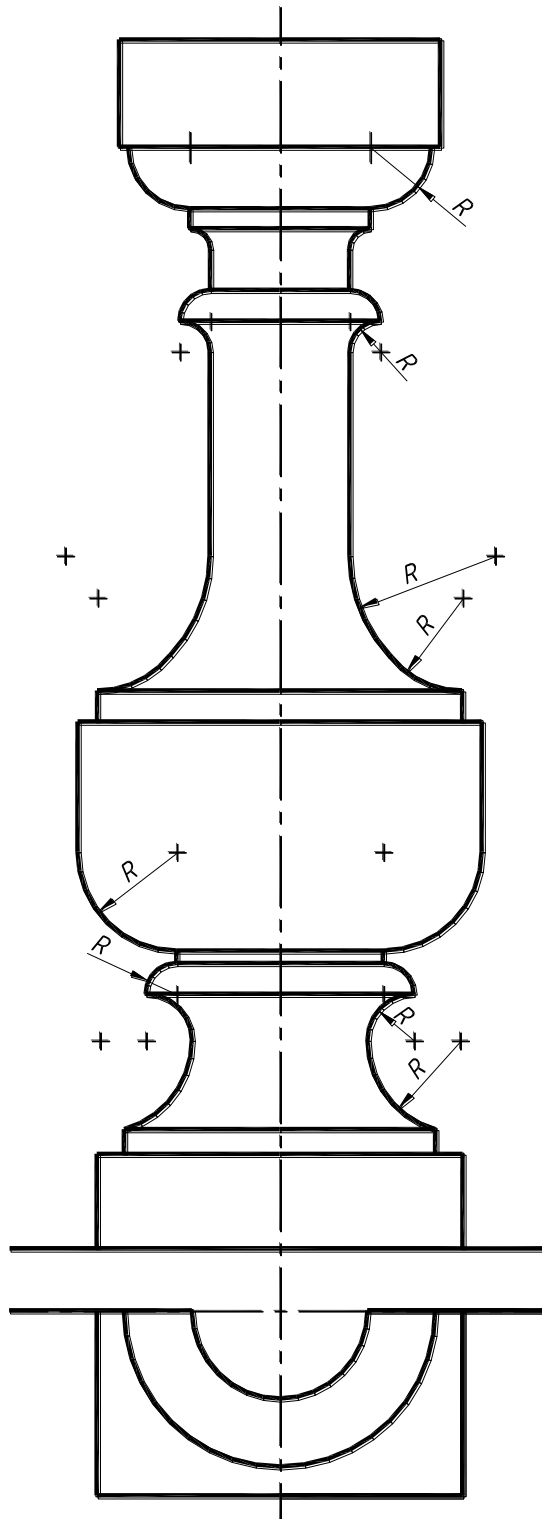




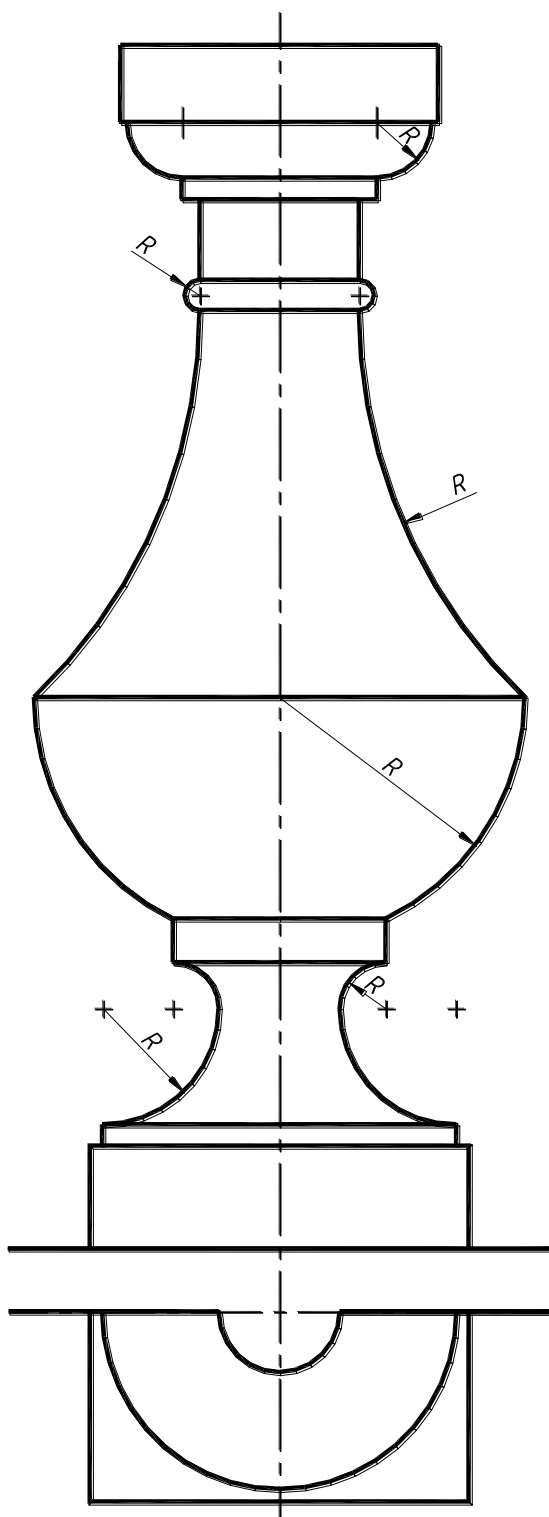
1,11,21



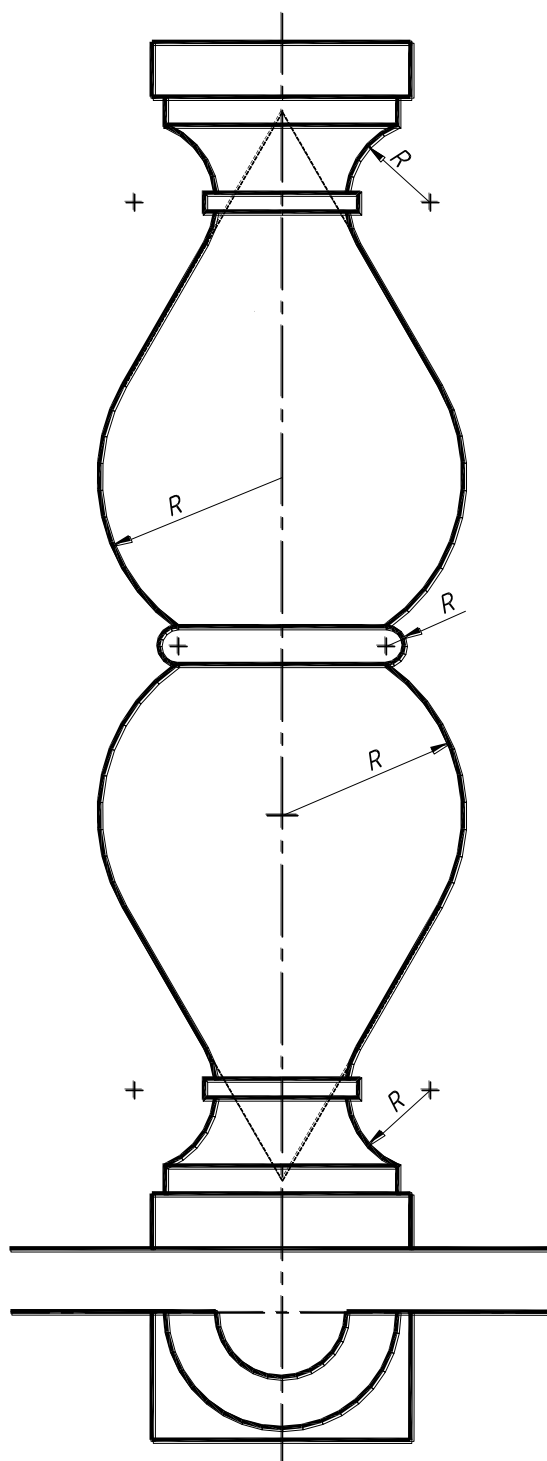
2,12,22



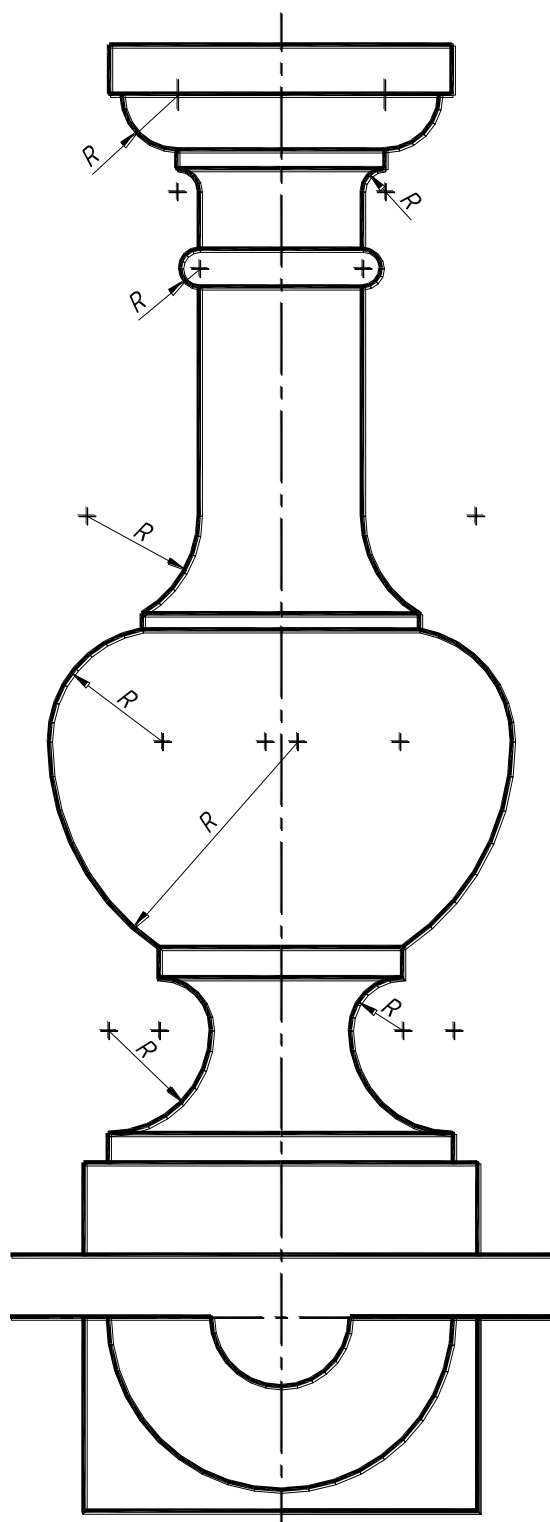
3,13,23



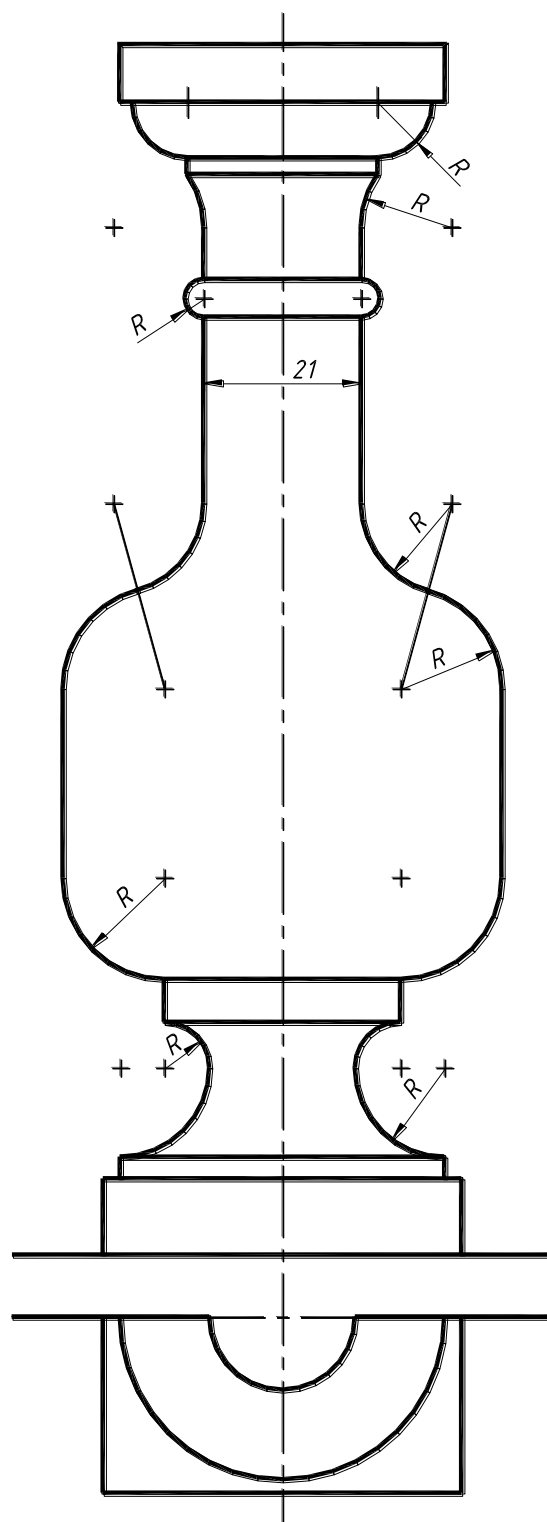
4,14,24



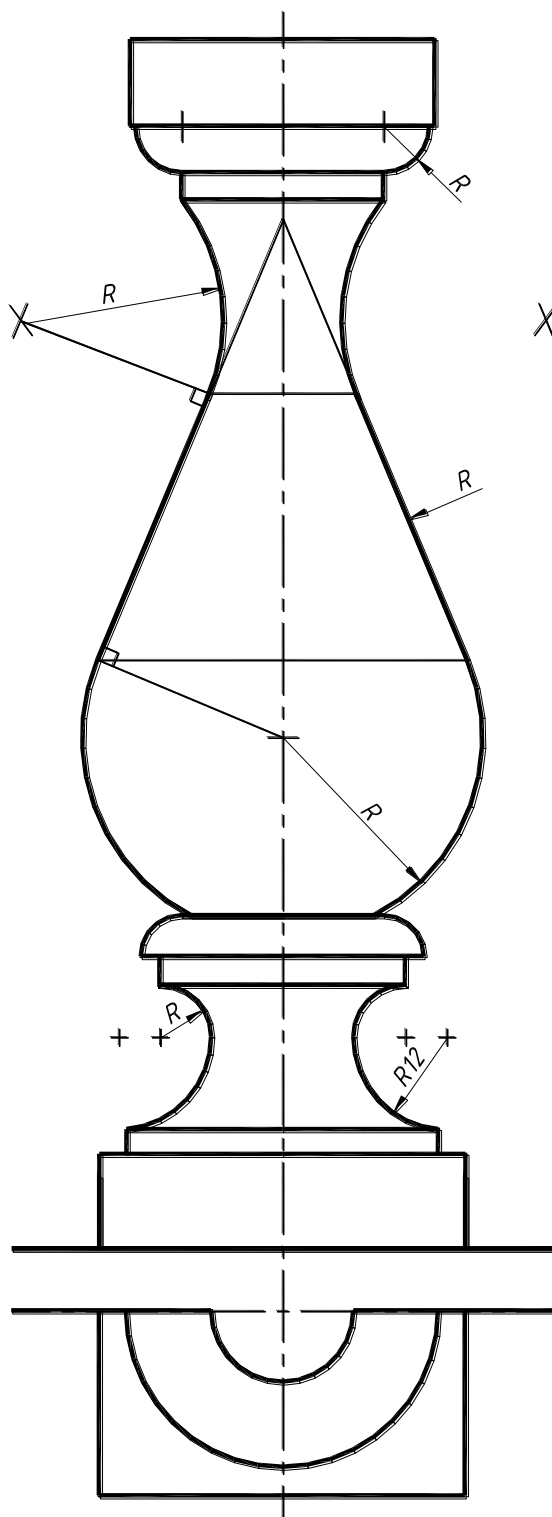
5, 15, 25



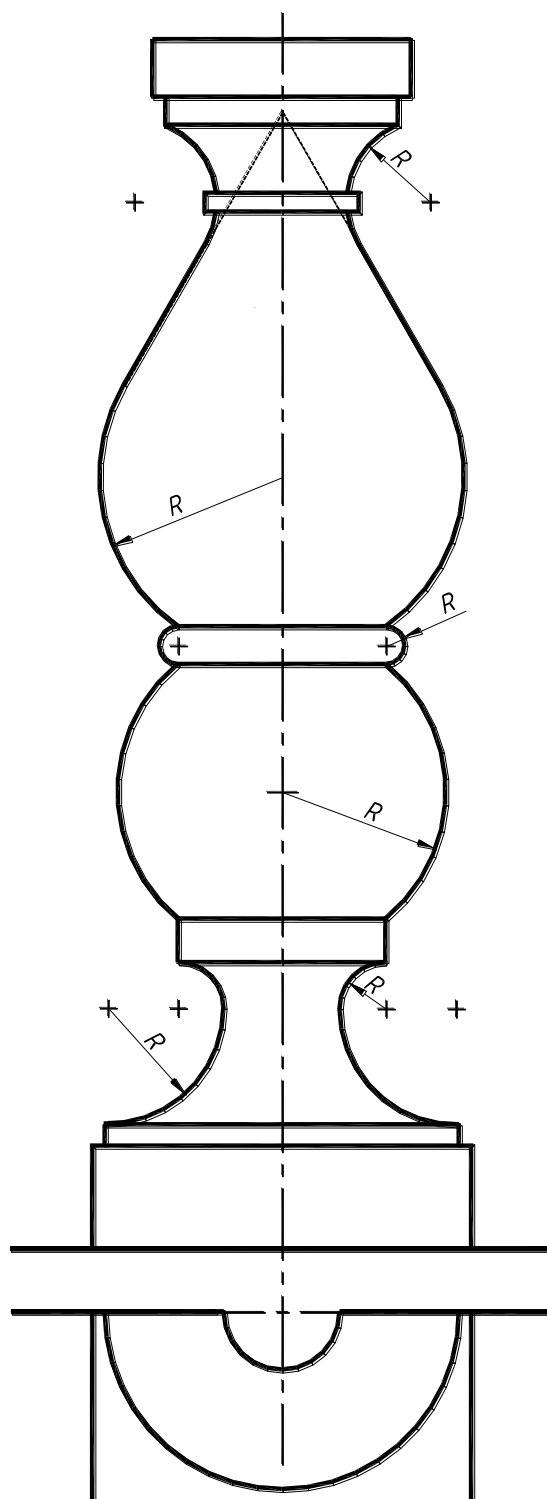
6, 16, 26



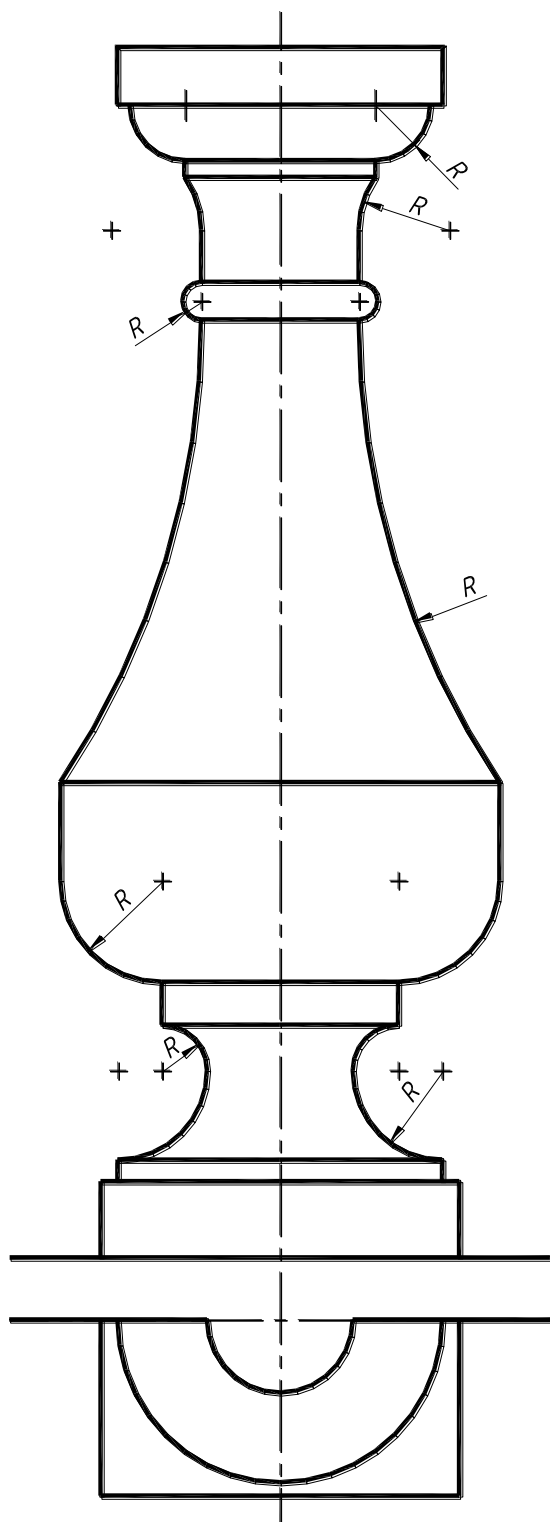
7,17,27



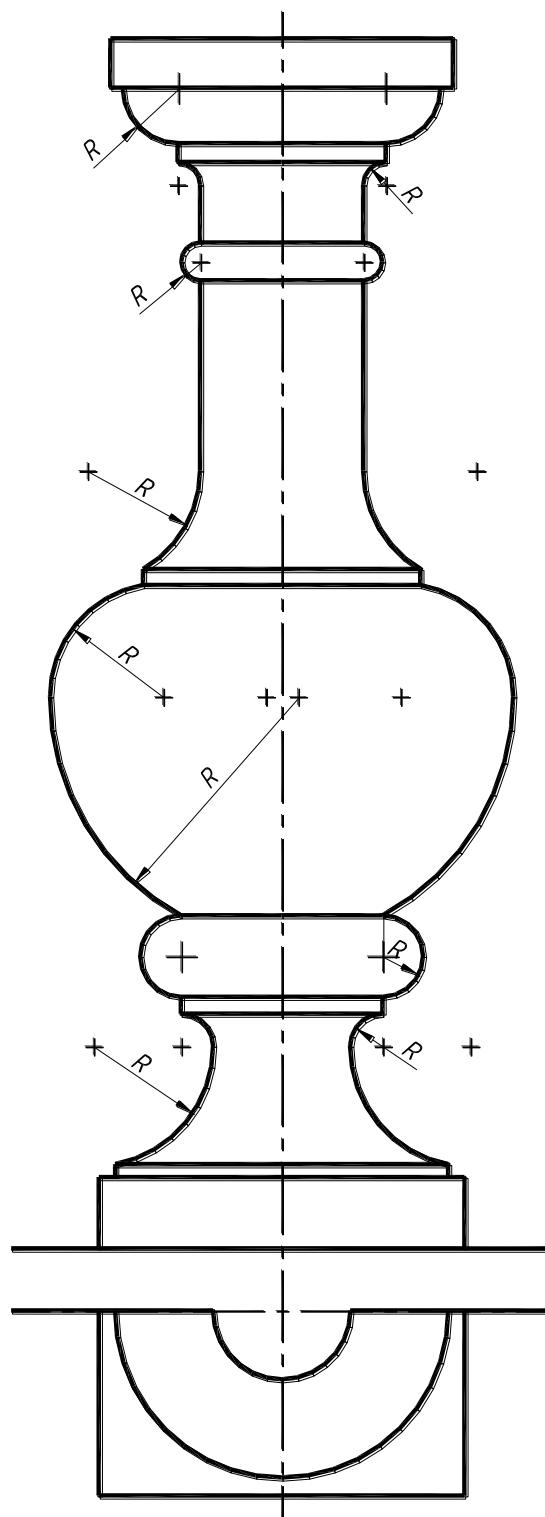
8,18,28



9,19,29



10,20,30



Technical drawing of a drawing album cover. The drawing includes dimensions for the overall size and the placement of text and graphics.

Dimensions:

- Overall width: 175
- Overall height: 105
- Top margin: 60
- Left margin: 160
- Text block height: 60 (sum of 25, 15, 12, 12, 12, 20, 34, 6, 15)
- Graphic block height: 20
- Bottom margin: 15
- Right margin: 15

Text:

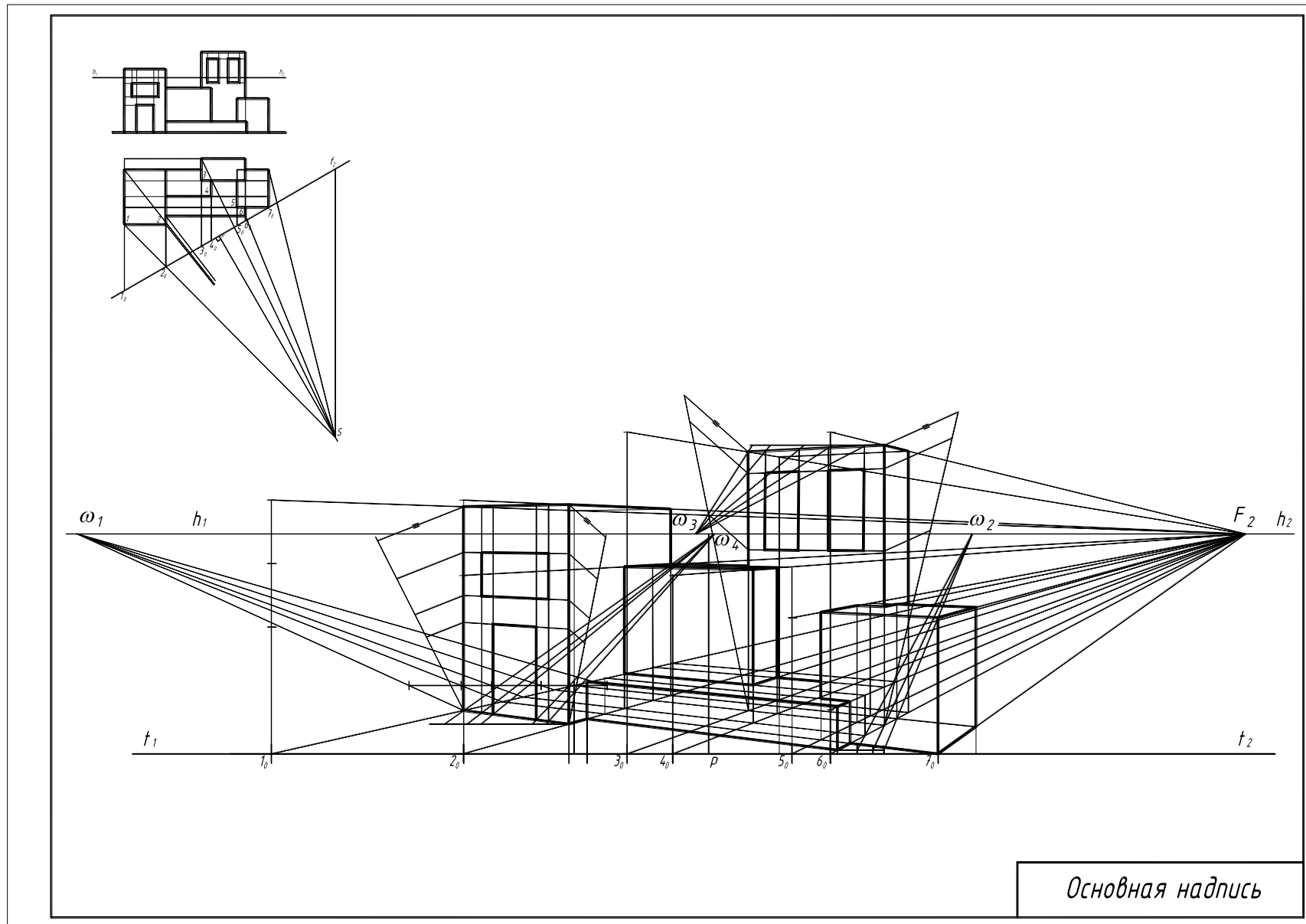
Министерство образования Республики Беларусь
 Учреждение образования
 "Брестский государственный технический университет"
 Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

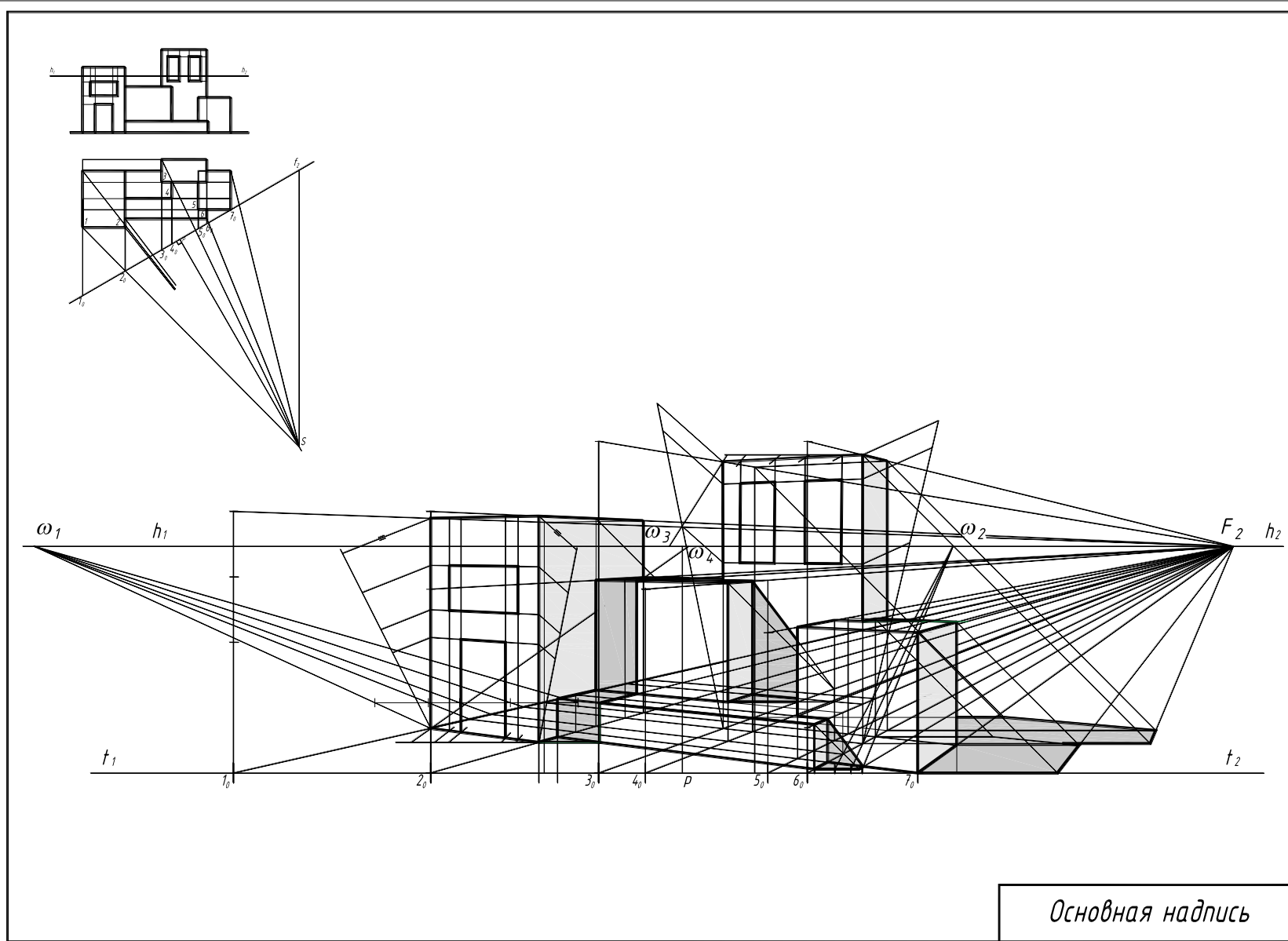
Альбом чертежей

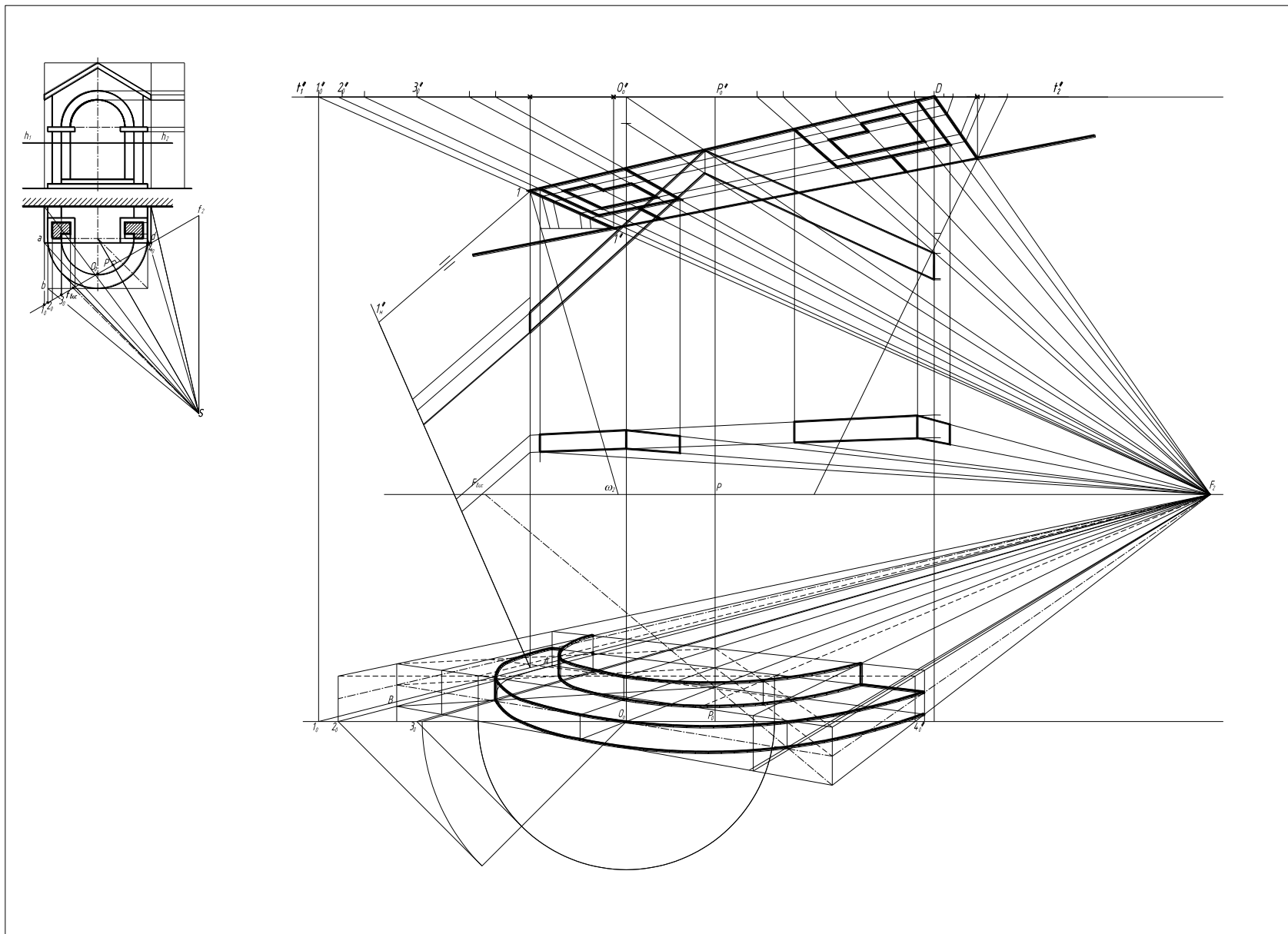
по начертательной геометрии

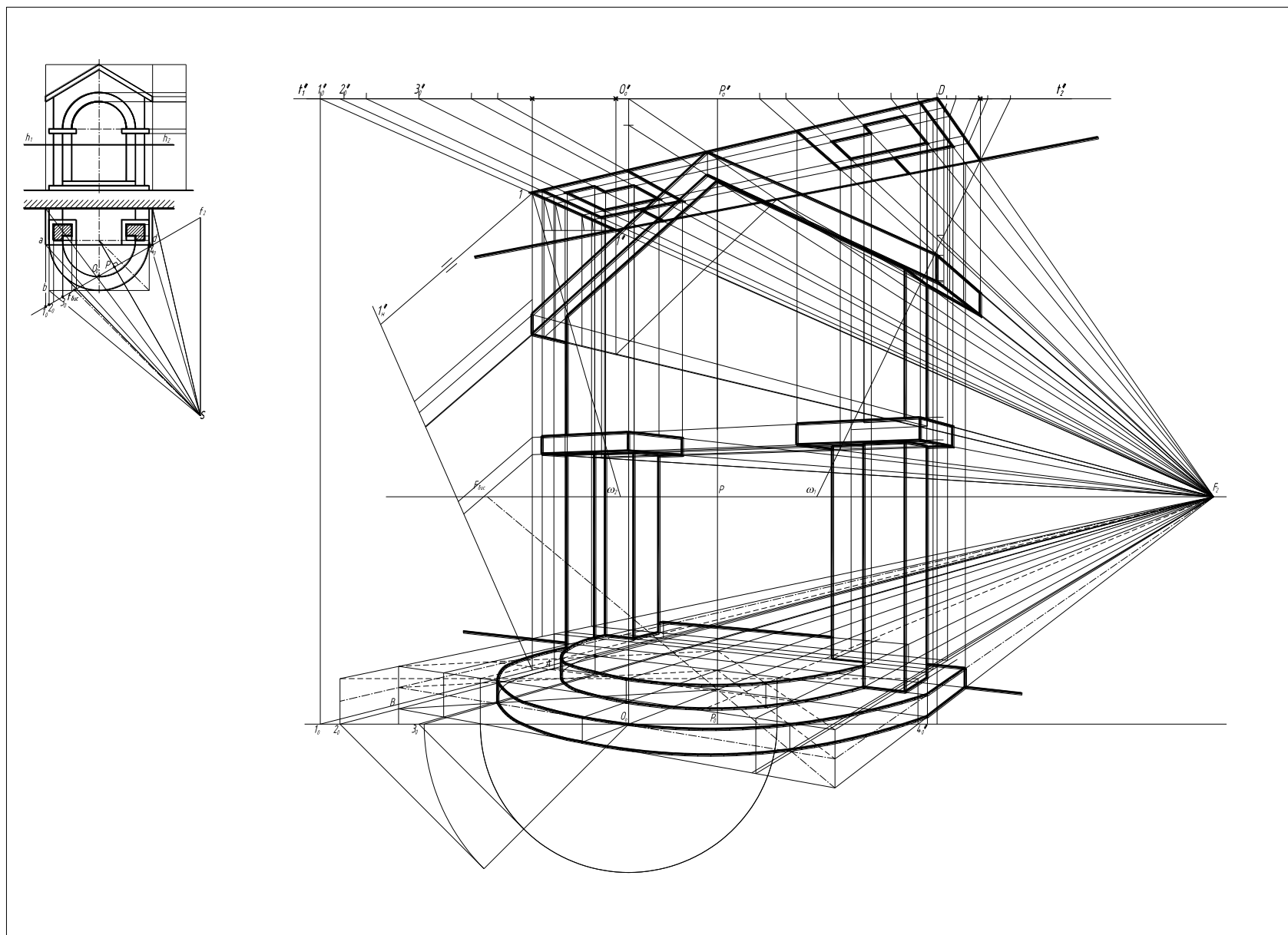
Выполнил студент _____
 строительного факультета
 группы АД-3 Петров А.П.

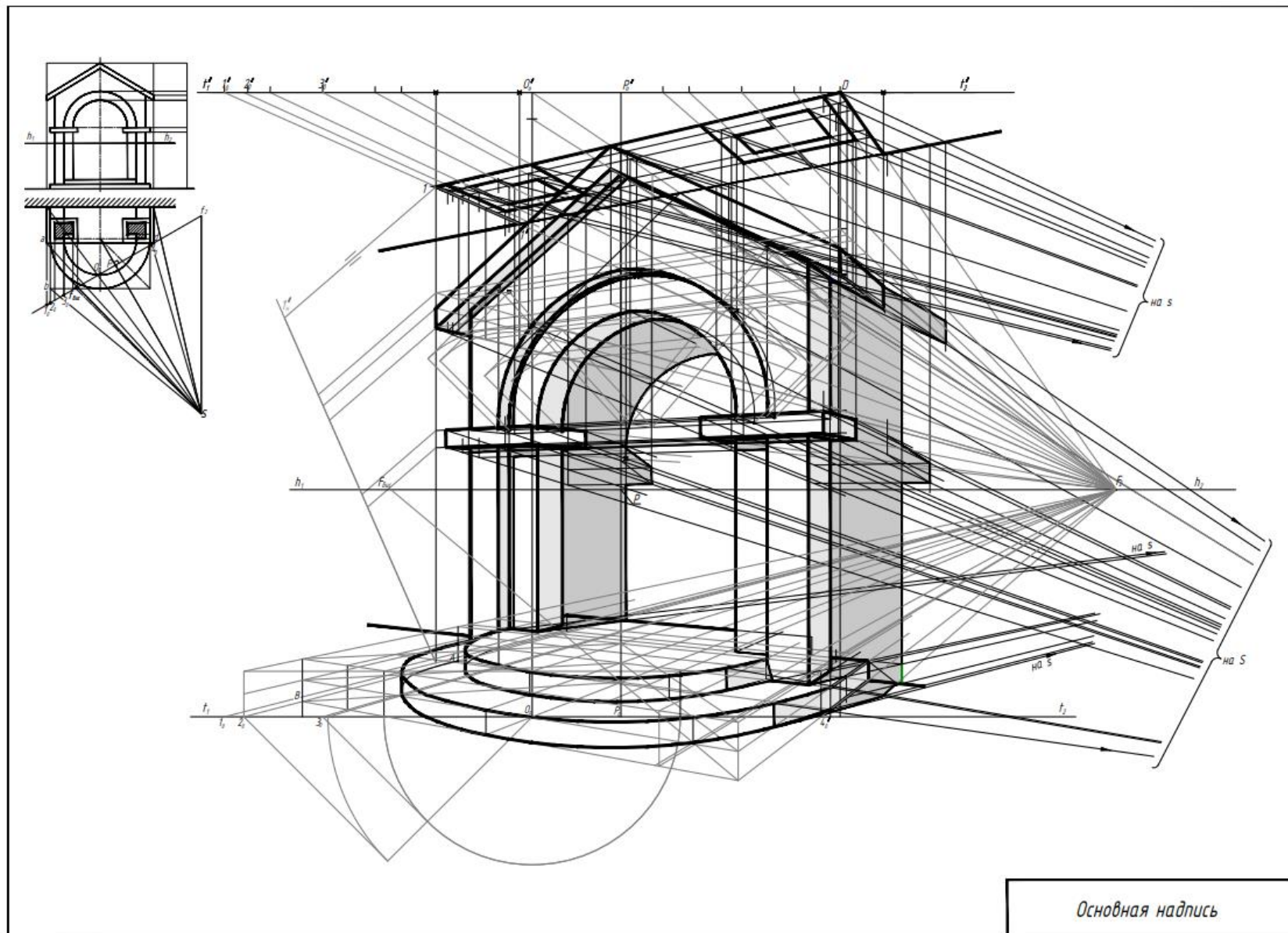
Брест 2020

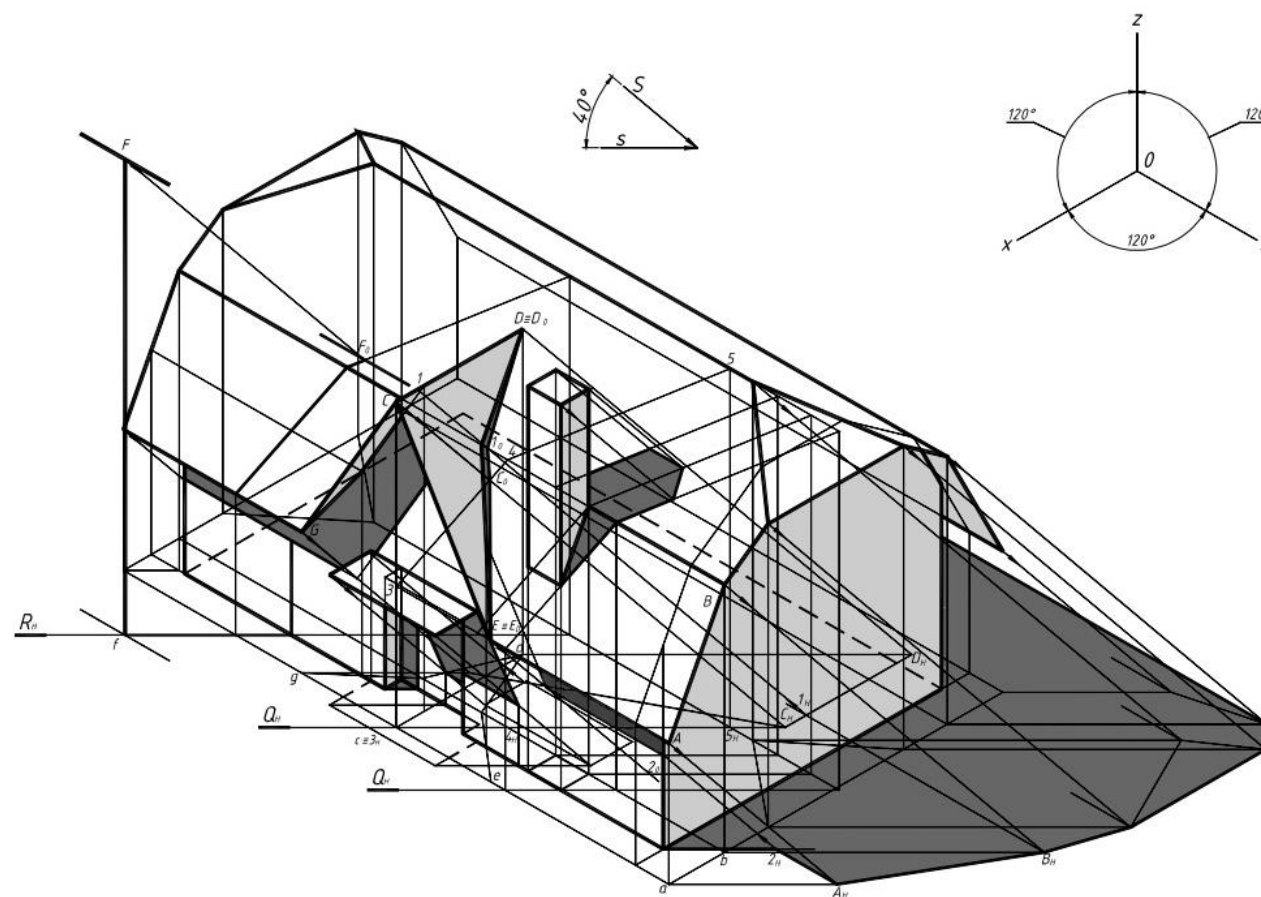




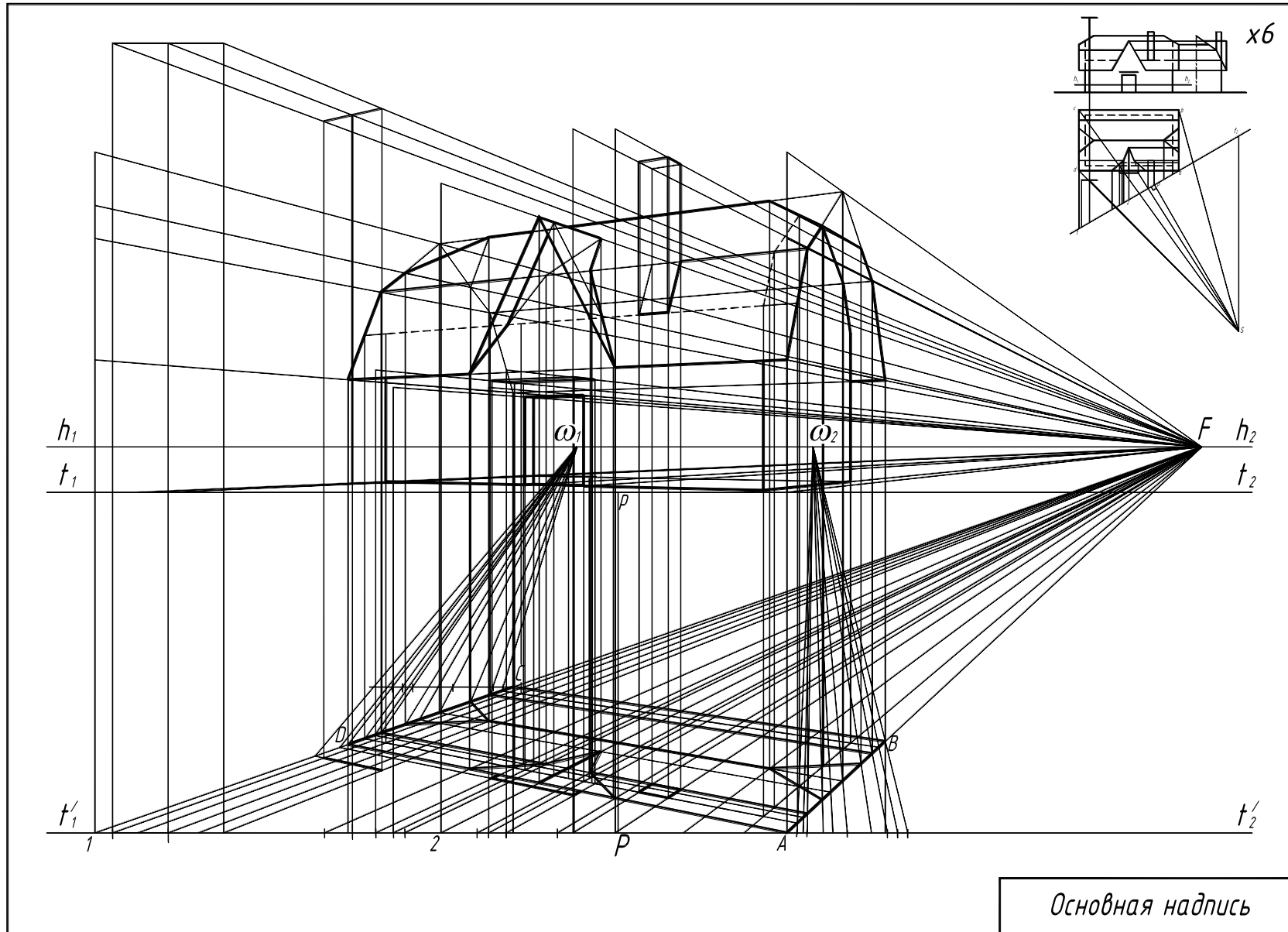


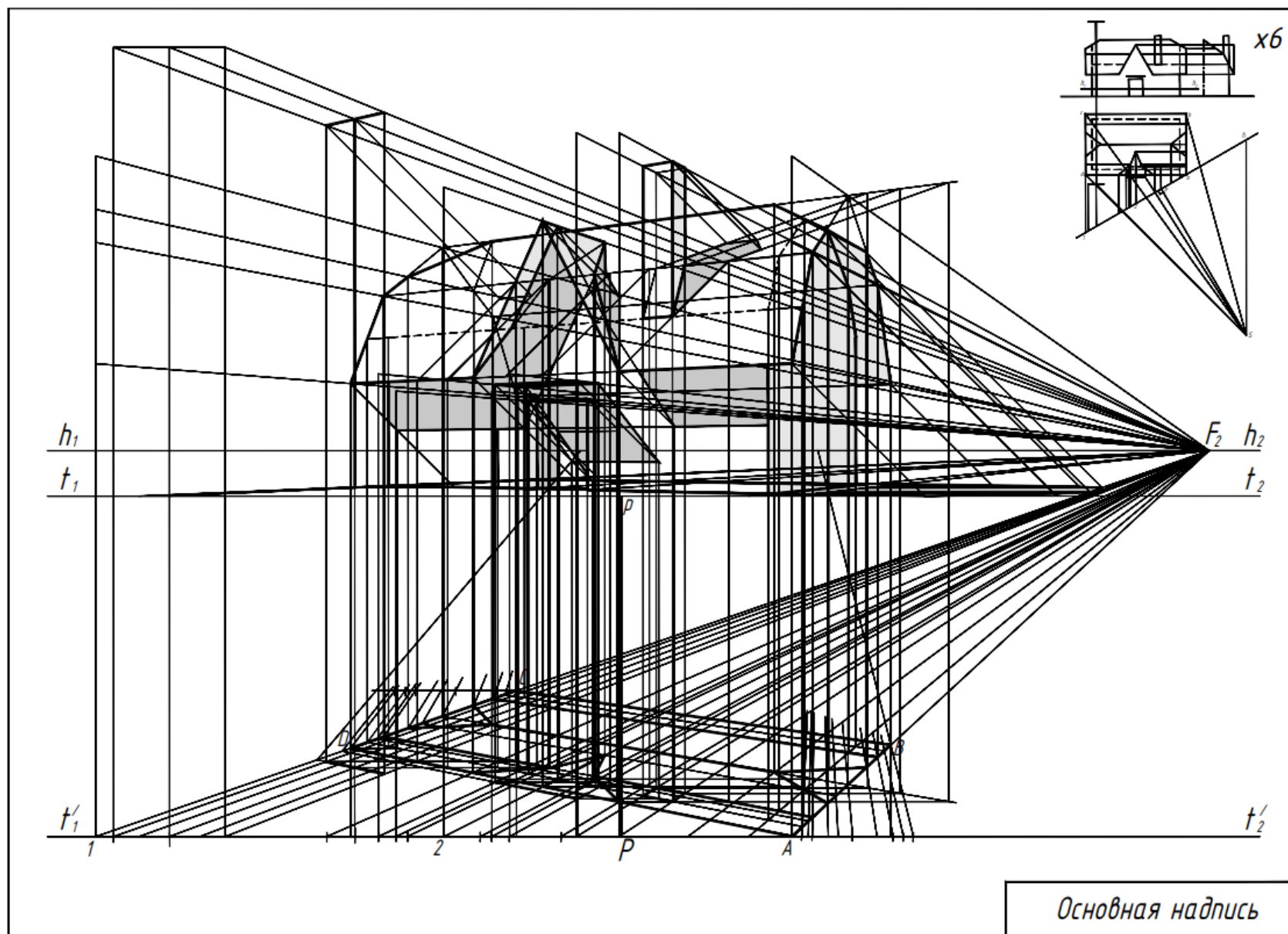






Основная надпись





Учебное издание

Составители:

*Винник Наталья Семеновна
Матюх Светлана Анатольевна*

Методические указания

к выполнению индивидуальных графических заданий
по начертательной геометрии

для студентов специальности
1- 69 01 02 Архитектурный дизайн

Ответственный за выпуск: Винник Н.С.
Редактор: Митлошук М. А.
Компьютерная вёрстка: Рогожина Ю. А.
Корректор: Дударук С. А.

Подписано к печати 20.08.2015. Формат 60х84/8. Бумага «Снегурочка». Усл. п. л. 6,3. Уч. изд. л. 6,75. Тираж 50 экз. Заказ № 706. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный технический университет.
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

