

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

А. Ю. ИВАНОВ Г. Н. БУТУЗОВА

## НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Практикум

**«Допущено Учебно-методическим объединением по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»**

Владимир 2012

УДК 514.18  
ББК 22.151.34  
И 20

Рецензенты:

Ведущий инженер Владимирского моторно-тракторного завода,  
кандидат технических наук  
*М. Ю. Волков*

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры  
Информационных технологий в физических исследованиях  
физического факультета Нижегородского государственного  
университета имени Н. И. Лобачевского  
*О. А. Морозов*

Печатается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

И 20      **Иванов, А. Ю.** Начертательная геометрия : практикум /  
А. Ю. Иванов, Г. Н. Бутузова ; Владим. гос. ун-т имени Алек-  
сандра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. –  
Владимир : Изд-во ВлГУ, 2012. – 144 с.  
ISBN 978-5-9984-0202-9

Содержит рекомендации для выполнения самостоятельных работ, задания и при-  
меры их выполнения по дисциплине «Начертательная геометрия».

Последовательность выполнения графических построений подробно описана в  
указаниях к выполнению конкретного задания.

Предназначен для студентов инженерно-технических направлений дневной, за-  
очной и дистанционной форм обучения.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответст-  
вии с ФГОС 3-го поколения.

Табл. 13. Ил. 69. Библиогр.: 7 назв.

УДК 514.18  
ББК 22.151.34

ISBN 978-5-9984-0202-9

© ВлГУ, 2012

## **ВВЕДЕНИЕ**

Начертательная геометрия входит в число дисциплин, составляющих основу инженерно-технического образования.

Важнейшее прикладное значение этой дисциплины состоит в том, что она учит владеть международным языком – языком чертежа, который был и остается одним из наиболее информативных языков инженера-конструктора.

Цели освоения дисциплины заключаются в развитии пространственного воображения и навыков логического мышления, в изучении принципов построения трехмерных пространственных форм на плоскости, в развитии навыков геометрического и компьютерного моделирования, в изучении принципов формообразования поверхностей и освоения навыков решения практических задач графического содержания для дальнейшего применения знаний при техническом конструировании и оформлении конструкторской документации и в освоении методов и средств компьютеризации при работе с пакетами прикладных графических программ и овладении теоретических основ компьютерной графики.

Студент должен обладать следующими общекультурными компетенциями:

- владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества;
- владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией, уметь работать с традиционными и графическими носителями информации.

В процессе освоения дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

- готовность использования основных законов общенаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- способность проводить предпроектное обследование объекта проектирования, техническое проектирование, рабочее проектирование;
- способность использовать технологии разработки объектов профессиональной деятельности в областях: машиностроение, приборостроение, наука, техника, образование, дизайн.

Изучение начертательной геометрии способствует развитию логики, пространственного воображения и умению создавать представление о форме и размерах объекта по его изображению на плоскости. Методы изображения, изучаемые в курсе начертательной геометрии, позволяют отразить на плоскости не только существующие объекты, но и возникающие в представлении образы проектируемого объекта.

Практикум содержит расширенный курс начертательной геометрии и отражает специфику предмета для углубленного изучения основ художественного конструирования. В него включены специальные разделы курса начертательной геометрии: ортогональные проекции, проекции с числовыми отметками, аксонометрия, перспектива, тени, реконструкция, которые являются основой для 3D моделирования.

Данный практикум помогает студентам самостоятельно выполнять индивидуальные задания по курсу «Начертательная геометрия». Для каждого задания рассмотрены методические указания к выполнению задания, дано теоретическое обоснование, варианты заданий и примеры их выполнения.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ

Задания индивидуальные. Студент выполняет тот вариант задания, который соответствует его порядковому номеру в журнале группы.

Задания выполняются в соответствии с требованиями государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Условия задач, все построения и искомые элементы в задании выполняются с помощью чертежных инструментов карандашом, сначала тонкими линиями для достижения точности графического построения, затем чертеж обводится. При обводке линий видимого контура используется сплошная основная линия толщиной 0,8 – 1 мм. Все остальные линии обводятся толщиной 0,3 – 0,4 мм.

В правом нижнем углу оформляют основную надпись, которая представлена на рис. 1.

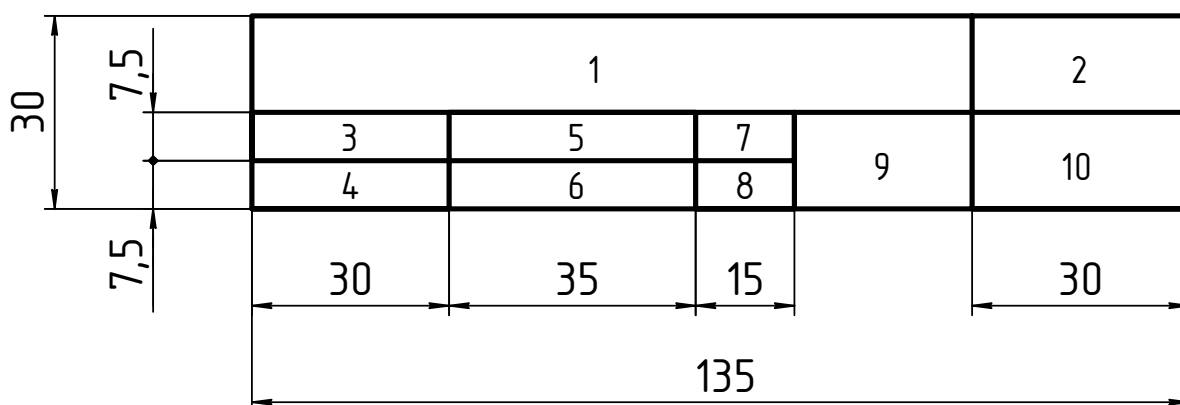


Рис. 1

Основная надпись включает в себя: 1 – название темы; 2 – шифр задания (xx–yy–zz, где xx – номер этюра, yy – номер варианта, zz – номер листа данного этюра); 3 – «Чертил»; 4 – «Проверил»; 5 – фамилия студента; 6 – фамилия преподавателя; 7 – дата выполнения; 8 – дата приема, 9 – название вуза, 10 – шифр группы.

Все надписи, как и отдельные обозначения в виде букв и цифр, на чертеже, выполняются шрифтом размером 3,5 и 5 мм в соответствии с ГОСТ 2.304-81.

На некоторых заданиях рекомендуется закрашивать (отмывать) проекции плоскостей и поверхностей растворами акварельных красок. Методика отмывки подробно описана в [7].

В практикуме приняты следующие обозначения:

$A, B, C, \dots$ , – точки пространства (прописные латинские буквы);

$1, 2, 3, \dots$ , – точки пространства (арабские цифры);

$a, b, c, \dots$ , – прямые и кривые линии (строчные латинские буквы);

$h, f, \dots$ , – горизонтали, фронтали;

$\alpha, \beta, \gamma, \dots$ , – плоскости (строчные греческие буквы), в т. ч.:

$\pi_1, \pi_2, \pi_3$  – горизонтальная, фронтальная, профильная плоскости проекций;

$\Delta, \Theta, \Lambda, \dots$  – поверхности (прописные греческие буквы);

$A_1, a_1, \alpha_1, \dots$ , – горизонтальные проекции точки, линии и плоскости;

$A_2, a_2, \alpha_2, \dots$ , – фронтальные проекции точки, линии и плоскости;

$A_3, a_3, \alpha_3, \dots$ , – профильные проекции точки, линии и плоскости;

$A_{1t}, A_{2t}, A_{3t}, \dots$ , – тень точки на плоскости;

$K, k$  – картинная плоскость и основание картины;

$A', A'_1$  – перспективная и вторичная проекции точки;

Обозначение действий в практикуме принято в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Обозначение основных действий

Знак	Значение	Пример	Чтение
$\in$	Принадлежность элемента	$A \in \alpha$	Точка $A$ принадлежит плоскости $\alpha$
$\subset$	Принадлежность множества	$a \subset \beta$	Линия $a$ принадлежит плоскости $\beta$
$\cap$	Пересечение	$a \cap \gamma = K$	Линия $a$ пересекается с плоскостью $\gamma$ в точке $K$
$\parallel$	Параллельность	$l \parallel b$	Прямая $l$ параллельна прямой $b$
$\perp$	Перпендикулярность	$l \perp b$	Прямая $l$ перпендикулярна прямой $b$

Знак	Значение	Пример	Чтение
$\cdot$	Скрещивание	$a \cdot b$	Прямые $a$ и $b$ скрещиваются
$=$	Совпадение, равенство	$K = a \cap \beta$	Точка $K$ есть точка пересечения линии $a$ с плоскостью $\beta$
$[...]$	Отрезок прямой	$[AB]$	Отрезок прямой, ограниченный точками $A$ и $B$
$ \dots $	Расстояние	$ AB $	Расстояние между точками $A$ и $B$
$\wedge$	И	$a \wedge b$	Прямая $a$ и $b$

Листы необходимо складывать до формата альбома. На рис. 2, а, б показаны схемы складывания листов формата А2 и А1 до формата А3. На рис. 3 – схема складывания листов формата А1 до формата А4.

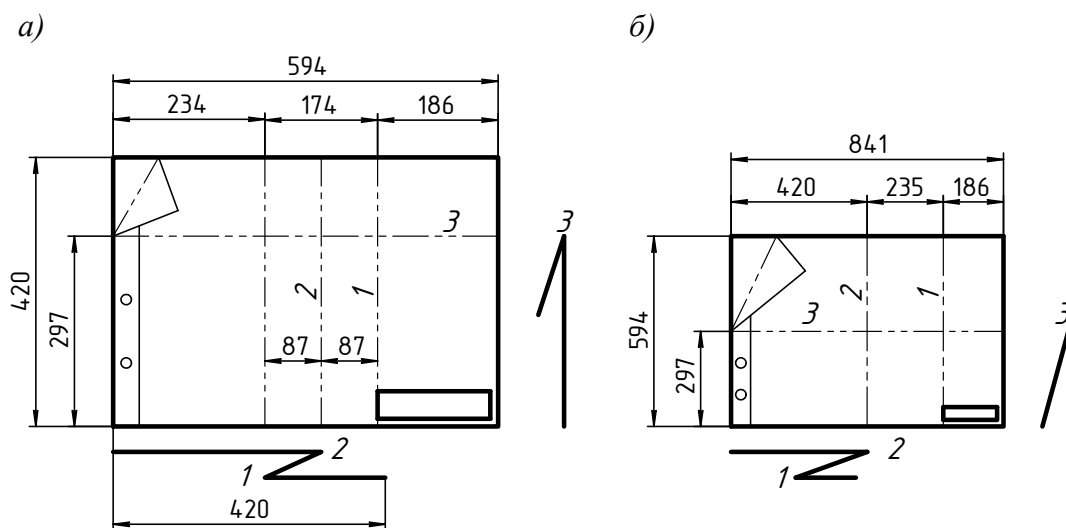


Рис. 2

При складывании листов необходимо соблюдать следующие правила:

1. Листы складывают изображением наружу так, чтобы основная надпись чертежа оказалась на верхней лицевой стороне сложенного листа, в правом нижнем углу.

2. Листы сначала сгибают по линиям, перпендикулярным к основной надписи чертежа, а затем по линиям, параллельным ей.

3. Отверстия для брошюровки листов пробивают с левой стороны листа.

4. У листов, подлежащих брошюровке, подгибают левый верхний угол.

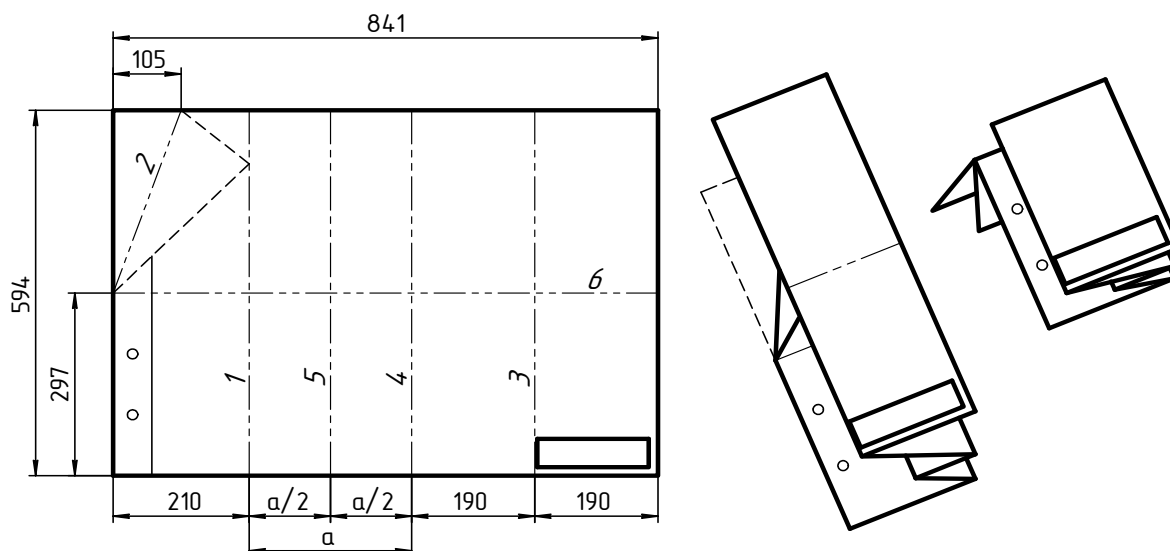


Рис. 3

## ЗАДАНИЕ №1. МЕТОДЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА (КОМПЛЕКСНЫЕ ЗАДАЧИ)

### *Содержание задания.*

Даны индивидуальные варианты заданий:

#### *Вариант №1.*

Дано: точки  $A(28, 105, 45)$ ,  $B(80, 50, 64)$ ,  $C(10, 70, 12)$ .

Задача №1. Построить пирамиду  $SABC$ , основанием которой является треугольник  $ABC$ ,  $|SA| = 80$  мм,  $|SB| = 65$  мм. Двугранный угол при ребре  $AB$  равен  $60^\circ$ .

Задача №2. Определить истинную величину грани  $SAC$  способом вращения вокруг линии уровня.

Задача №3. Определить угол наклона ребра  $SC$  к плоскости основания способом плоскопараллельного перемещения.



*Вариант №2.*

Дано: точки  $A(80, 20, 50)$ ,  $B(50, 10, 10)$ ,  $C(0, 50, 70)$ .

Задача №1. Построить пирамиду  $SABC$ , вершина  $S$  которой равноудалена от точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$ . От плоскости  $\pi_2$  вершина  $S$  удалена вдвое дальше, чем от  $\pi_1$ .

Задача №2. Определить величину двугранного угла при ребре  $SA$  способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить величину боковой грани  $SAC$  способом вращения вокруг линии уровня.

*Вариант №3.*

Дано: плоскость  $\Sigma$ , заданная линией ската  $DE$  ( $D(50, 39, 27)$ ,  $E(30, 10, 95)$ ), фронтальные проекции точек  $C(55, Y, 19)$ ,  $F(75, Y, 30)$ .

Задача №1. Построить правильную трехгранную пирамиду  $SABC$ , основание  $ABC$  которой принадлежит плоскости  $\Sigma$ . Высота  $SF$  пирамиды равна 70 мм.

Задача №2. Определить истинную величину грани  $SBC$  способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить двугранный угол при ребре  $SA$  способом плоскопараллельного перемещения.

*Вариант №4.*

Дано: прямая  $DE$  ( $D(85, 6, 34)$ ,  $E(45, 58, 4)$ ), точка  $A(17, 23, 66)$ , горизонтальная проекция точки  $S(100, 62, Z)$ .

Задача №1. Построить пирамиду  $SABC$ , основанием которой является равнобедренный треугольник  $ABC$  ( $|AB| = |AC|$ ), сторона  $BC$  которого принадлежит прямой  $DE$  и равна 50 мм. Высота пирамиды равна 80 мм.

Задача №2. Определить двугранный угол при ребре  $SA$  способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить кратчайшее расстояние между ребрами  $SA$  и  $BC$  способом плоскопараллельного перемещения.

*Вариант №5.*

Дано: точки  $A(80, 25, 65)$ ,  $B(40, 5, 10)$ ,  $C(20, 55, 40)$ , прямая  $DE$  ( $D(90, 35, 35)$ ,  $E(75, 45, 5)$ ).

Задача №1. Построить пирамиду  $SABC$ , основанием которой является треугольник  $ABC$ . Вершина  $S$  пирамиды принадлежит прямой  $DE$  и равноудалена от точек  $A$  и  $B$ .

Задача №2. Определить двугранный угол при ребре  $SA$  способом плоскопараллельного перемещения.

Задача №3. Определить кратчайшее расстояние между ребрами  $SA$  и  $BC$  способом замены плоскостей проекций.

*Вариант №6.*

Дано: точки  $A(115, 65, 55)$ ,  $S(30, 120, 100)$ .

Задача №1. Построить правильную четырехугольную пирамиду  $SABCD$ , высота которой наклонена к плоскости  $\pi_2$  под углом  $45^\circ$ , а к плоскости  $\pi_1$  – под углом  $30^\circ$ .

Задача №2. Определить двугранный угол при ребре  $SA$  способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить кратчайшее расстояние между ребрами  $SD$  и  $AB$  способом плоскопараллельного перемещения.

*Вариант №7.*

Дано: прямая  $SD$  ( $S(130, 5, 70)$ ,  $D(100, 45, 30)$ ).

Задача №1. Построить правильную трехгранную пирамиду  $SABC$ , высотой которой является отрезок  $SD$ . Радиус окружности, описанной около треугольника  $ABC$ , равен 30 мм. Вершина  $A$  основания пирамиды удалена от плоскости  $\pi_1$  на 15 мм.

Задача №2. Определить кратчайшее расстояние между ребрами  $SC$  и  $AB$  способом плоскопараллельного перемещения.

Задача №3. Определить истинную величину грани  $SAC$  способом вращения вокруг фронтали.

*Вариант №8.*

Дано: прямая  $DE$  ( $D(0, 65, 40)$ ,  $E(110, 75, 10)$ ), точка  $A(70, 30, 80)$ .

Задача №1. Построить правильный тетраэдр  $SABC$ , ребро  $BC$  которого принадлежит прямой  $DE$ .

Задача №2. Определить кратчайшее расстояние между ребрами  $AB$  и  $SC$  способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить двугранный угол при ребре  $SC$  способом плоскопараллельного перемещения.

*Вариант №9.*

Дано: плоскость  $\Lambda (D, E, F)$  ( $D(100, 0, 0)$ ,  $E(0, 50, 0)$ ,  $F(0, 0, 100)$ ), фронтальные проекции точек  $A(60, Y, 30)$ ,  $B(20, Y, 75)$ ,  $C(5, Y, 5)$ .

Задача №1. Построить пирамиду  $SABC$ , основание  $ABC$  которой принадлежит плоскости  $\Lambda$ . Вершина  $S$  равноудалена от точек  $A, B, C$  и отстоит от плоскости  $\pi_1$  на 65 мм.

Задача №2. Определить истинную величину грани  $SAB$  способом вращения вокруг горизонтали.

Задача №3. Определить двугранный угол при ребре  $SC$  способом плоскопараллельного перемещения.

*Вариант №10.*

Дано: отрезок  $SD$  ( $S(30, 120, 80)$ ,  $D(90, 50, 45)$ ), горизонтальная проекция точки  $B(98, 32, Z)$ .

Задача №1. Построить правильную трехгранную пирамиду  $SABC$ , высотой которой является отрезок  $SD$ .

Задача №2. Определить кратчайшее расстояние между ребрами  $SC$  и  $AB$  способом плоскопараллельного перемещения.

Задача №3. Определить истинную величину грани  $SAC$  способом вращения вокруг фронтали.

*Вариант №11.*

Дано: плоскость  $\Sigma(D, E, F)$  ( $D(140, 0, 0)$ ,  $E(0, 60, 0)$ ,  $F(0, 0, 90)$ ) и фронтальные проекции точек  $S(110, Y, 80)$ ,  $A(70, Y, 20)$ ,  $B(40, Y, 60)$ ,  $C(10, Y, 5)$ .

Задача №1. Построить пирамиду  $SABC$ , основанием которой служит треугольник  $ABC$ , принадлежащий плоскости  $\Sigma$ . Высота пирамиды равна 110 мм.

Задача №2. Определить двугранный угол при ребре  $BC$  способом вращения вокруг проецирующих осей.

Задача №3. Определить истинную величину грани  $SAC$  способом плоскопараллельного перемещения.

*Вариант №12.*

Дано: прямая  $FA$  ( $F(90, 70, 60)$ ,  $A(40, 40, 35)$ ), фронтальная проекция точки  $C(20, Y, 90)$ .

Задача №1. Построить прямую призму  $ABCD A'B'C'D'$ . Основанием призмы является квадрат  $ABCD$  с диагональю  $AC$ . Ребро  $AA'$  принадлежит прямой  $FA$ . Длина ребер призмы равна 60 мм.

Задача №2. Определить угол наклона диагонали призмы к плоскости основания способом плоскопараллельного перемещения.

Задача №3. Определить истинную величину одной из боковых граней способом вращения вокруг линии уровня.

*Вариант №13.*

Дано: плоскость  $\Omega(A, B, C)$  ( $A(100, 80, 40)$ ,  $B(50, 30, 30)$ ,  $C(30, 40, 50)$ ).

Задача №1. Построить пирамиду  $SABCD$ , основанием которой служит четырехугольник  $ABCD$ , у которого  $|CD| = |AB|$ . Сторона  $AD$  в полтора раза больше стороны  $BC$ . Вершина пирамиды проецируется на плоскость основания в точку пересечения его диагоналей и удалена от плоскости  $\pi_1$  на 90 мм.

Задача №2. Определить двугранный угол при ребре  $SA$  способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить истинную величину грани  $SCD$  способом вращения вокруг линии уровня.

*Вариант №14.*

Дано: отрезок  $SD$  ( $S(130, 5, 70)$ ,  $D(100, 45, 30)$ ).

Задача №1. Построить правильную трехгранную пирамиду  $SABC$ , высотой которой является отрезок  $SD$ . Сторона основания равна 50 мм, вершина  $B$  удалена от плоскости  $\pi_2$  на 45 мм.

Задача №2. Определить двугранный угол при ребре  $SA$  способом плоскопараллельного перемещения.

Задача №3. Определить угол наклона ребра  $SB$  к плоскости основания способом замены плоскостей проекций.

*Вариант №15.*

Дано: точка  $S(110, 75, 62)$ , плоскость  $\Lambda$ , заданная линией ската  $DE$  ( $D(68, 37, 10)$ ,  $E(50, 11, 71)$ ), горизонтальная проекция точки  $A(96, 14, Z)$ .

Задача №1. Построить правильную трехгранную пирамиду  $SABC$ , основание которой принадлежит плоскости  $\Lambda$ .

Задача №2. Определить двугранный угол при ребре  $SC$  способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить истинную величину грани  $SAC$  способом вращения вокруг линии уровня.

*Вариант №16.*

Дано: треугольник  $ABC$  ( $A(50, 100, 60)$ ,  $B(30, 100, 30)$ ,  $C(20, 70, 65)$ ).

Задача №1. Построить призму  $ABCDEF$  с основанием  $ABC$ . Боковые ребра имеют длину  $|l| = 60$  мм и наклонены к плоскости  $\pi_1$  под углом  $30^\circ$ , а к плоскости  $\pi_2$  – под углом  $45^\circ$ .

Задача №2. Определить истинную величину боковой грани при ребре  $BC$  способом вращения вокруг линии уровня.

Задача №3. Определить кратчайшее расстояние между ребрами  $AD$  и  $BC$  способом замены плоскостей проекций.

*Вариант 17.*

Дано: точки  $A(20, 50, 32)$ ,  $B(38, 85, 65)$ ,  $C(90, 30, 83)$ .

Задача №1. Построить пирамиду  $SABC$ . Ребро  $|SB| = 85$  мм, ребро  $|SC| = 70$  мм, двугранный угол при ребре  $BC$  равен  $60^\circ$ .

Задача №2. Определить высоту пирамиды способом плоскопараллельного перемещения.

Задача №3. Определить угол наклона ребра  $SA$  к плоскости основания способом вращения вокруг проецирующих осей.

*Вариант №18.*

Дано: точки  $A(120, 50, 30)$ ,  $B(100, 10, 70)$ ,  $C(70, 60, 10)$ , прямая  $DE$  ( $D(50, 10, 75)$ ,  $E(10, 55, 35)$ ).

Задача №1. Построить пирамиду  $SABC$ , вершина  $S$  которой принадлежит прямой  $DE$  и равноудалена от прямых  $AB$  и  $AC$ .

Задача №2. Определить угол наклона грани  $SAC$  к плоскости основания пирамиды способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить кратчайшее расстояние между ребрами  $AB$  и  $SC$  способом плоскопараллельного перемещения.

*Вариант №19.*

Дано: прямая  $NB$  ( $N(100, 60, 70)$ ,  $B(50, 30, 45)$ ) и горизонтальная проекция точки  $D(25, 45, Z)$ .

Задача №1. Построить прямую призму  $ABCD A'B'C'D'$ . Основанием призмы является квадрат  $ABCD$  с диагональю  $BD$ . Ребро  $BB'$  принадлежит прямой  $NB$ , высота призмы равна 60 мм.

Задача №2. Определить истинную величину одной из боковых граней способом плоскопараллельного перемещения.

Задача №3. Определить угол наклона боковой грани при ребре  $AD$  к плоскости  $\pi_2$  способом плоскопараллельного перемещения.

*Вариант №20.*

Дано: отрезок  $SD$  ( $S(30, 90, 75)$ ,  $D(95, 45, 50)$ ), горизонтальная проекция точки  $B(120, 65, Z)$ .

Задача №1. Построить правильную пирамиду  $SABC$ , высотой которой является отрезок  $SD$ .

Задача №2. Определить двугранный угол при ребре  $AB$  способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить истинную величину основания пирамиды вращением вокруг линии уровня.

*Вариант №21.*

Дано: точки  $A(80, 60, 70)$ ,  $B(70, 30, 100)$ ,  $C(30, 70, 90)$ .

Задача №1. Построить пирамиду  $SABC$ , вершина  $S$  которой принадлежит оси  $OX$  и равноудалена от точек  $A$  и  $C$ .

Задача №2. Определить двугранный угол при ребре  $SB$  способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить истинную величину основания  $ABC$  способом вращения вокруг линии уровня.

*Вариант №22.*

Дано: плоскость  $P(D, E, F)$  ( $D(100, 0, 0)$ ,  $E(0, 100, 0)$ ,  $F(0, 0, 57)$ ), фронтальная проекция отрезка  $BC$  ( $B(58, Y, 3)$ ,  $C(13, Y, 12)$ ).

Задача №1. Построить правильную пирамиду  $SABC$ , основание которой принадлежит плоскости  $P$ , а вершина  $S$  равноудалена от плоскостей  $\pi_1$  и  $\pi_2$ .

Задача №2. Определить величину боковой грани  $SAC$  способом вращения вокруг проецирующих осей.

Задача №3. Определить кратчайшее расстояние между ребрами  $SC$  и  $AB$  способом замены плоскостей проекций.

*Вариант №23.*

Дано: плоскость  $\Sigma(A, C, F)$  ( $A(18, 25, 42)$ ,  $C(52, 35, 6)$ ,  $F(100, 0, 0)$ ).

Задача №1. Построить правильную четырехгранную призму, основание  $ABCD$  принадлежит плоскости  $\Sigma$ .  $AC$  – диагональ основания. Высота призмы равна 60 мм.

Задача №2. Определить угол наклона грани  $AA'B'B$  к плоскости  $\pi_2$  способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить истинную величину боковой грани призмы способом вращения вокруг линии уровня.

*Вариант №24.*

Дано: плоскость  $\Gamma(A, B, C)$  ( $A(110, 10, 40)$ ,  $B(80, 50, 70)$ ,  $C(50, 40, 30)$ ), прямая  $DE$  ( $D(120, 25, 60)$ ,  $E(30, 50, 45)$ ), точка  $K(20, 80, 50)$ .

Задача №1. Построить правильную четырехгранную пирамиду  $SKLMN$ , вершина  $S$  которой принадлежит плоскости  $\Gamma$ , а высота – прямой  $DE$ .

Задача №2. Определить истинную величину грани  $SKN$  способом плоскопараллельного перемещения.

Задача №3. Определить двугранный угол при ребре  $SK$  способом замены плоскостей проекций.

*Вариант №25.*

Дано: плоскость  $\Theta(D, E, F)$  ( $D(120, 0, 0)$ ,  $E(0, 60, 0)$ ,  $F(0, 0, 75)$ ), фронтальная проекция прямой  $AB$  ( $A(20, Y, 50)$ ,  $B(52, Y, 10)$ ).

Задача №1. Построить пирамиду  $SABC$ . Основанием пирамиды служит равнобедренный треугольник  $ABC$  ( $|AB| = |AC|$ ), принадлежащий плоскости  $\Theta$ , вершина  $C$  принадлежит плоскости  $\pi_2$ . Ребро  $SA$  перпендикулярно плоскости основания и равно 80 мм.

Задача №2. Определить двугранный угол при ребре  $SB$  способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить угол наклона ребра  $SA$  к грани  $SBC$  способом плоскопараллельного перемещения.

*Вариант №26.*

Дано: плоскость  $\Omega(D, E, F)$  ( $D(130, 120, 70)$ ,  $E(80, 80, 110)$ ,  $F(60, 105, 100)$ ), горизонтальные проекции точек  $S(60, 90, Z)$ ,  $B(5, 20, Z)$ .

Задача №1. Построить правильную трехгранную пирамиду  $SABC$  с высотой, равной 100 мм. Вершина  $S$  принадлежит плоскости  $\Omega$ . Основание  $ABC$  пирамиды параллельно плоскости  $\Omega$ ,  $Z_S > Z_B$ .

Задача №2. Определить истинную величину основания  $ABC$  способом вращения вокруг фронтали.

Задача №3. Определить кратчайшее расстояние между ребрами  $SA$  и  $BC$  способом плоскопараллельного перемещения.

*Вариант №27.*

Дано: плоскости  $\Sigma(D, E, F)$  ( $D(130, 0, 0)$ ,  $E(0, 70, 0)$ ,  $F(0, 0, 110)$ ) и  $\Theta(K, L, N)$  ( $K(0, 0, 110)$ ,  $L(70, 70, 110)$ ,  $N(80, 80, 110)$ ), точка  $S(35, 45, 25)$ , фронтальные проекции точек  $B(40, Y, 70)$  и  $C(0, Y, 20)$ .

Задача №1. Построить пирамиду  $SABC$ , основанием которой является прямоугольный треугольник  $ABC$  (прямой угол при вершине  $B$ ). Сторона  $BC$  принадлежит плоскости  $\Sigma$ . Вершина  $A$  принадлежит плоскостям  $\Sigma$  и  $\Theta$ .

Задача №2. Определить кратчайшее расстояние между ребрами  $SA$  и  $BC$  способом замены плоскостей проекций.

Задача №3. Определить двугранный угол при ребре  $AC$  способом плоскопараллельного перемещения.

*Требуется* на основании индивидуальных исходных данных методом замены плоскостей проекций (в варианте 16 – методом вращения, а в варианте 6 – сначала методом вращения, а затем методом за-



мены плоскостей проекций) построить горизонтальную и фронтальную проекции требуемого многогранника.

**Методические указания.**

Задание выполняется на трех листах формата А3 в масштабе 1:1. (Каждая задача выполняется на отдельном листе).

Пример выполнения задания №1 (рис. 4, 5, 6).

Дано: Прямая  $EF$  ( $E(55, 36, 0)$ ,  $F(0, 15, 23)$ ), точка  $A(45, 15, 28)$ .

Задача №1. Построить правильный тетраэдр  $SABC$ , ребро  $BC$  которого принадлежит прямой  $EF$ .

Задача №2. Определить натуральную величину грани  $SAC$  методом замены плоскостей.

Задача №3. Определить величину двугранного угла при ребре  $AC$  методом плоскопараллельного перемещения.

Решение:

Задача №1.

Решение задачи рекомендуется начать с наглядного изображения многогранника. На рис. 7 изображен тетраэдр, на котором показаны заданные геометрические элементы – точка  $A$  и прямая  $EF$ . Точка и прямая определяют плоскость основания тетраэдра  $\alpha(A, EF)$ . Из геометрических соображений ( $AD \perp EF$ ,  $\angle BAD = \angle DAC = 30^\circ$ ) легко построить основание тетраэдра  $ABC$ , которое является равносторонним треугольником.

Для определения вершины  $S$  рассмотрим плоскость медиального сечения  $\beta$ , из которой видно, что вершина может быть найдена как точка пересечения высоты тетраэдра  $SO$  и отрезка прямой, проведенной из точки  $A$ , равного стороне основания (все ребра тетраэдра равны).

Алгоритм решения задачи следующий (см. рис. 4):

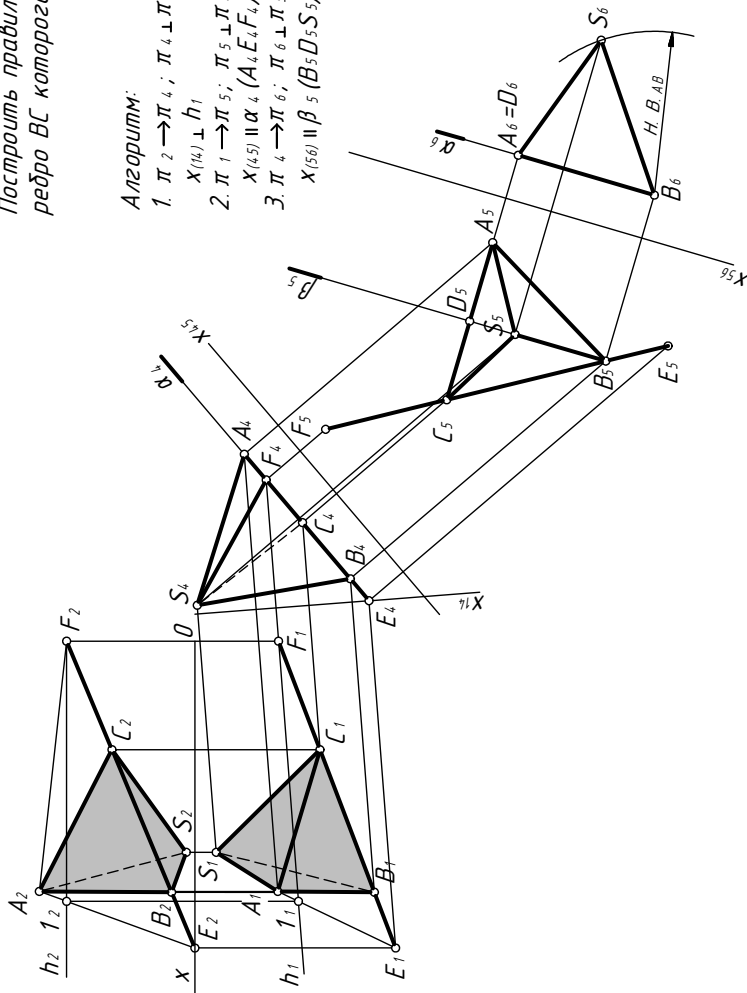
1. Определяем натуральную величину плоскости  $\alpha(A, EF)$  и строим основание тетраэдра. Для этого используем способ замены плоскостей проекций. Заменим плоскость  $\pi_2$  на плоскость  $\pi_4$  ( $\pi_4 \perp \pi_1 \wedge \pi_4 \perp \alpha(AEF)$ ), при этом ось  $x_{14} \perp h_1$ , а затем  $\pi_1$  заменяем на  $\pi_5$  ( $\pi_5 \perp \pi_4 \wedge$

Дано: Прямая  $EF$  ( $E(55, 36, 0)$ ,  $F(0, 15, 23)$ ), точка  $A(4, 5, 28)$ .

Построить правильный тетраэдр  $SABC$ , ребро  $BC$  которого принадлежит прямой  $EF$ .

Алгоритм:

1.  $\pi_2 \rightarrow \pi_4$ ;  $\pi_4 \perp \pi_1 \wedge \perp \alpha$  ( $AEF$ )  
 $X_{(14)} \perp h_1$
2.  $\pi_1 \rightarrow \pi_5$ ;  $\pi_5 \perp \pi_4 \wedge \parallel \alpha$  ( $AEF$ )  
 $X_{(45)} \parallel \alpha_4$  ( $A_4E_4F_4$ )
3.  $\pi_4 \rightarrow \pi_6$ ;  $\pi_6 \perp \pi_5 \wedge \parallel \beta$  ( $BDS$ )  
 $X_{(56)} \parallel \beta_5$  ( $B_5D_5S_5$ )



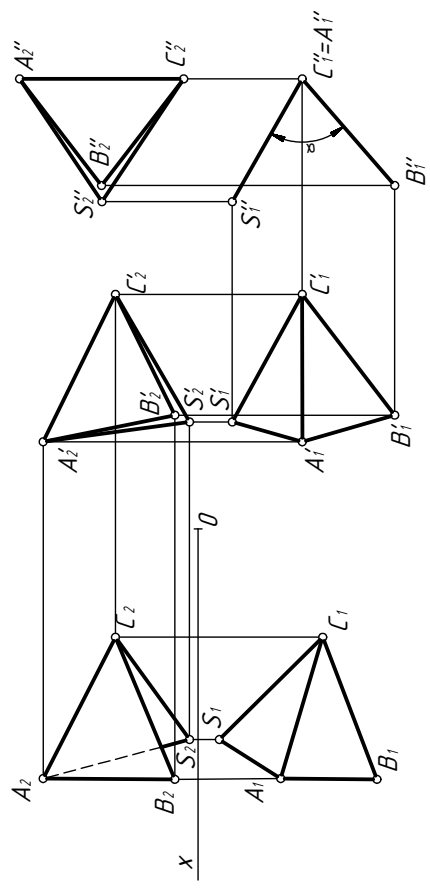
Методы преобразования чертежа		01-25-01
Чертил	Пешкова	ВлГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	

Рис. 4



Определить величину двугранного угла при ребре AC методом плоскопараллельного перемещения.

- Алгоритм:  
 1.  $AC \parallel \pi_2$   
 2.  $AC \perp \pi_1$



Методы преобразования чертежа		01-25-03
Чертил	Пешкова	ВлГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	
		ИСГ-110

Рис. 6

$\pi_5 \parallel \alpha(A, EF)$ ), при этом ось  $x_{45} \parallel \alpha_{\pi_4}$ . После этого строим основание тетраэдра – равносторонний треугольник  $A_5B_5C_5$ .

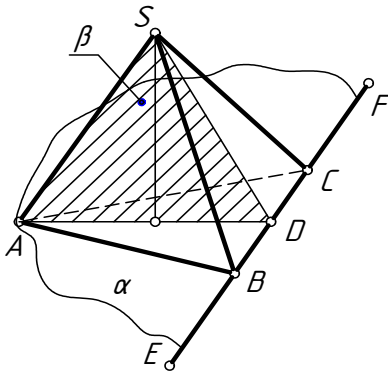


Рис. 7

Для нахождения новых проекций точек проводим новые линии связи перпендикулярно к новым осям. На их продолжении от новых осей откладываем отрезки, равные расстояниям от заменяемых проекций точек до предыдущих осей. Конечная точка отрезка является искомой проекцией точки на новой плоскости проекций.

Например:  $|x_{14}A_4| = |x_{12}A_2|$ ;  $|x_{45}A_5| = |x_{14}A_4|$ .

2. Строим плоскость медиального сечения  $\beta$ , и находим проекцию вершины тетраэдра точку  $S_5$ . Затем произведем еще одну замену плоскостей проекций. Плоскость  $\pi_4$  заменим на плоскость  $\pi_6$  ( $\pi_6 \perp \pi_5 \wedge \parallel \beta$ ). В новой плоскости строим проекции основания тетраэдра и его вершины  $S_6$ . Для чего из точки  $B_6$  на линии связи  $S_5S_6$  делаем засечку радиусом, равным натуральной величине ребра тетраэдра. Найдя проекции точек всех вершин тетраэдра в плоскостях проекций  $\pi_5$  и  $\pi_6$ , обратными построениями находим проекции этих точек в исходных плоскостях  $\pi_1$  и  $\pi_2$ . Выполнив все построения, необходимо выделить цветными карандашами проекции тетраэдра с учетом видимости его ребер. Видимость определяется методом конкурирующих точек (в примере эти точки не показаны).

### Задача №2.

Для определения натуральной величины грани  $SAC$  надо преобразовать чертеж так, чтобы плоскость грани стала параллельна плоскости проекций. Для этого сделаем две замены плоскостей проекций: сначала заменим плоскости проекций так, чтобы плоскость грани стала перпендикулярной плоскости  $\pi_4$ , а затем параллельной плоскости  $\pi_5$ .

Проведем в треугольнике  $SAC$  горизонталь  $h$  и расположим  $\pi_4$  перпендикулярно горизонтали ( $x_{14} \perp h_1$ ) (см. рис. 5). Для нахождения новых проекций точек проводим линии связи перпендикулярно к но-

вым осям. На их продолжении от новых осей откладываем отрезки, равные расстояниям от заменяемых проекций точек до предыдущих осей (на рис. 5 они помечены черточками). В результате первой замены плоскостей проекций плоскость треугольника  $SAC$  станет перпендикулярной к плоскости  $\pi_4$ . Треугольник спроецируется в отрезок  $S_4A_4$ . Затем делаем вторую замену плоскостей проекций (плоскость  $\pi_5$  параллельна плоскости треугольника (ось  $x_{45} \parallel S_4A_4$ )), на плоскости  $\pi_5$  получим натуральную величину треугольника  $S_5A_5C_5 = SAC$ .

### Задача №3.

Двугранный угол спроецируется в линейный, если общее ребро угла станет перпендикулярным к плоскости проекций. Сначала поворачиваем двугранный угол так, чтобы общее ребро стало параллельным плоскости проекций, и перемещаем в параллельных плоскостях на свободное место, а затем поворачиваем двугранный угол до положения перпендикулярного к плоскости проекций и перемещаем еще раз в параллельных плоскостях на свободное место.

Перемещаем двугранный угол в свободное поле чертежа без изменения горизонтальной проекции (см. рис. 6). Проекция ребра  $A'_1C'_1 = A_1C_1$  ставим параллельно оси  $x$ , и затем методом засечек определяем положение проекций точек  $B'_1, S'_1$ . (Расстояния  $A'_1B'_1 = A_1B_1, C'_1B'_1 = C_1B_1$  и  $A'_1S'_1 = A_1S_1, C'_1S'_1 = C_1S_1$ ). Затем определяем фронтальные проекции точек  $A'_2, B'_2, C'_2, S'_2$ . Проводим вертикальную линию связи из проекции точки  $A'_1$  и фронтальный след горизонтальной плоскости, в котором перемещается точка, и на пересечении получим проекцию  $A'_2$ . Аналогично определяем проекции  $B'_2, C'_2, S'_2$ . Затем перемещаем двугранный угол в свободное поле чертежа до положения перпендикулярного к  $\pi_1$ . Проекция ребра  $A''_2C''_2 = A'_2C'_2$  ставим перпендикулярно оси  $x$ , и затем методом засечек определяем положение проекций точек  $B''_2, S''_2$ . (Расстояния  $A''_2B''_2 = A'_2B'_2, C''_2B''_2 = C'_2B'_2$  и  $A''_2S''_2 = A'_2S'_2, C''_2S''_2 = C'_2S'_2$ ). И, наконец, определяем горизонтальные проекции точек  $A''_1 = C''_1, B''_1, S''_1$ ). Проводим вертикальные линии связи из проекции точки  $A''_2$  и горизонтальные следы фронтальных плоскостей, в которых перемещается точка  $A$  из  $A'_1$ , и на пересечении полу-

чим проекцию  $A''_1$ . Аналогично определяем проекции  $B''_1, C''_1, S''_1$ . И, таким образом, получаем искомый угол  $\alpha$ .

Примечание. В вариантах 6 и 16 построения необходимо выполнять, используя метод вращения. На рис. 8 показано построение прямой  $SC$ , наклоненной под углом  $30^\circ$  к плоскости  $\pi_2$  и  $45^\circ$  к плоскости  $\pi_1$ .

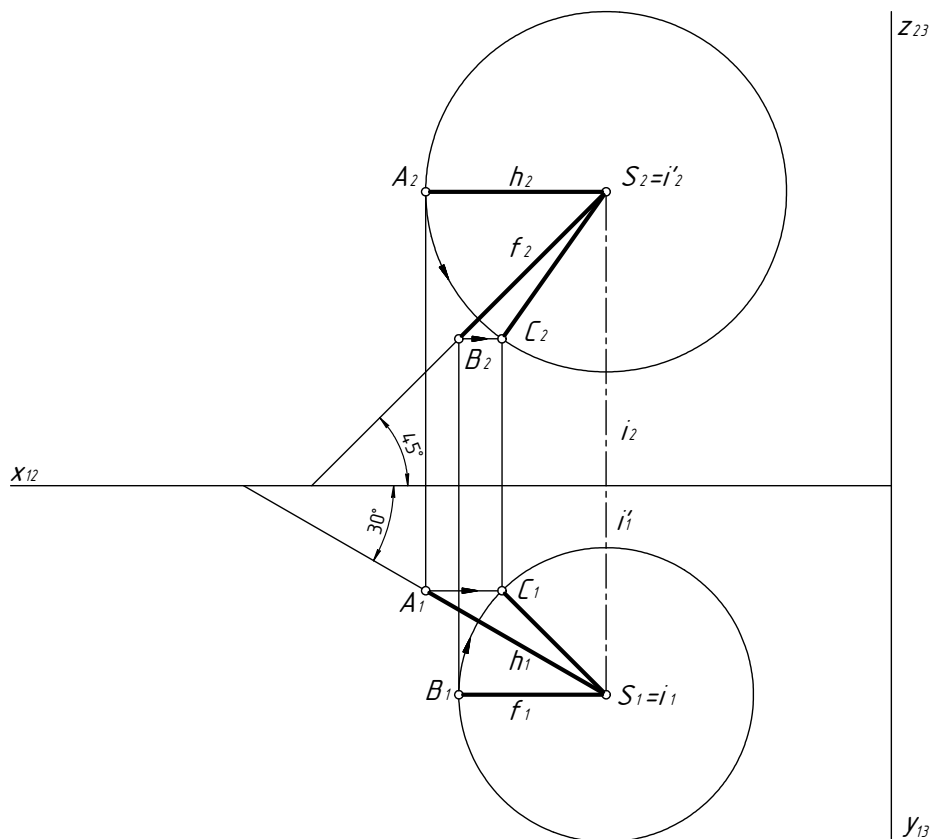


Рис. 8

1. Для построения выбираем произвольную точку  $S(S_1, S_2)$  и проводим две прямые линии:  $SA \parallel \pi_1$  ( $S_1A_1 \parallel x_{12}$ ) и наклоненную к плоскости  $\pi_2$  под углом  $30^\circ$  и  $SB \parallel \pi_2$  ( $S_1B_1 \parallel x_{12}$ ) и наклоненную к плоскости  $\pi_1$  под углом  $45^\circ$ . При этом  $|SA| = |SB|$ .

2. Вращаем отрезок  $SB$  вокруг оси  $i$  перпендикулярной  $\pi_1$ , а отрезок  $SA$  вокруг оси  $i'$  перпендикулярной  $\pi_2$  до совмещения этих отрезков.

3. Совместившиеся отрезки будут принадлежать прямой  $SC$ , наклоненной к плоскости  $\pi_1$  под углом  $45^\circ$  и к плоскости  $\pi_2$  под углом  $30^\circ$ .

## ЗАДАНИЕ №2. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ МНОГОГРАННИКОВ

### *Содержание задания.*

Даны координаты вершин пирамиды  $SABC$  и координаты вершин прямой четырехгранной призмы и ее высота.

Требуется определить линии пересечения многогранников в ортогональных проекциях и в прямоугольной диметрии. Построить развертку поверхностей пирамиды и призмы с нанесением линий пересечения.

### *Методические указания.*

Задание выполняется на двух листах чертежной бумаги формата А3 в масштабе 1:1. В табл. 2 и 3 представлены координаты точек, по которым на первом листе необходимо построить фронтальную и горизонтальную проекции призмы и пирамиды ( $h$  – высота пирамиды). Затем определить линии пересечения этих многогранников. На этом же листе построить данное задание в прямоугольной диметрии. При этом следует помнить, что по оси  $y$  размеры откладываются в два раза меньше. На втором листе построить развертки призмы и пирамиды с линиями их пересечения. Призму и пирамиду отмыть разными цветами слабым раствором акварельной краски на обоих листах.

Пример выполнения первой части задания представлен на рис. 9. Точки пересечения ребер пирамиды с призмой легко определяются на горизонтальной проекции, т. к. призма является прямой и линия пересечения на  $\pi_1$  совпадает с горизонтальной проекцией призмы ( $1_1, 2_1, 3_1, 4_1, 5_1, 6_1$ ). С помощью линий связи строим фронтальные проекции этих точек ( $1_2, 2_2, 3_2, 4_2, 5_2, 6_2$ ) на соответствующих ребрах. Из вертикальных ребер призмы лишь одно ребро  $E$  пересекает две грани пирамиды. Точки пересечения этого ребра с гранями пирамиды проецируются на  $\pi_1$  в одну. Определяем их по принадлежности граням, проводя вспомогательные линии через ребро призмы и вершину пирамиды.



Таблица 2

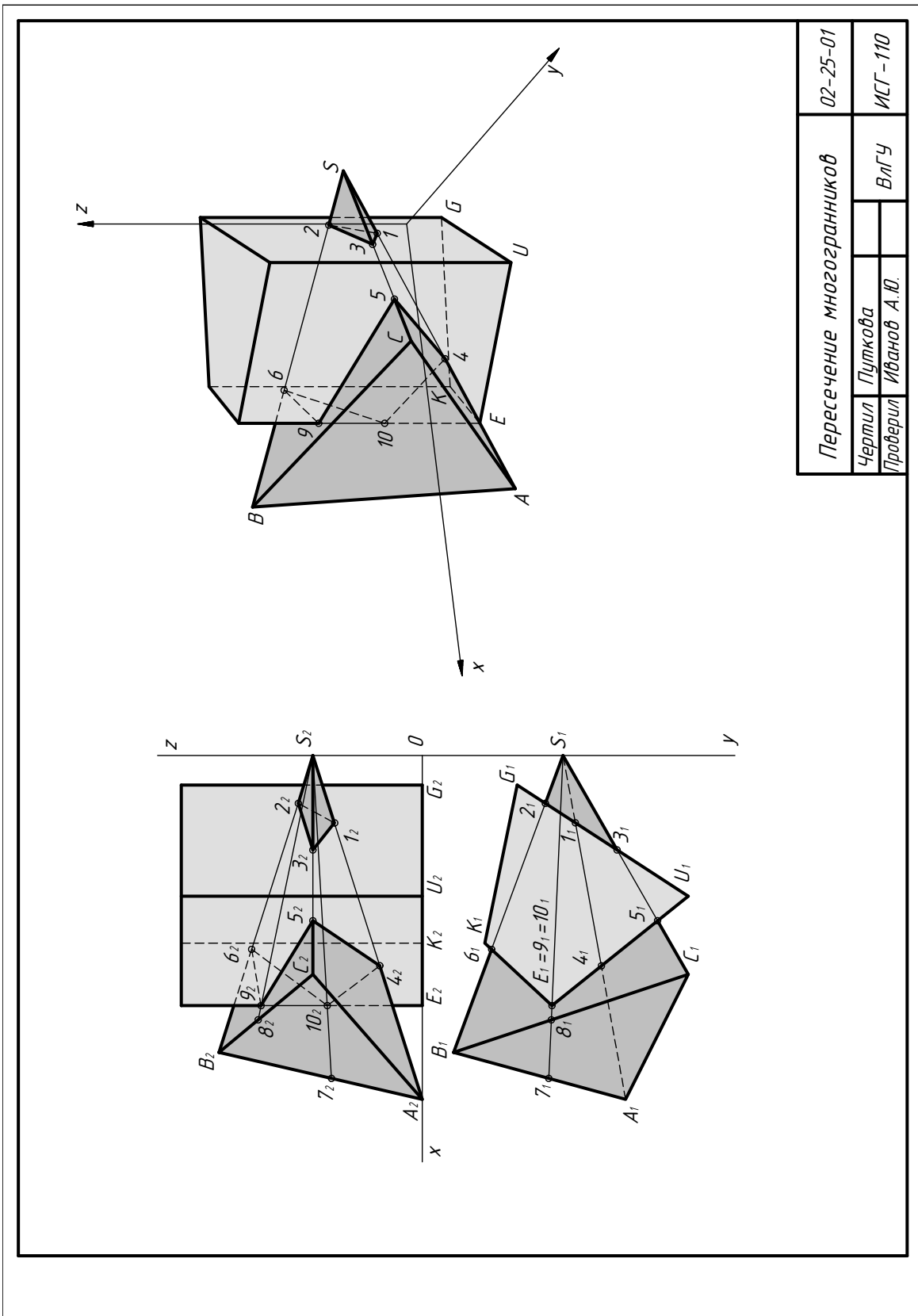
## Координаты пирамиды к заданию №2

Но- мер вари- анта	$X_A,$ мм	$Y_A,$ мм	$Z_A,$ мм	$X_B,$ мм	$Y_B,$ мм	$Z_B,$ мм	$X_C,$ мм	$Y_C,$ мм	$Z_C,$ мм	$X_S,$ мм	$Y_S,$ мм	$Z_S,$ мм
1	141	75	0	122	14	77	87	100	40	0	50	40
2	0	70	0	20	9	77	53	95	40	141	45	40
3	0	80	0	20	19	77	53	110	40	141	55	40
4	0	68	0	20	7	77	53	93	40	141	143	40
5	0	75	0	20	14	77	53	100	40	141	50	40
6	0	82	0	20	21	77	53	112	40	141	57	40
7	0	85	0	20	24	77	53	115	40	141	60	40
8	0	90	0	20	29	77	53	120	40	141	65	40
9	0	85	0	15	30	80	53	120	40	141	60	40
10	141	70	0	122	9	77	87	95	40	0	45	40
11	141	80	0	122	19	77	87	110	40	0	55	40
12	141	68	0	122	7	77	87	93	40	0	43	40
13	141	82	0	122	21	77	87	112	40	0	57	40
14	141	85	0	122	24	77	87	115	40	0	60	40
15	141	90	0	122	29	77	87	120	40	0	65	40
16	135	75	0	116	14	77	81	100	40	0	50	40
17	145	75	0	126	14	77	91	100	40	0	50	40
18	145	95	0	120	34	77	87	120	40	0	70	60
19	145	70	0	122	10	80	90	95	40	0	70	45
20	145	65	0	122	20	70	85	100	40	0	68	47
21	122	14	77	141	75	0	87	100	40	0	50	40
22	120	15	80	140	75	0	85	100	45	0	50	45
23	125	20	80	140	75	0	85	100	45	0	55	45
24	140	70	0	120	15	80	85	95	50	0	50	45
25	140	65	0	115	20	75	80	90	40	0	50	40
26	135	65	0	120	20	75	80	90	40	0	55	45
27	135	60	0	115	20	80	85	90	40	0	50	40

Таблица 3

## Координаты и высота призмы к заданию №2

Но- мер вари- анта	$X_E,$ мм	$Y_E,$ мм	$Z_E,$ мм	$X_K,$ мм	$Y_K,$ мм	$Z_K,$ мм	$X_G,$ мм	$Y_G,$ мм	$Z_G,$ мм	$X_U,$ мм	$Y_U,$ мм	$Z_U,$ мм	$h,$ мм
1	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
2	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
3	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
4	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
5	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
6	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
7	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
8	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
9	40	50	0	67	20	0	125	20	0	86	95	0	85
10	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
11	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
12	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
13	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
14	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
15	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
16	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
17	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
18	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
19	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
20	100	50	0	74	20	0	16	20	0	55	95	0	85
21	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	85
22	105	55	0	80	15	0	20	20	0	50	95	0	85
23	98	52	0	76	20	0	18	22	0	57	95	0	85
24	100	50	0	75	22	0	20	20	0	60	90	0	85
25	100	45	0	75	17	0	22	25	0	60	95	0	85
26	100	48	0	70	15	0	20	27	0	65	95	0	85
27	100	43	0	70	20	0	20	20	0	60	90	0	85



Пересечение многогранников		02-25-01	
Чертил	Путкова		
Проверил	Иванов А.Ю.	ВлГУ	ИСГ-110

Рис. 9

Они пересекают ребра пирамиды в точке 7, лежащей на ребре  $AB$ , и точке 8, лежащей на ребре  $BC$ . Определяем фронтальные проекции этих точек и соединяем их с фронтальной проекцией вершины пирамиды. На пересечении линий с ребром призмы  $E$  определяются точки пересечения 9 и 10.

Последовательно соединяем построенные проекции в пределах каждой грани, при этом следует руководствоваться горизонтальной проекцией. Линия пересечения представляет собой две замкнутые ломаные линии. Их необходимо обвести красным цветом. Видимыми являются те участки линии пересечения, которые принадлежат двум видимым граням многогранников.

Затем по координатам точек строим прямоугольную диметрию (координаты точек 1 – 10 определяем графическим методом). Например, точку  $A(20, 30, 40)$  строим следующим образом (рис. 10). Из начала координат  $O$  по оси  $x$  откладываем 20 мм, затем из полученной точки параллельно оси  $y$  откладываем 15 мм ( $30/2$ ). Затем из полученной точки параллельно оси  $z$  откладываем 40 мм и получаем точку  $A$ .

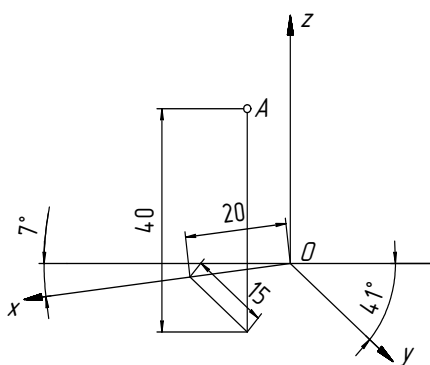


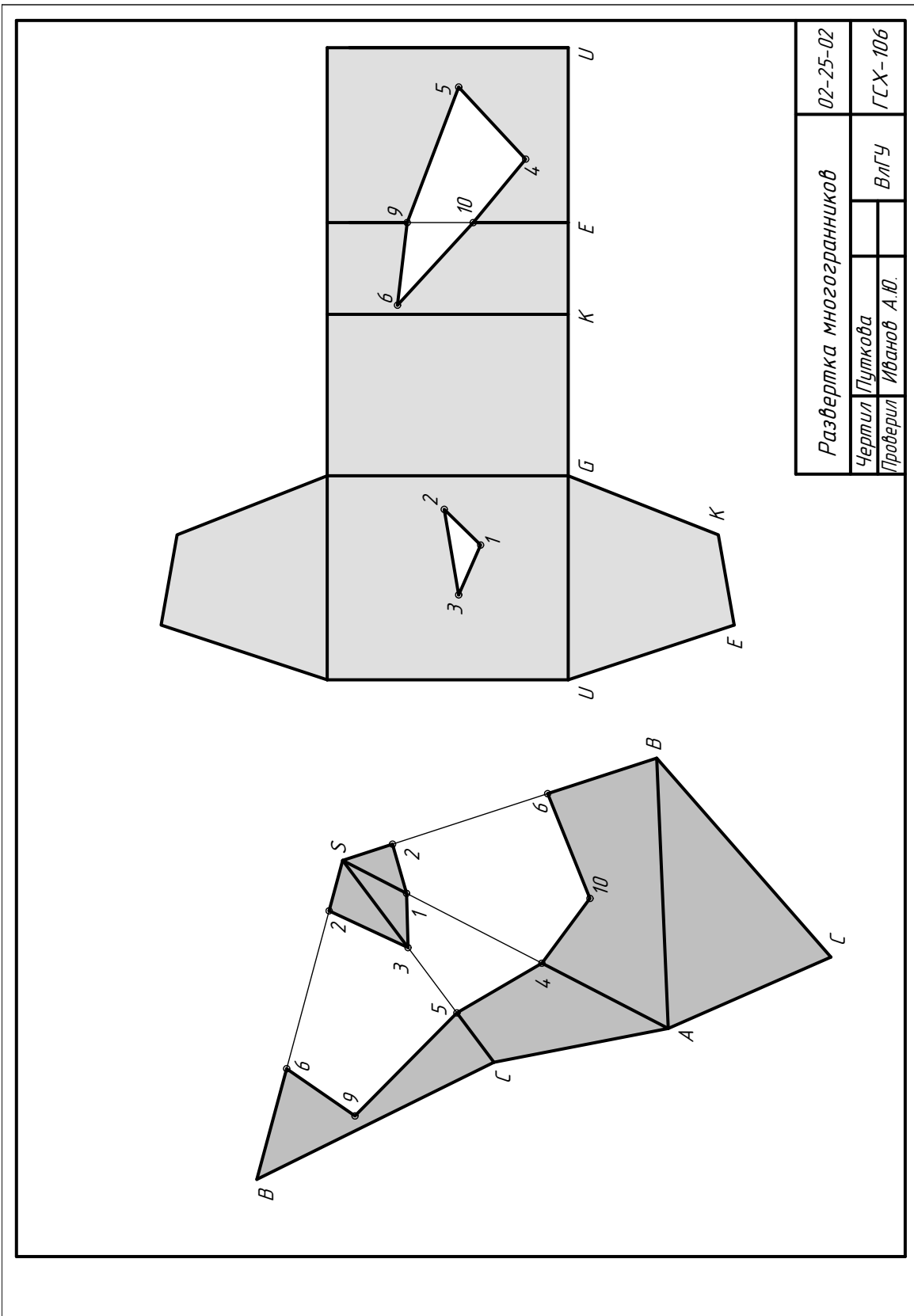
Рис. 10

Из начала координат  $O$  по оси  $x$  откладываем 20 мм, затем из полученной точки параллельно оси  $y$  откладываем 15 мм ( $30/2$ ). Затем из полученной точки параллельно оси  $z$  откладываем 40 мм и получаем точку  $A$ .

Пример выполнения развертки поверхностей приведен на рис. 11.

Разверткой многогранника называется плоская фигура, получаемая последовательным совмещением всех граней многогранника с одной плоскостью. Так как все грани многогранника изображаются на развертке в натуральную величину, построение развертки сводится к определению натуральной величины граней – плоских многоугольников.

Рассмотрим развертку прямой призмы (рис. 12, 13,  $a$ ). Основание данной призмы принадлежит горизонтальной плоскости проекций, следовательно, проецируется на плоскость  $\pi_1$  в натуральную величину. Боковые ребра прямой призмы параллельны плоскости  $\pi_2$  и проецируются на нее в натуральную величину.



Развертка многогранников		02-25-02
Чертил	Путкова	ВлГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	

Рис. 11

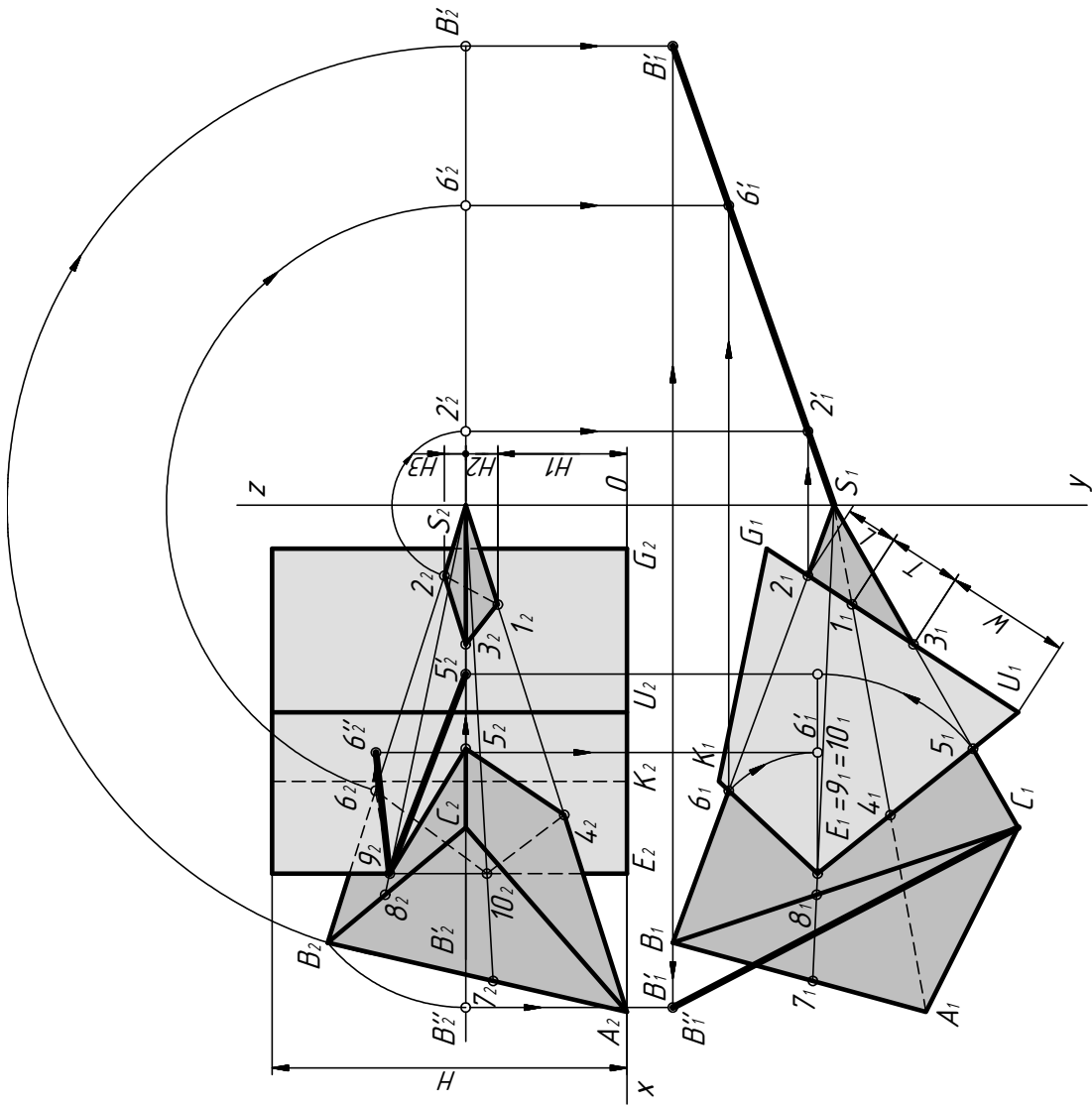


Рис. 12

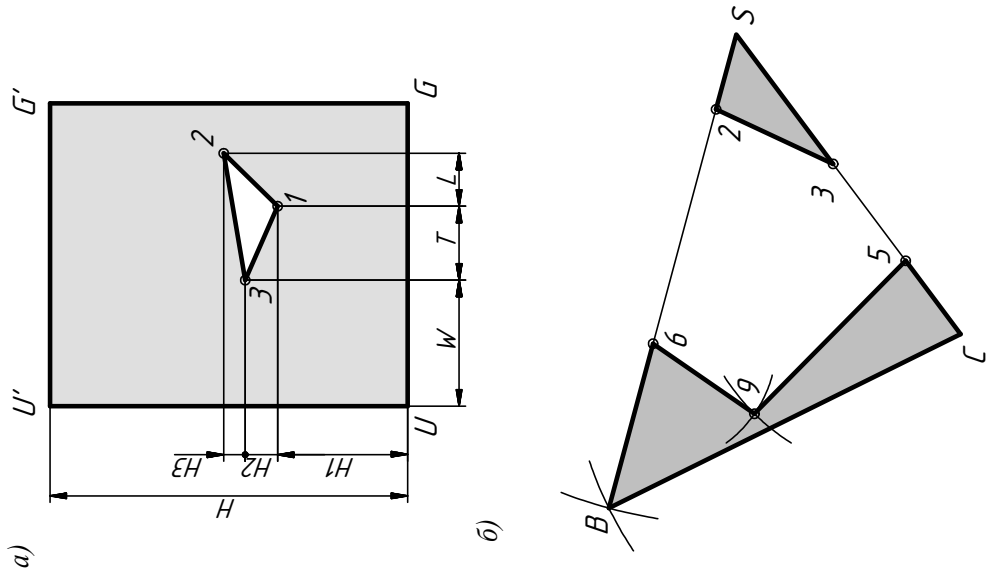


Рис. 13

Для построения развертки призмы проводим горизонтальную прямую; от произвольной точки этой прямой откладываем отрезки, равные длинам сторон основания призмы. Из полученных точек восстанавливаем перпендикуляры и на них откладываем величины, равные высоте призмы.

Полученные точки соединяем. Прямоугольник  $UGU'G'$  является разверткой боковой поверхности призмы. Для получения полной развертки поверхности призмы к развертке пристраиваем многоугольники ее оснований.

Строим на развертке линии пересечения призмы с пирамидой. Например, для определения положения точки 1 на развертке на отрезке  $UG$  от точки  $U$  вправо откладываем отрезок  $W+T$ , равный отрезку  $UI$ , измеренному на горизонтальной проекции призмы. Из полученной точки восстанавливаем перпендикуляр к отрезку  $UG$  и на нем откладываем высоту точки 1 –  $H1$ . Аналогично строим и остальные точки.

Рассмотрим развертку пирамиды (см. рис. 12, 13, б). Определяем натуральную величину каждого из ребер пирамиды способом вращения вокруг проецирующих осей. Зная натуральную величину ребер пирамиды, строим ее развертку, определяя последовательно величину граней пирамиды. На ребрах и гранях пирамиды наносим линию пересечения пирамиды с призмой. Рассмотрим построение развертки пирамиды на примере грани  $BCS$ . Определяем натуральную величину ребер. Ребро  $CS$  занимает горизонтальное положение, следовательно, проецируется на плоскость  $\pi_1$  в натуральную величину. Определяем натуральную величину ребер  $BS$  и  $BC$  способом вращения вокруг фронтально-проецирующих осей. На прямой произвольного направления откладываем натуральную величину ребра  $CS$ . Двумя засечками, равными натуральным величинам ребер, определяем положение вершины  $B$ . Треугольник  $BCS$  определяет величину грани  $BCS$  на развертке. Наносим линию пересечения многогранников. Точки 2 и 6 поворачиваем вокруг фронтально-проецирующей оси вместе с ребром  $BS$ . Откладываем натуральную величину отрезков  $B6$  и  $S2$  на ребре

*BS*. Отрезки *C5* и *S3* проецируются в натуральную величину на горизонтальную плоскость проекций. Откладываем их на развертке вдоль ребра *SC*. Положение точки 9 определяем двумя засечками отрезков 59 и 69.

### ЗАДАНИЕ №3. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

#### *Содержание задания.*

*Даны* ортогональные проекции двух поверхностей.

*Требуется* построить линию пересечения поверхностей в ортогональных проекциях и в аксонометрии. Построить развертки двух поверхностей с нанесением линий пересечения.

#### *Методические указания.*

Задание выполняется на трех листах чертежной бумаги формата А3 в масштабе 1:1. Дано представлено в табл. 4. На первом листе необходимо определить линии пересечения этих поверхностей. Задачи рекомендуется решать способами секущих плоскостей и концентрических сфер (рис. 14). На втором листе построить аксонометрические проекции пересекающихся поверхностей (рис. 15). На третьем листе построить развертки двух любых поверхностей вращения с нанесением линий пересечения (рис. 16). Поверхности отмыть разными цветами слабым раствором акварельной краски на трех листах.

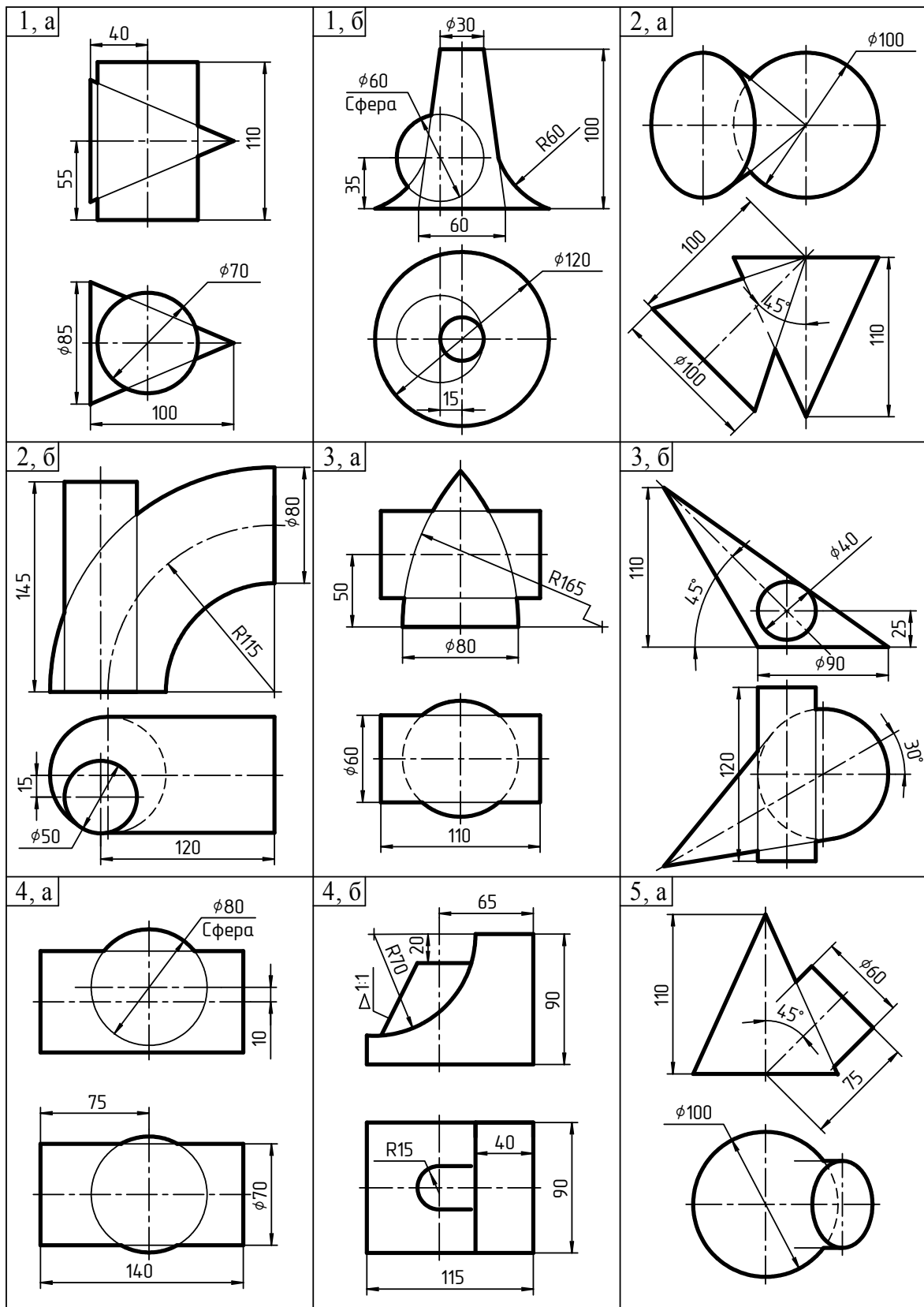
Рассмотрим решение первой части задания.

Перечертить на первый лист из табл. 4 пересекающиеся поверхности. Размеры не проставлять (см. рис. 14). Для нахождения линий пересечения двух поверхностей выбираем рациональный способ решения, т. е. выбираем такие секущие плоскости или сферы, которые бы одновременно пересекали обе заданные поверхности по прямым линиям или окружностям). Каким бы способом не решалась задача, построение линии пересечения надо начинать с определения опорных точек. К этим точкам относятся:

– точки, проекции которых лежат на проекциях очерковых линий одной из поверхностей, например на крайних образующих цилиндра

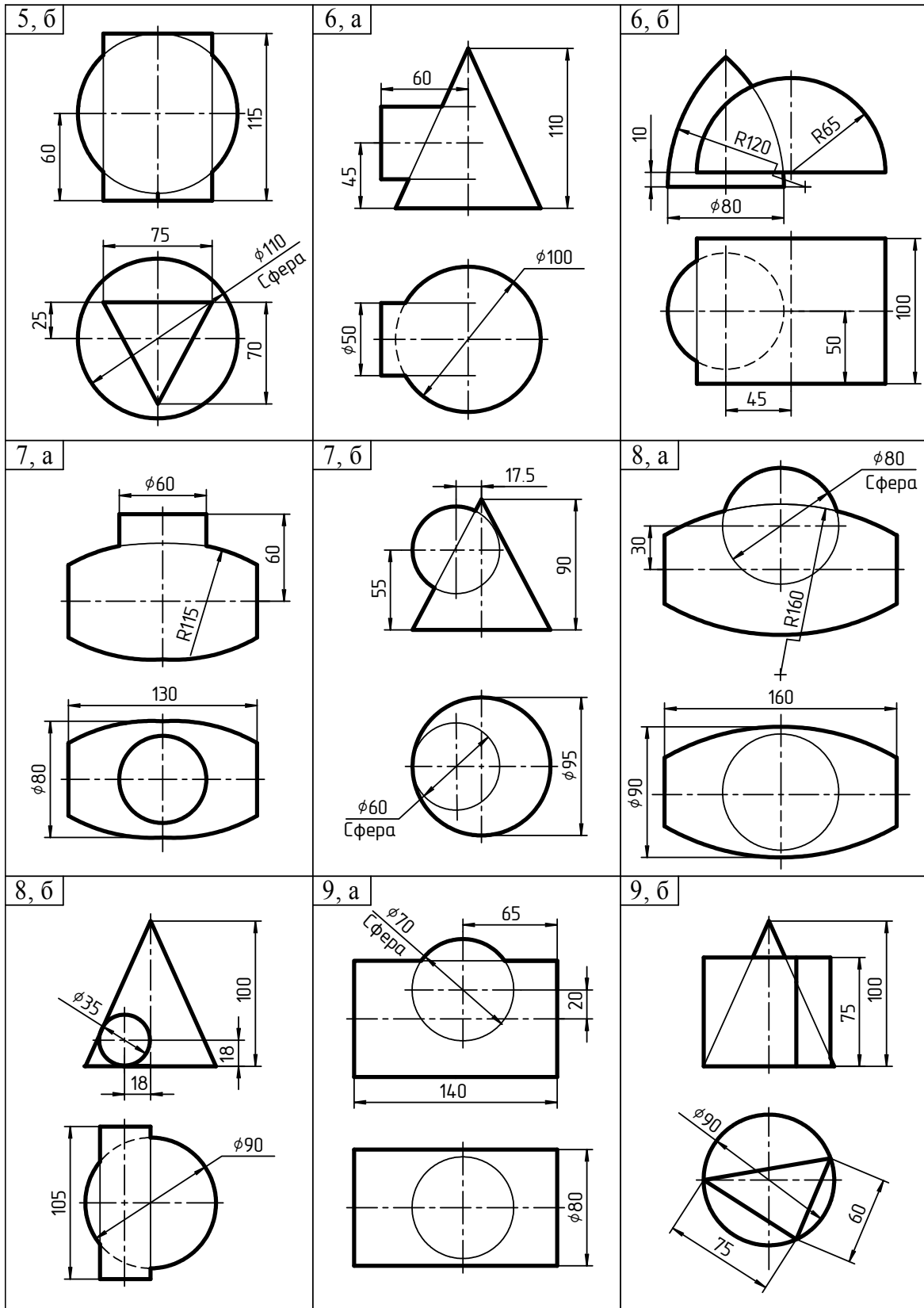


Данные к заданию №3

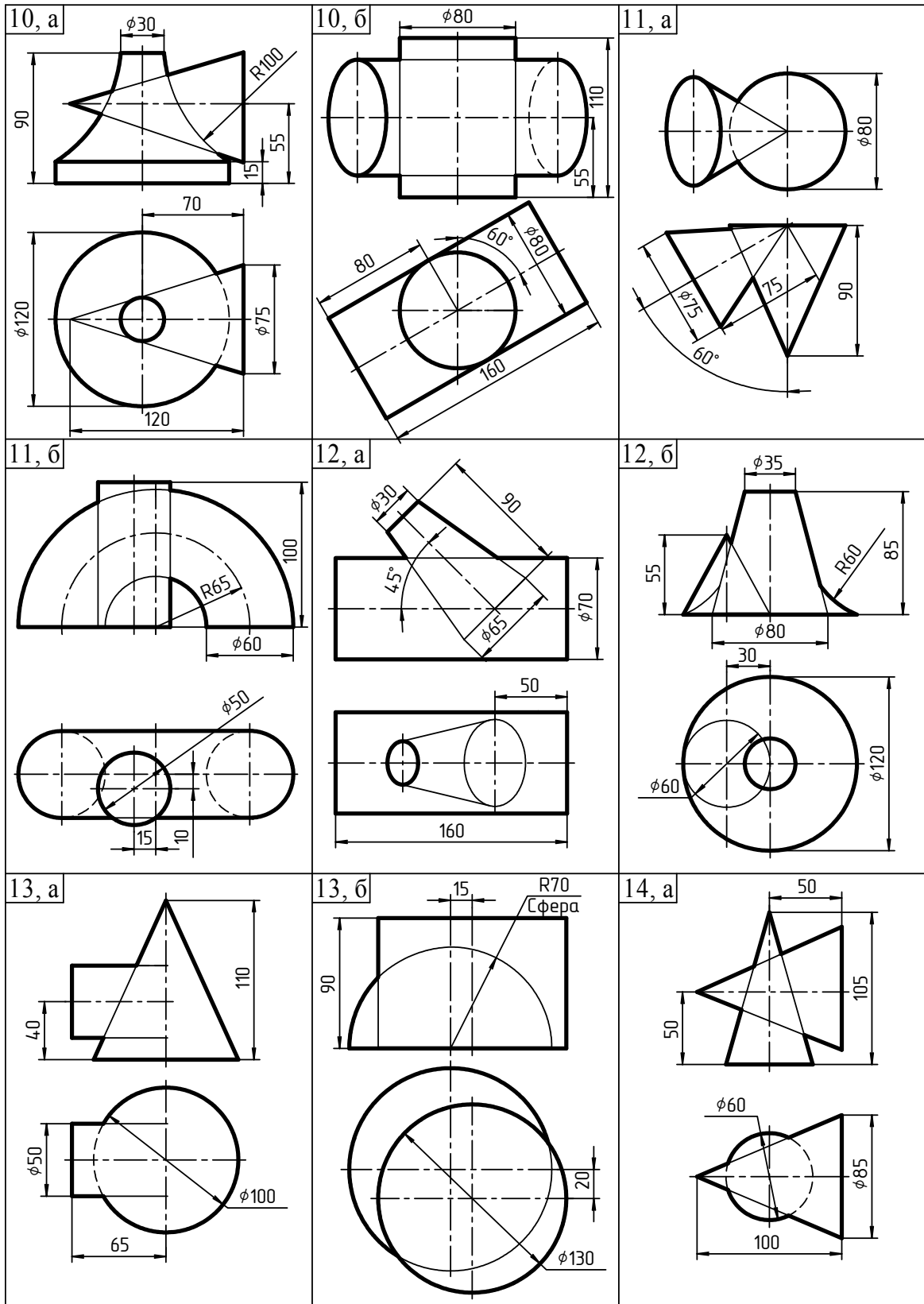


Продолжение табл. 4

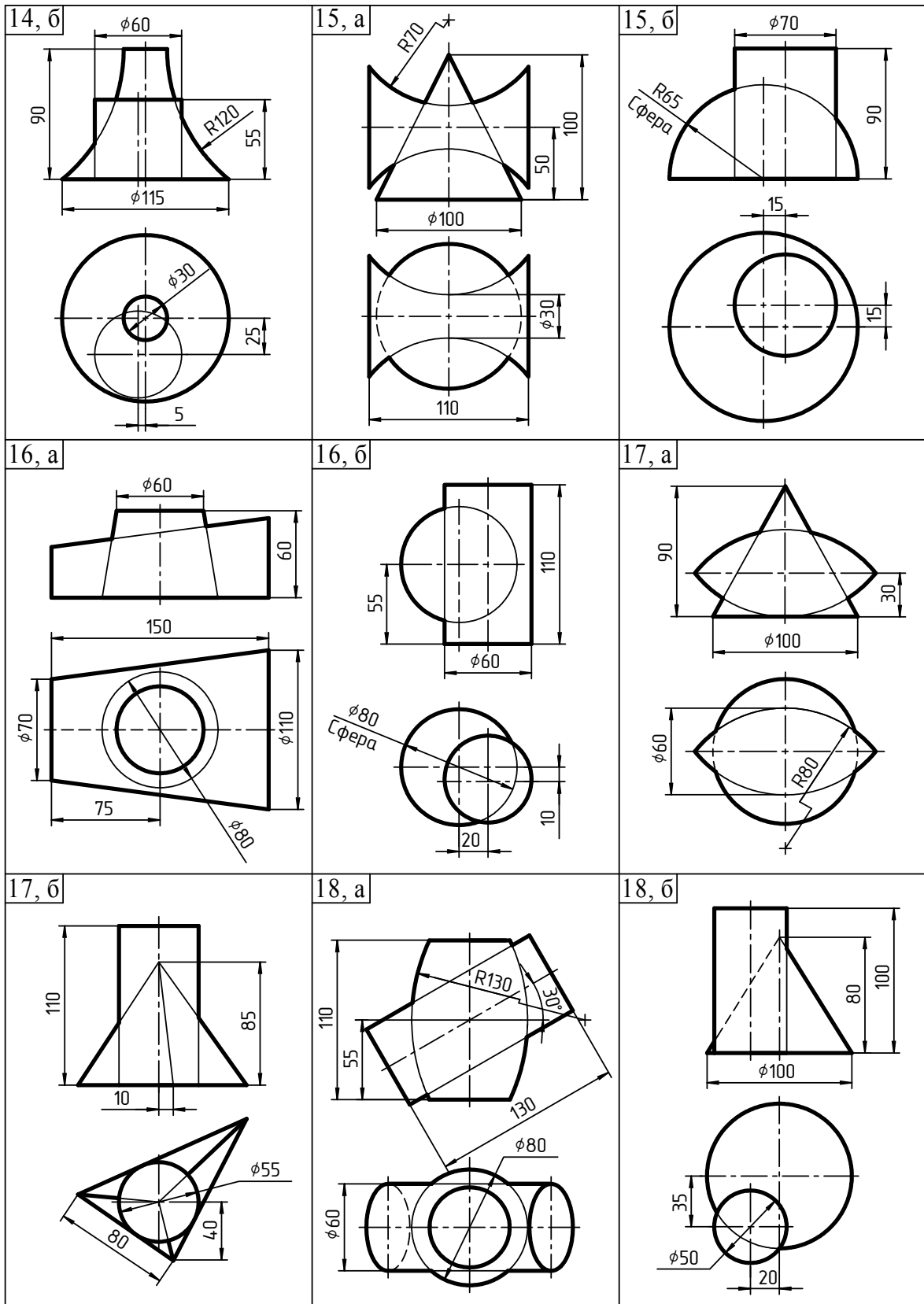
Данные к заданию №3



Данные к заданию №3

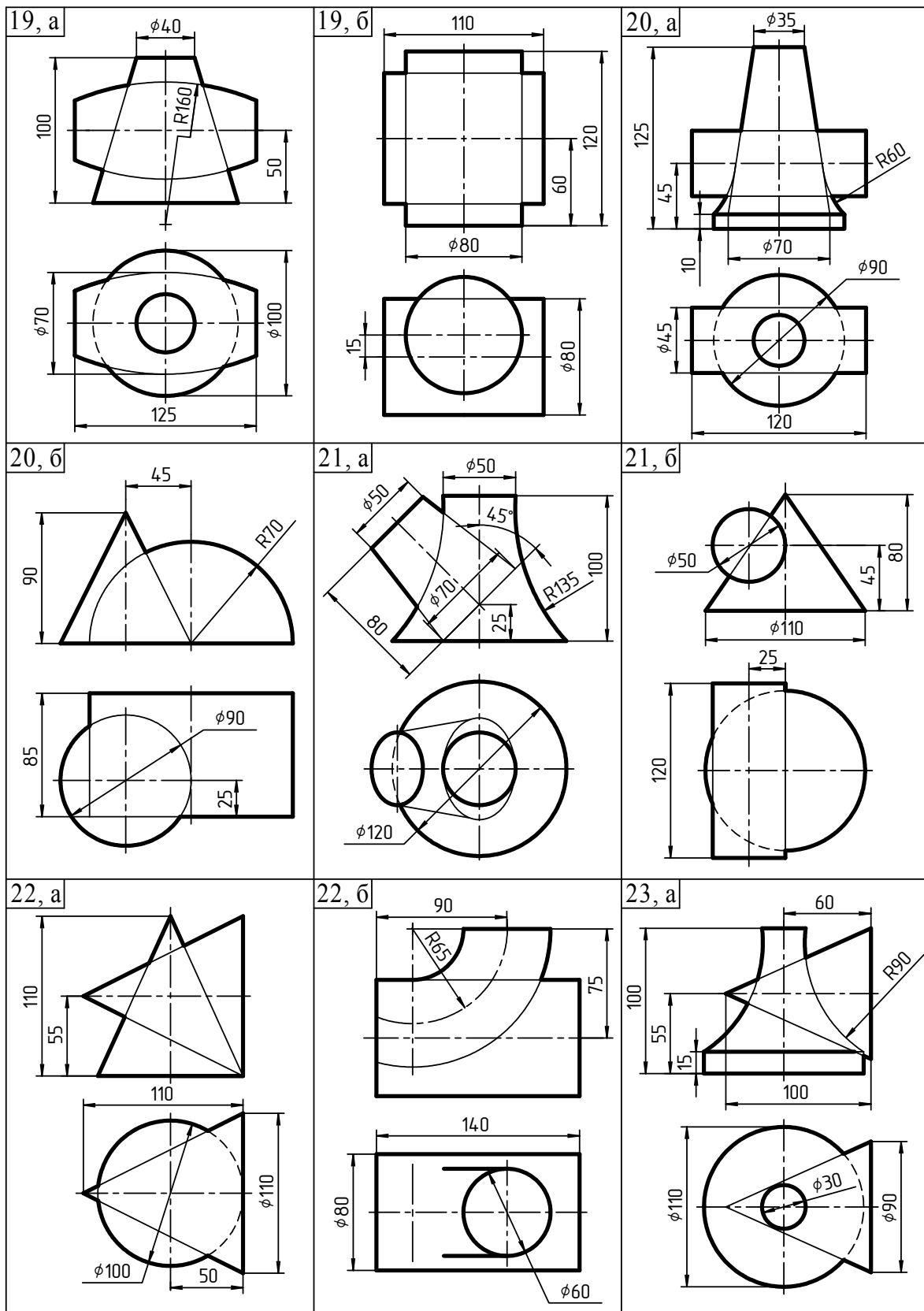


Продолжение табл. 4  
Данные к заданию №3

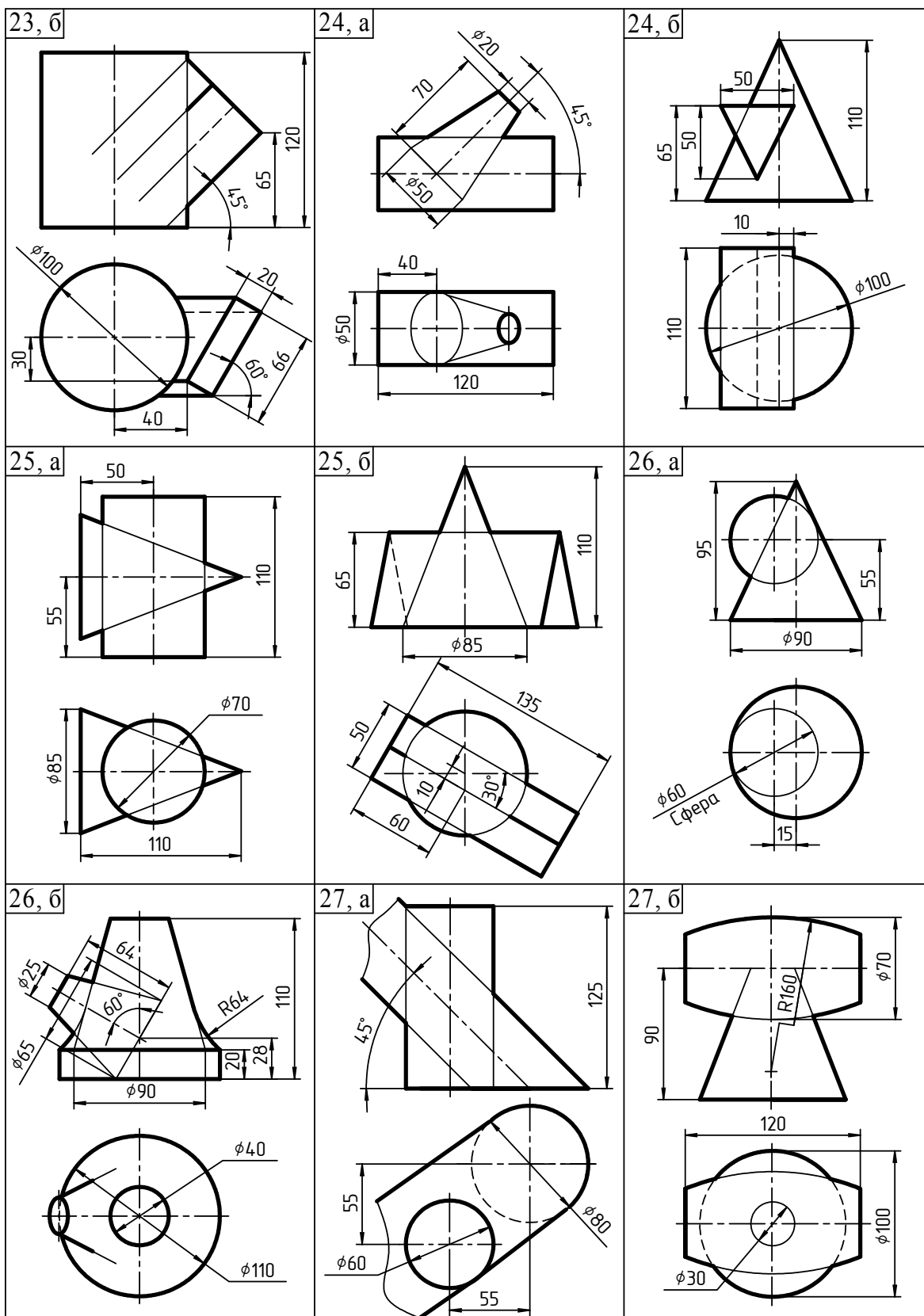


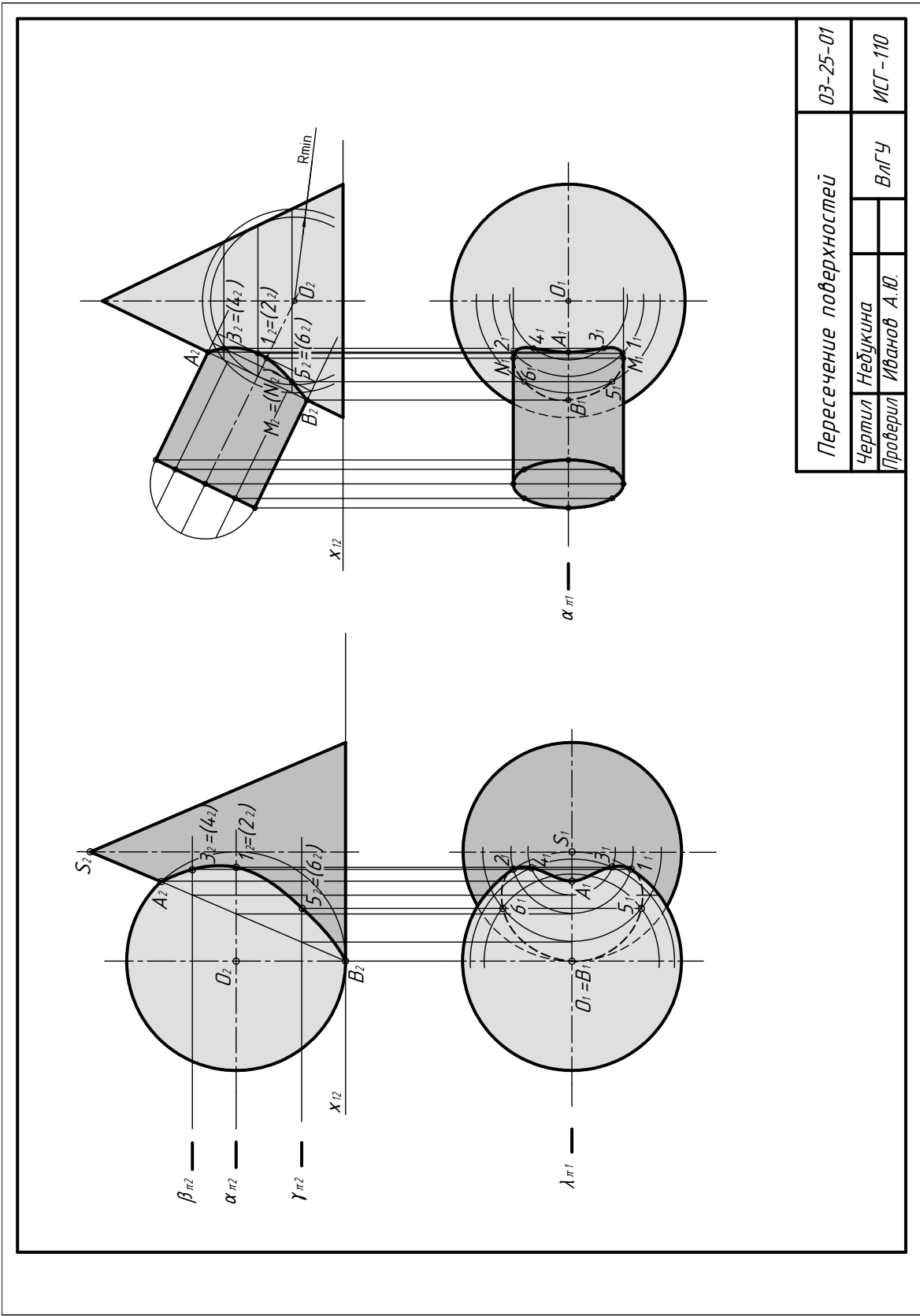
Продолжение табл. 4

Данные к заданию №3



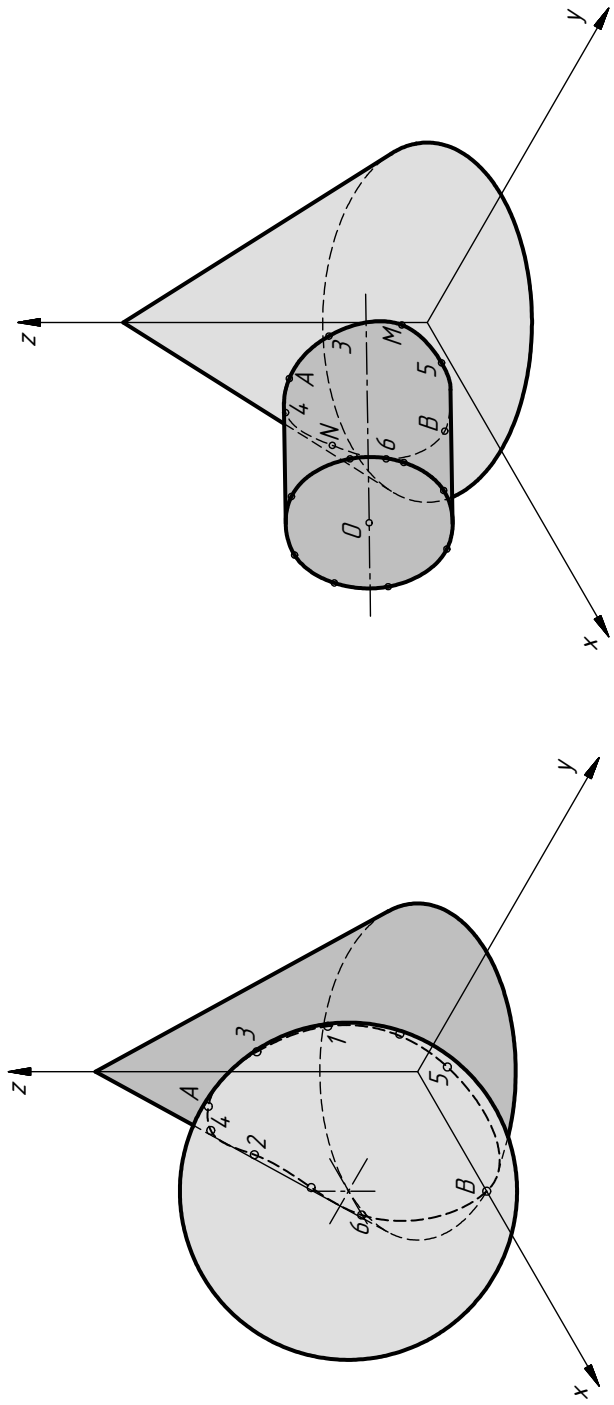
Данные к заданию №3





Пересечение поверхностей		03-25-01
Чертил	Недужкина	ВЛГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	ИСГ-110

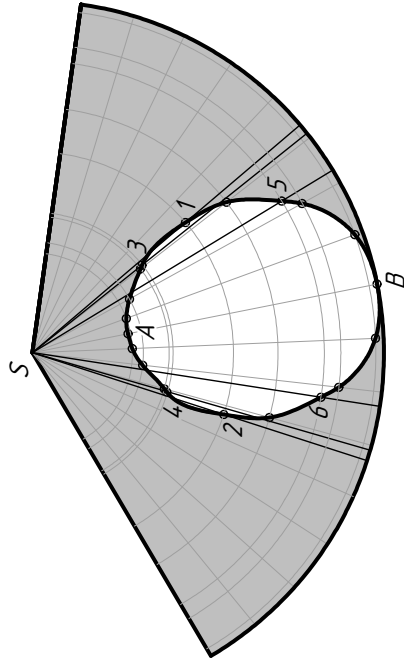
Рис. 14



Пересечение поверхностей		03-25-02	
Чертил	Недудкина	ВлГУ	
Проверил	Иванов А.Ю.	ИСГ-110	

Рис. 15





Развертка поверхностей		03-25-03
Чертил	Небукина	ВЛГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	

Рис. 16

или конуса, на главном меридиане и экваторе сферы, а также точки, отделяющие видимую часть линии пересечения от невидимой;

– точки, наиболее удаленные от плоскостей проекций и наиболее близкие, высшие и низшие.

Этапы решения задачи пересечения сферы с конусом (см. рис. 14):

1. Решение начинаем с построения опорных точек  $A$  и  $B$ . Через ось симметрии проводим плоскость  $\lambda \parallel \pi_2$ , которая пересекает поверхности сферы и конуса по очеркам на фронтальной плоскости проекций. По линиям связи находим горизонтальные проекции точек  $A(A_1)$  и  $B(B_1)$ .

2. Находим точки 1 и 2, которые отделяют видимую часть линии пересечения от невидимой. Для этого через экватор сферы проводим секущую плоскость  $\alpha \parallel \pi_1 \wedge \perp \pi_2$  ( $\alpha_2$ ), которая пересечет сферу по окружности радиуса  $R$ , а конус – по окружности радиуса  $r$ . В пересечении этих окружностей на плоскости  $\pi_1$  определяются точки  $1_1$  и  $2_1$ , а по линиям связи –  $1_2$  и  $2_2$ .

3. С помощью горизонтальных плоскостей-посредников  $\beta$  и  $\gamma$ , которые пересекают данные поверхности по окружностям, находим точки 3, 4, 5, 6 (см. рис. 14).

4. Фронтальную и горизонтальную проекции линии пересечения сферы с конусом обводим красным цветом (с учетом видимости).

Во второй задаче даны конус и наклонный цилиндр, оси которых пересекаются и лежат в одной плоскости, параллельной плоскости  $\pi_2$ . Поэтому для построения линий пересечения принимаем способ концентрических сфер, центр которых расположен в точке  $O$  пересечения осей.

1. Решение начинаем с определения проекций  $A_2, B_2, A_1, B_1$  опорных точек  $A$  и  $B$ , лежащих на пересечении очерковых образующих поверхностей.

2. Чтобы определить точку перегиба линии пересечения, необходимо задать сферу  $R_{min}$ . Ее выбираем так, чтобы она вписалась в очерк одной поверхности и пересекала очерк другой поверхности. В

данном случае сфера  $R_{min}$  касается образующих конуса и пересекает образующие цилиндра. На основании теории о соосных поверхностях заданные поверхности будут пересекаться со сферой по окружностям, которые на  $\pi_2$  проецируются в отрезки прямых. В пересечении этих отрезков отмечаем общие точки  $1_2$  и  $1_2$ , принадлежащие обеим заданным поверхностям. По линии связи находим горизонтальные проекции  $1_1$  и  $2_1$ .

3. Изменив радиус вспомогательной сферы на больший, чем  $R_{min}$ , но оставив ее центр в точке  $O(O_2)$ , определяем промежуточные точки линии пересечения заданных поверхностей ( $5_2 = 6_2; 3_2 = 4_2$ ). По линиям связи находим их горизонтальные проекции.

4. Там, где линия пересечения на  $\pi_2$  пересекает ось цилиндра, отмечаем точки  $M(M_2) = N(N_2)$ , отделяющие на  $\pi_1$  видимую часть линии пересечения от невидимой на горизонтальной плоскости проекций.

5. Обводим линию пересечения красным цветом (с учетом видимости).

Рассмотрим решение второй части задания. Построение изометрических изображений поверхностей с нанесением линии их пересечения.

Рекомендуется построить аксонометрическое изображение в прямоугольной изометрии или диметрии.

Для построения аксонометрического изображения сначала на ортогональном чертеже размещаем прямоугольные оси координат  $x$ ,  $y$ ,  $z$ , к которым относятся данные поверхности. Оси выбираем так, чтобы изображение было бы наглядным, обеспечивало видимость поверхностей и линии их пересечения, и по осям было бы удобно измерять координаты точек.

Например, при построении аксонометрии поверхности вращения одну из осей системы координат целесообразней совместить с осью поверхности вращения.

На рис. 15 ось  $z$  совмещена с осью конуса, а оси  $x$  и  $y$  лежат в плоскости основания конуса. Построение аксонометрии прямого кру-

гового конуса сводится к построению аксонометрии его основания и вершины. Вторичная проекция основания – эллипс. Заменяем его овалом.

Построение аксонометрии наклонного кругового цилиндра сводится к построению аксонометрии его оси и основания. Центр эллипса основания определяем по координатам. Построение эллипсов и расположение их осей описано в [7]. Если окружность основания расположена в наклонной плоскости, то эллипс строится по трем координатам его точек (см. рис. 15).

При построении аксонометрии сферы надо учитывать, что в прямоугольной изометрии и диметрии очерк сферы изображается окружностью соответственно диаметром  $1,22d$  и  $1,06d$ .

При построении аксонометрии криволинейных поверхностей вращения можно использовать метод сечений (рис. 17, а, б). Для построения очерка поверхности рассекаем поверхность рядом плоскостей. Затем строим проекции этих сечений в аксонометрии. Кривая, огибающая проекции сечений, представляет собой очерк поверхности вращения.

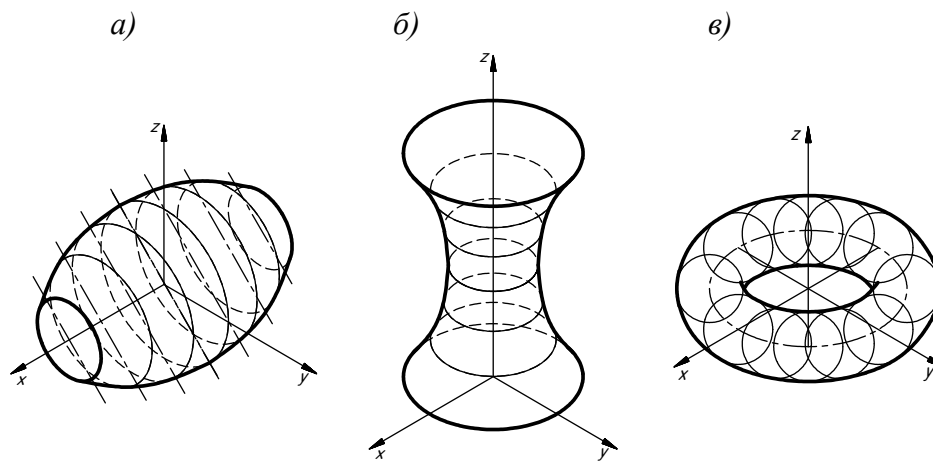


Рис. 17

Для криволинейных поверхностей, в которые могут быть вписаны сферы, при построении прямоугольных аксонометрических проекций используют метод касательных сфер (рис. 17, в). Чтобы построить очерк поверхности, надо построить аксонометрию направляющей осевой линии, на которой располагаются центры образующих вписанных сфер. Эти сферы в прямоугольной изометрии и ди-

метрии изображаются окружностями  $1,22d$  и  $1,06d$ . Кривые, огибающие эти окружности, будут очерком поверхности.

Рассмотрим решение третьей части задания. Построение развертки двух из четырех поверхностей с нанесением линии их пересечения.

Разверткой поверхности называется плоская фигура, построенная совмещением ее с плоскостью.

Построение развертки многогранных поверхностей (пирамиды и призмы) рассмотрено в задании №2.

Развертка цилиндрической поверхности выполняется аналогично развертке призмы, так как в заданный цилиндр вписываем  $n$ -угольную призму (рис. 18, а, б).

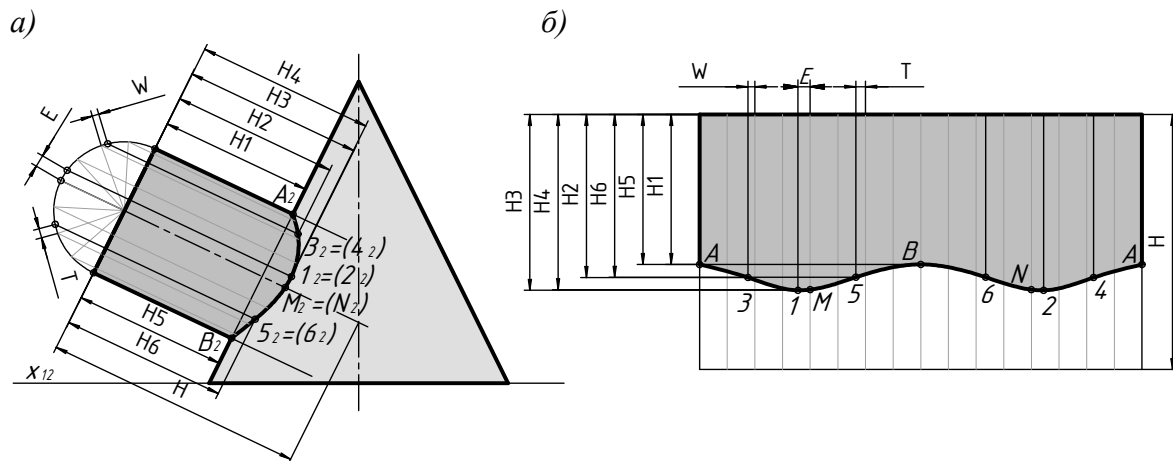


Рис. 18

Если основание цилиндра и образующие параллельны плоскостям проекций, то их натуральную величину можно определить без дополнительных построений (см. рис. 18, а). В этом случае расстояния  $H1 - H$  откладываем по образующим цилиндра. Находим точки  $A, M, B, N$ , лежащие на этих образующих. Затем откладываем расстояния  $W, E, T$  от соответствующих образующих и находим точки  $1, 3, 5$ , как показано на рис. 18, б, (точки  $2, 4, 6$  находим симметрично). Затем соединяем полученные точки.

В остальных случаях надо использовать способы преобразования чертежа, или способ раскатки, или способ нормального сечения.

Развертка конической поверхности выполняется аналогично развертке пирамиды (рис. 19, а, б). Сначала в заданный конус вписываем  $n$ -угольную пирамиду. Затем строим развертку боковой поверхности вписанной пирамиды. Соединив концы ребер плавной кривой, получаем приближенную развертку боковой поверхности конуса.

Для нанесения линии пересечения на развертку конуса точки, принадлежащей линии пересечения, сначала проецируем на очерковую образующую, так как только она проецируется на плоскость  $\pi_2$  в натуральную величину. Затем замеряем расстояния  $L1 - L$ , отмечаем их на соответствующих образующих (см. рис. 19, а, б) и соединяем полученные точки.

Для поверхностей, относящихся к неразвертываемым, например, сферы, тора, возможно построение условной приближенной развертки. Для выполнения ее поверхность обычно разбивают на ряд элементов, которые могут быть заменены элементами цилиндрической или конической поверхностей.

#### **ЗАДАНИЕ №4. ЛИНИИ СРЕЗА, ПЕРЕХОДА СФЕРЫ**

##### ***Содержание задания.***

*Даны* горизонтальная и фронтальная проекции сферы.

*Требуется:*

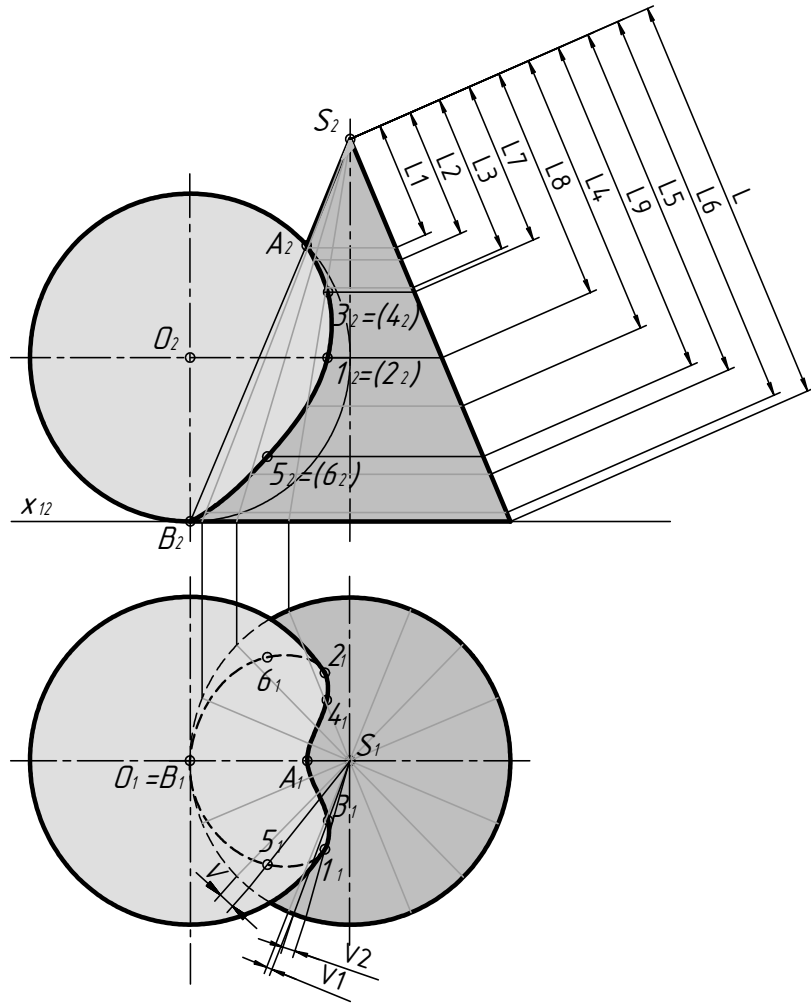
Построить изображения сферы с необходимыми простыми разрезами. Выполнить прямоугольную изометрию сферы с вырезом одной четвертой части поверхности.

##### ***Методические указания.***

Задание выполняется на двух листах формата А3, расположенных горизонтально. Варианты заданий представлены в табл. 5. Пример выполнения заданий приведен на рис. 20, 21.

При построении линий среза надо учитывать, что при пересечении сферы плоскостью в сечении получается окружность радиуса от оси до очерка сферы. Эта окружность может проецироваться в

a)



b)

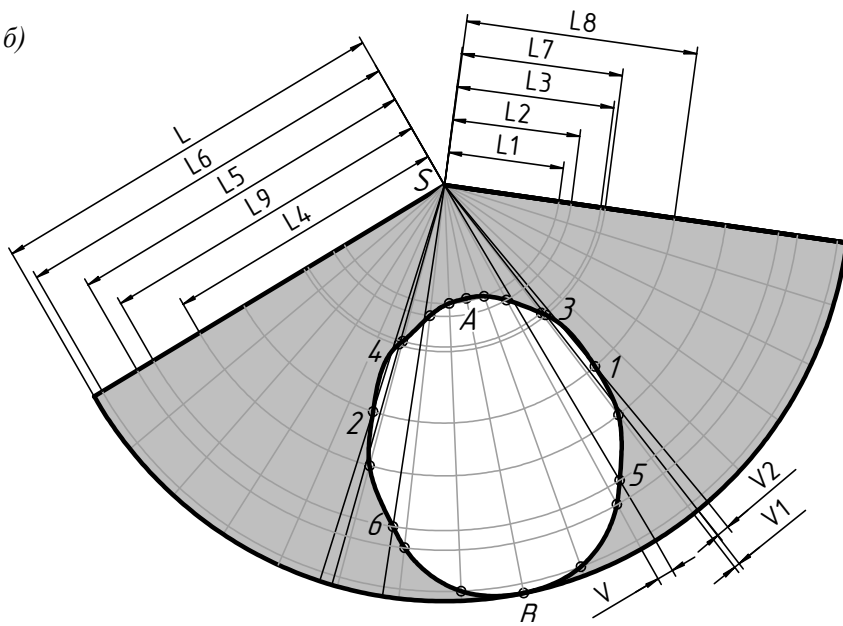
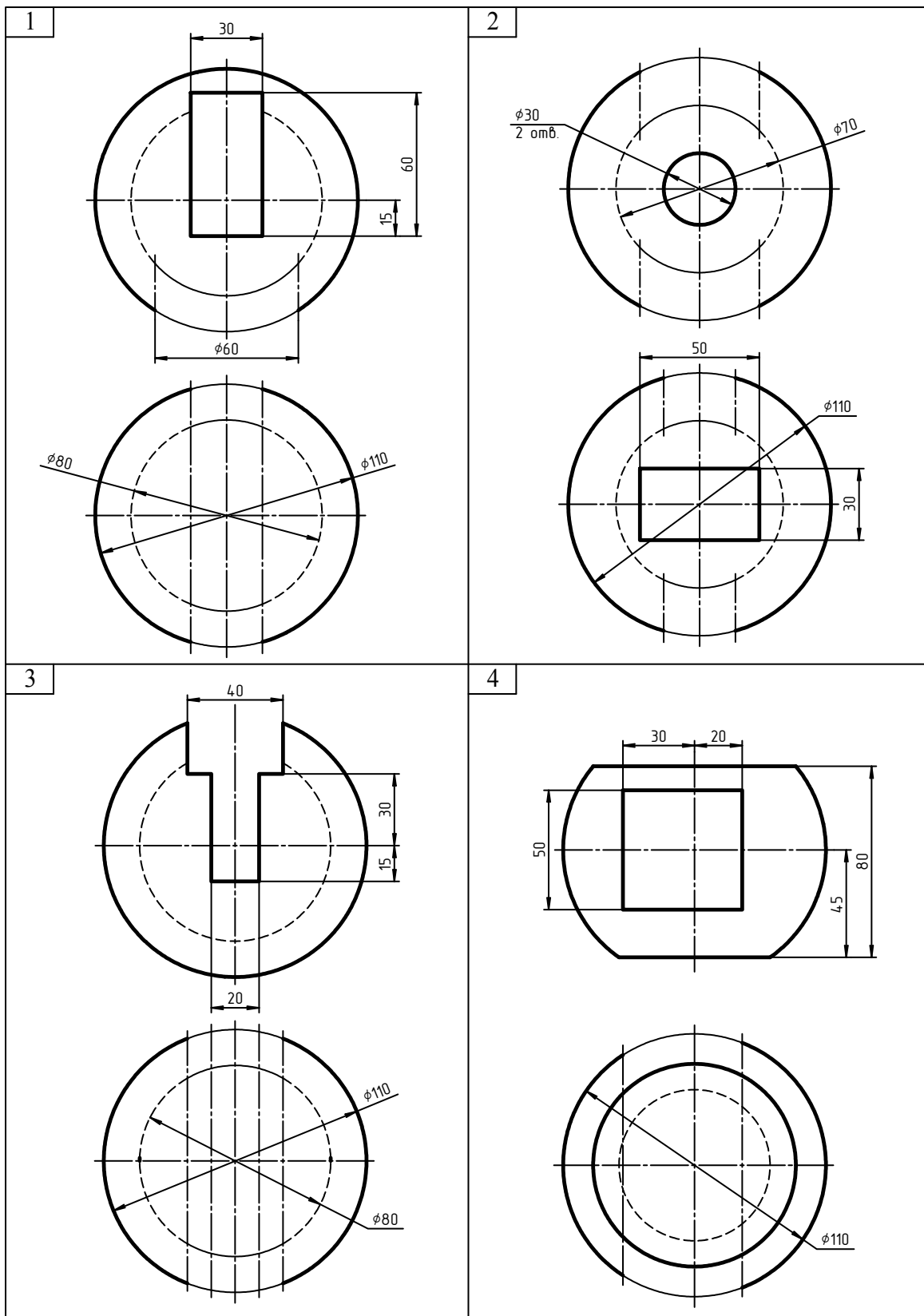


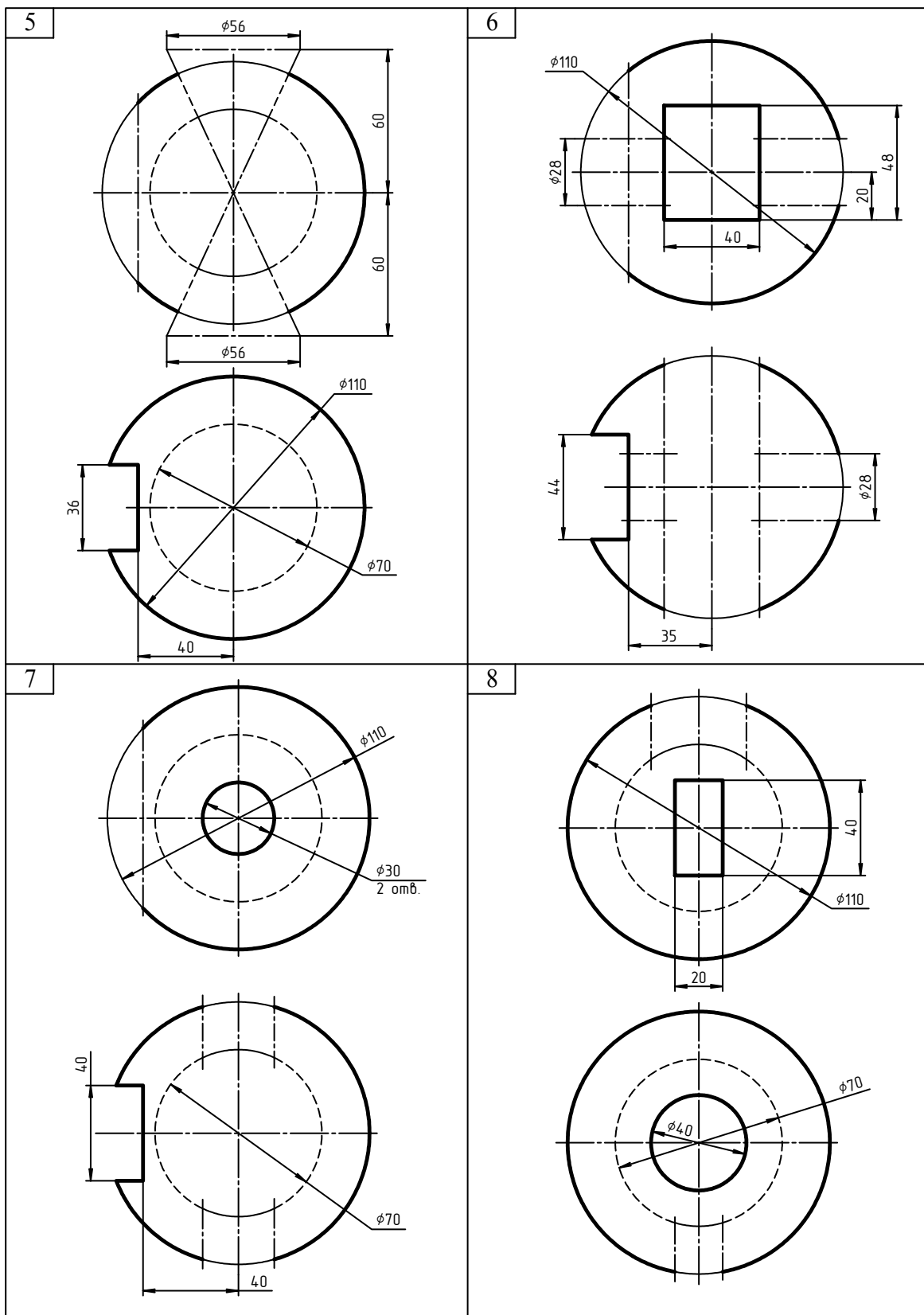
Рис. 19

Данные к заданию №4

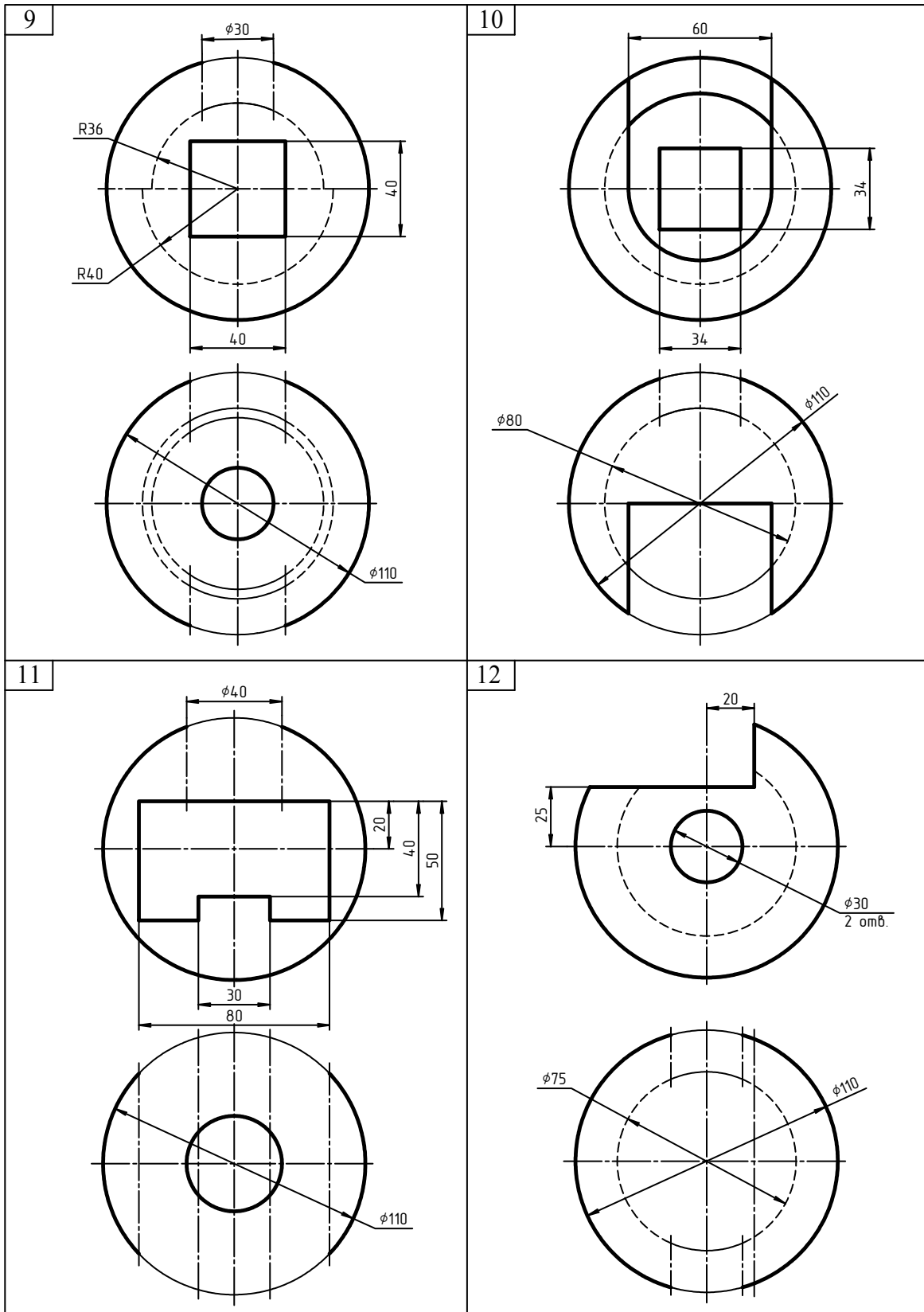




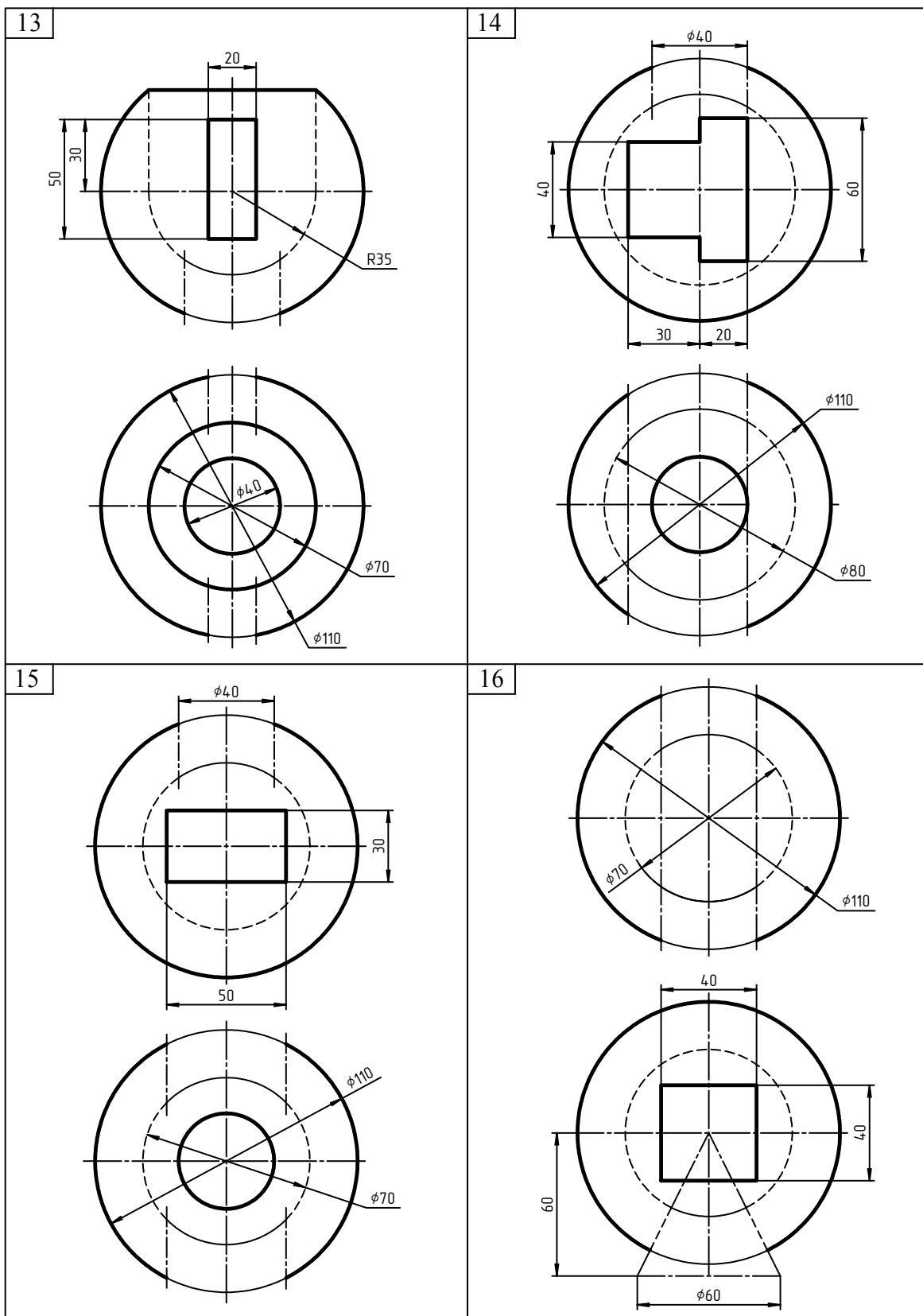
Данные к заданию №4



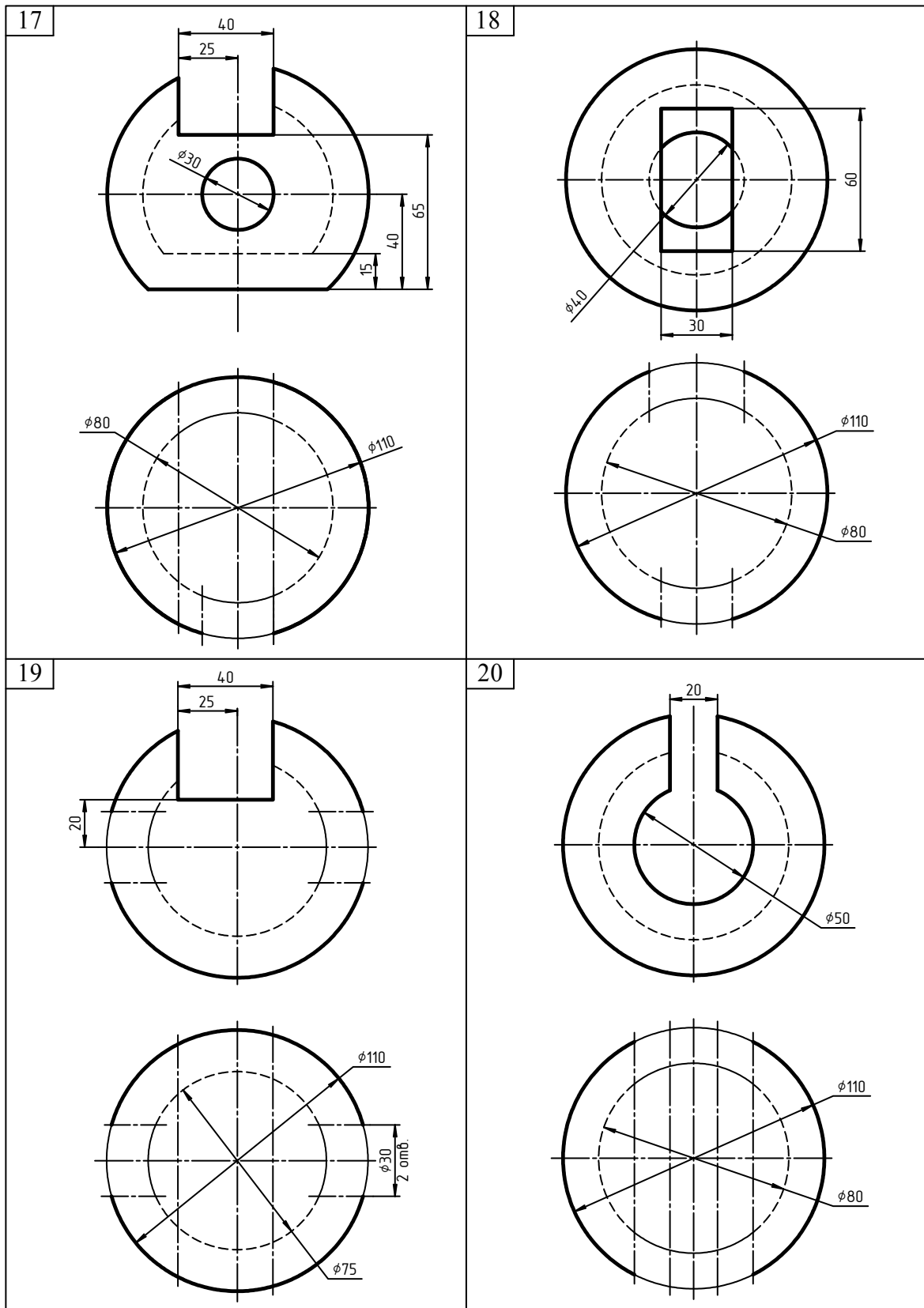
Данные к заданию №4



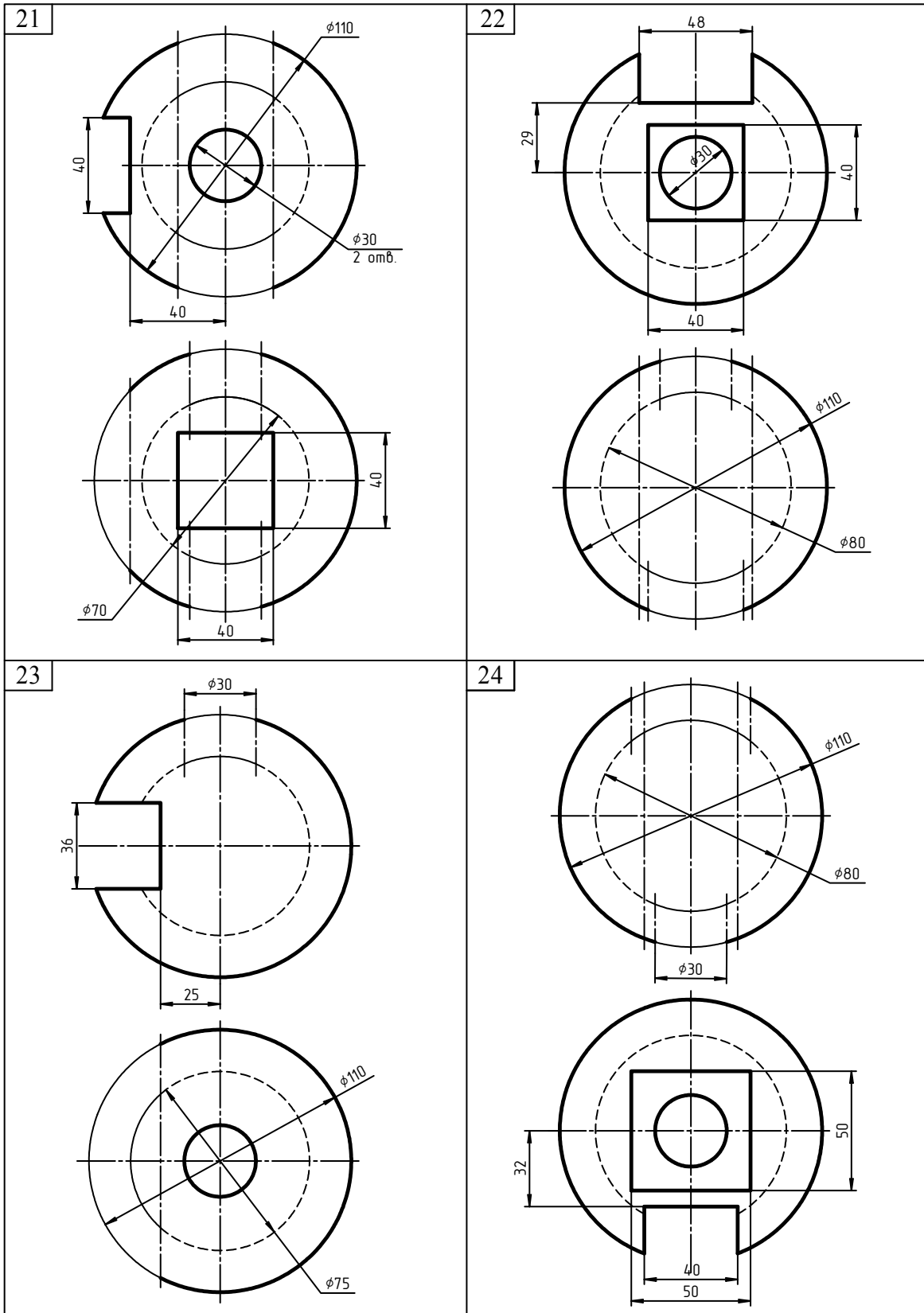
Данные к заданию №4

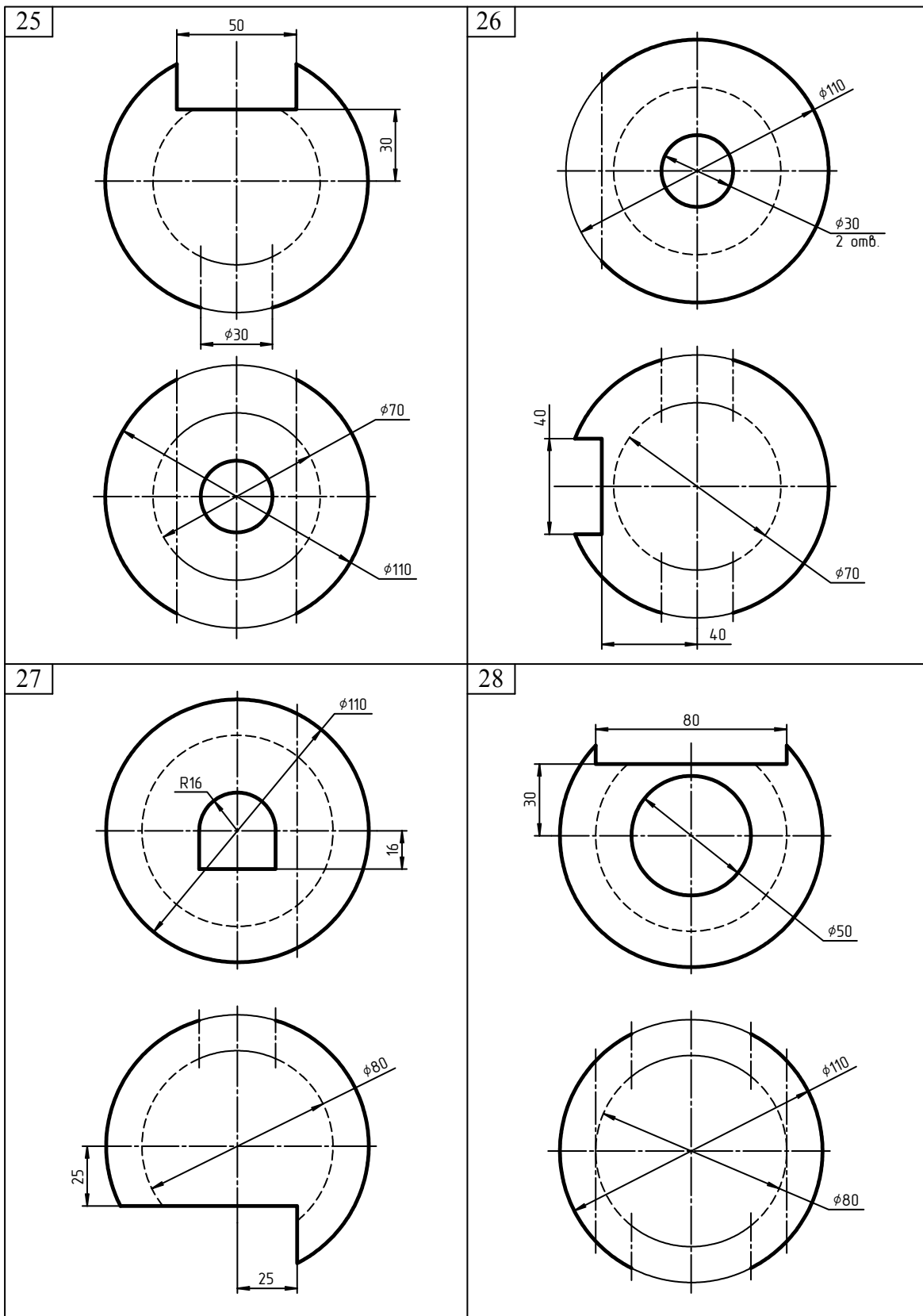


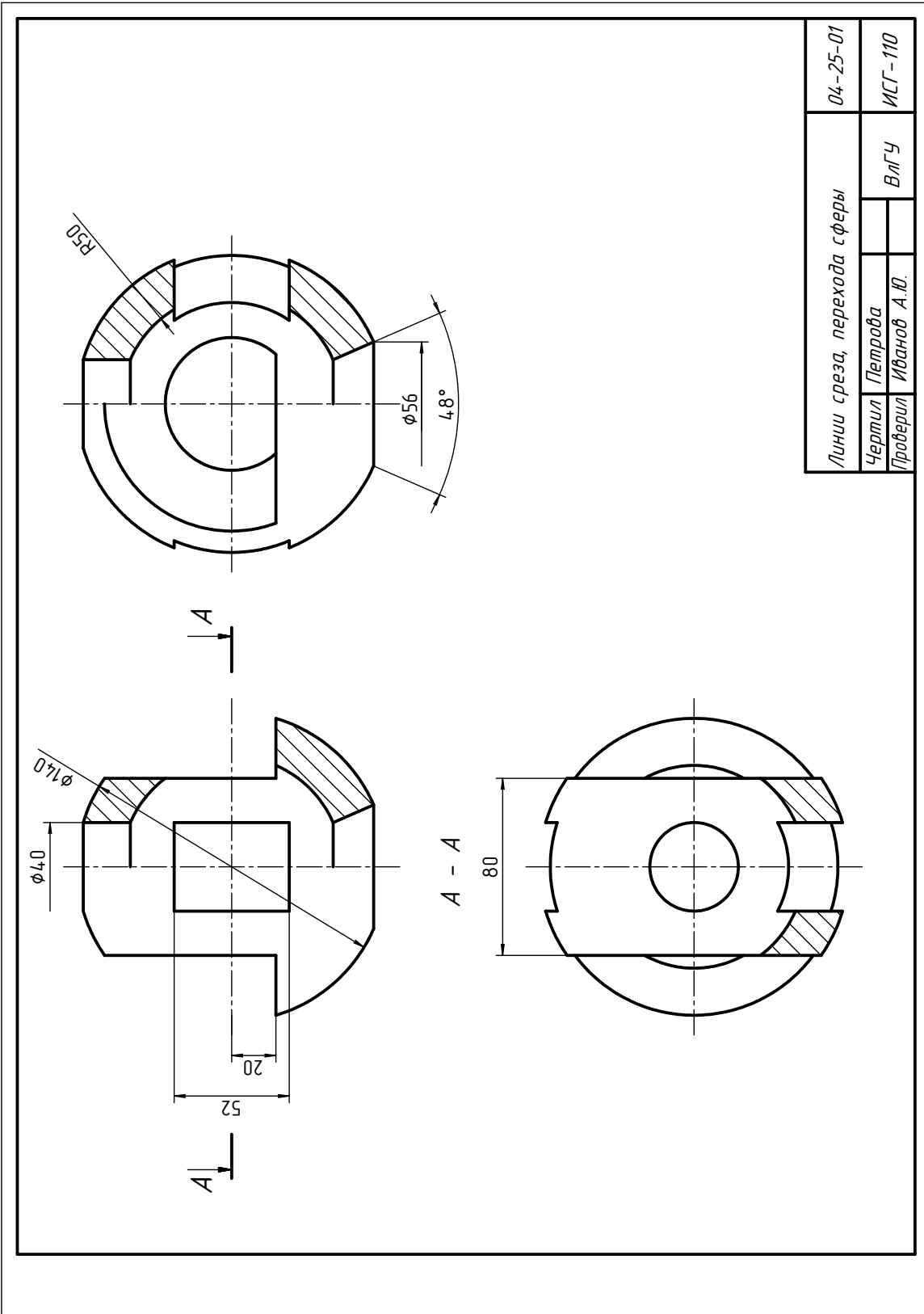
Данные к заданию №4



Данные к заданию №4

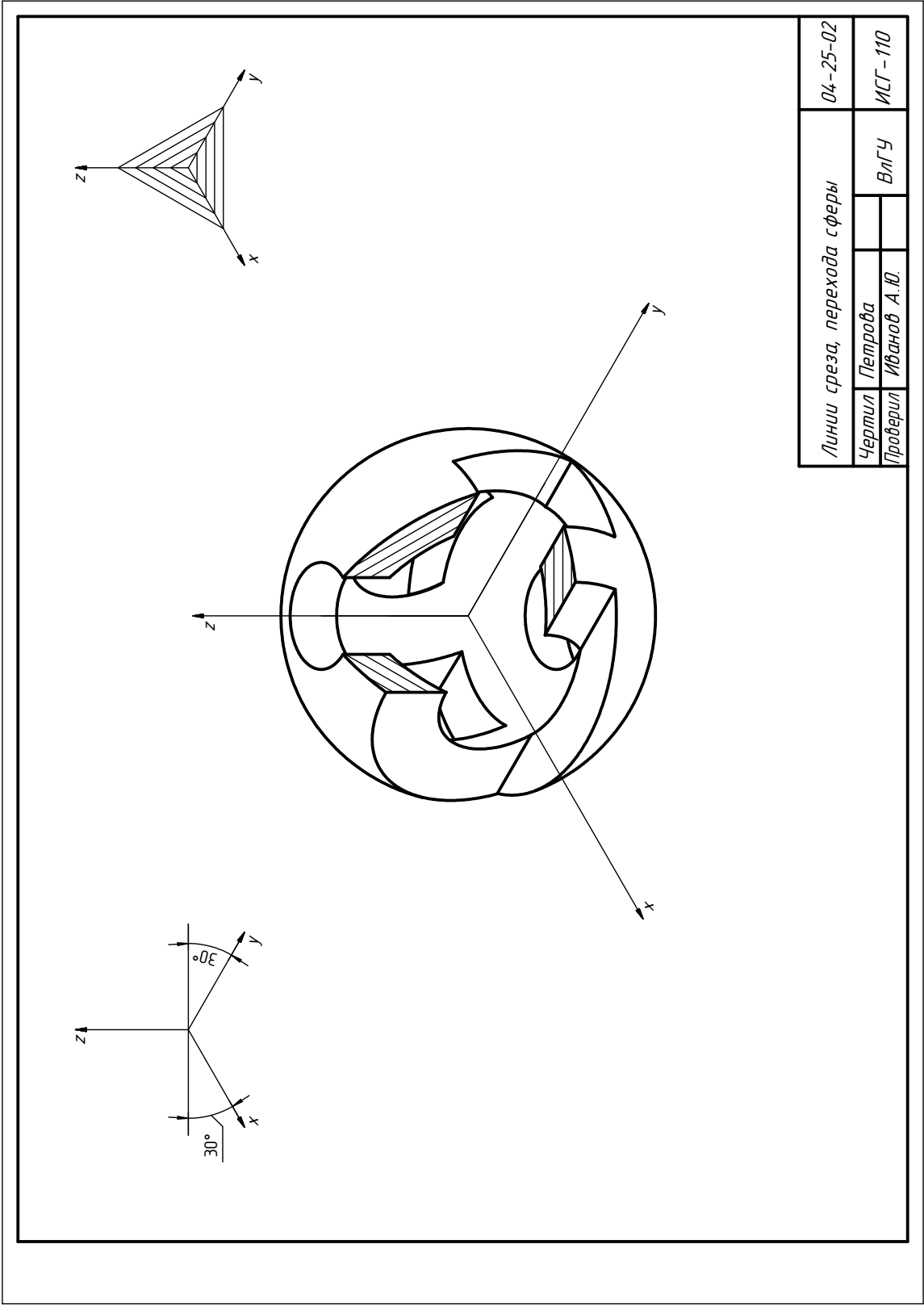






Линии среза, перехода сферы		04-25-01
Чертил	Петрова	ВлГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	
		ИСГ-110

Рис. 20



Линии среза, перехода сферы		04-25-02
Чертил	Петрова	ВЛГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	

Рис. 21



зависимости от расположения секущей плоскости в окружность, прямую или эллипс (рис. 22, *а, б, в*, 23, *а, б*).

Выбор способа построения линий перехода зависит от вида и формы вырезов и отверстий. Если отверстие имеет форму поверхности вращения соосную с данной сферой, то линия их пересечения представляет собой общую параллель, проходящую через точки пересечения очерков (рис. 24, *а, б, в*). Ввиду того, что у сферы за ось вращения можно принять любой из ее диаметров, то любая поверхность, ось которой проходит через центр сферы, будет соосна с данной сферой (рис. 24, *г*).

Если вырез имеет призматическую форму, то плоскости выреза пересекают сферу по параллелям радиуса от оси сферы до очерка.

Наглядное изображение сферы рекомендуется выполнить в прямоугольной изометрии. В прямоугольной изометрии сфера проецируется на аксонометрическую плоскость в окружность диаметром  $1,22d$ . При построении линий среза и перехода надо учитывать, что окружности, расположенные в горизонтальной, фронтальной и профильной плоскостях будут проецироваться в эллипсы, большие оси которых перпендикулярны отсутствующей в этой плоскости оси, а малые – направлены по этой оси (рис. 25).

Величина диаметров линий среза, перехода измеряется по ортогональному чертежу. Штриховка выреза сферы осуществляется в соответствии с рис. 26.

## **ЗАДАНИЕ №5. ЛИНИИ СРЕЗА, ПЕРЕХОДА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕТАЛИ**

### ***Содержание задания.***

*Даны* ортогональные проекции технической детали, состоящей из нескольких частей.

### ***Требуется:***

Построить недостающее изображение детали и линии среза, перехода. Начертить аксонометрическую проекцию детали.

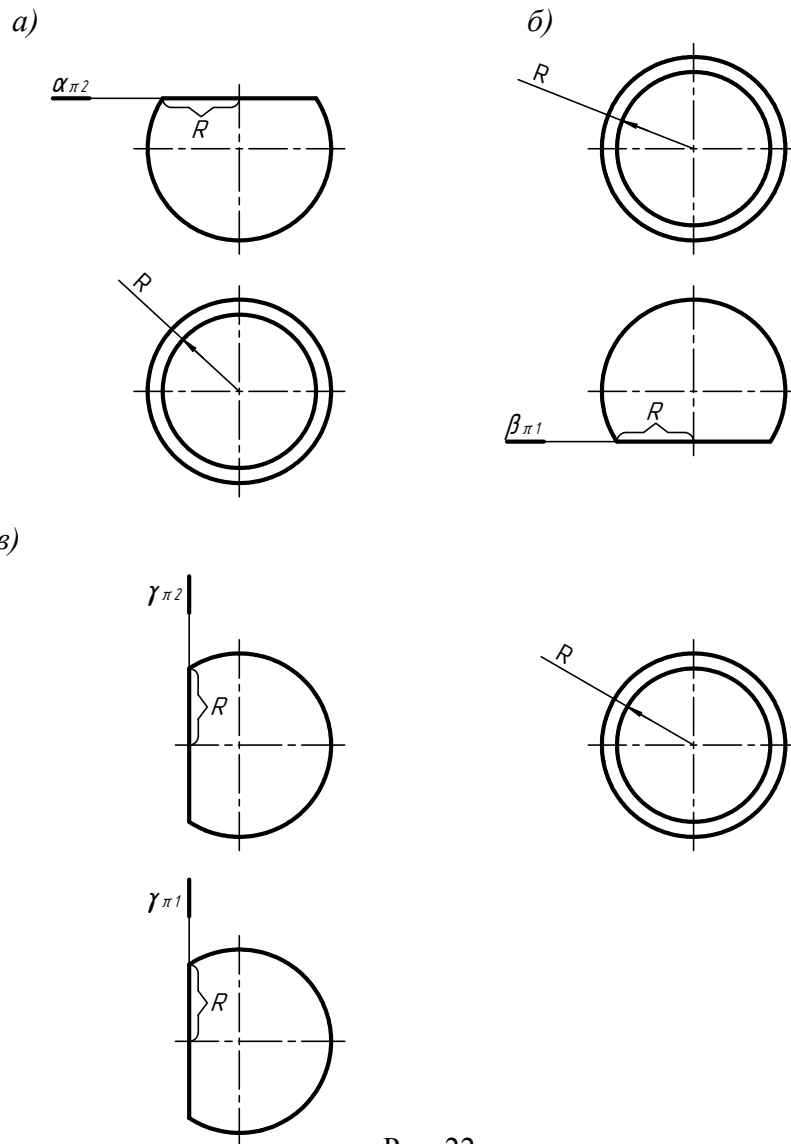


Рис. 22  
а) б)

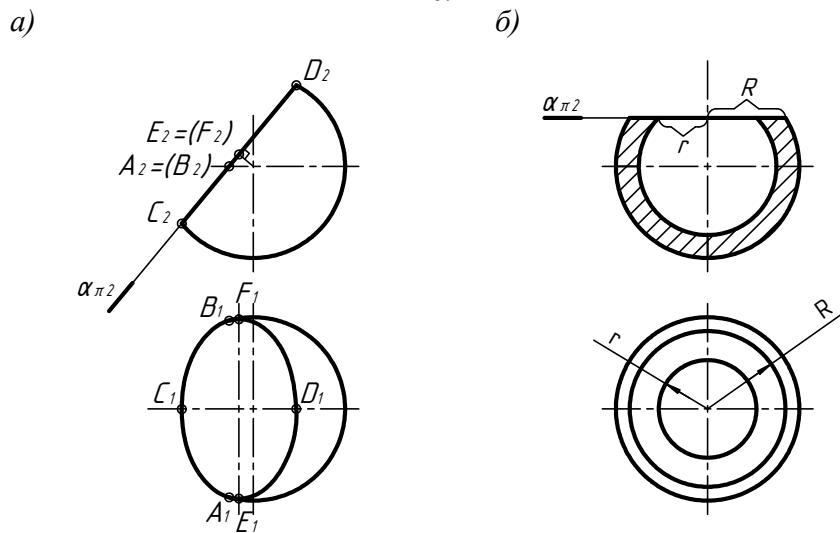
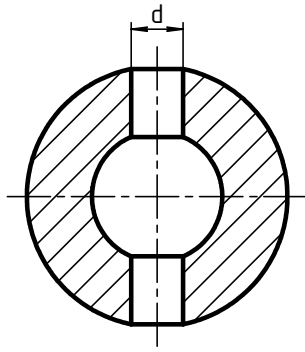
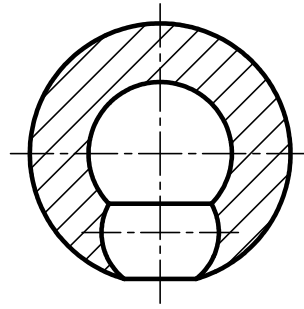


Рис. 23

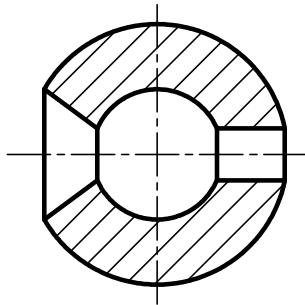
a)



б)



в)



г)

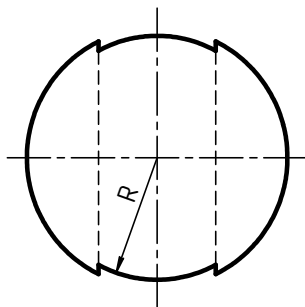
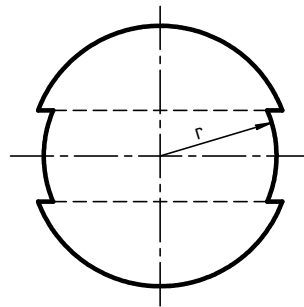
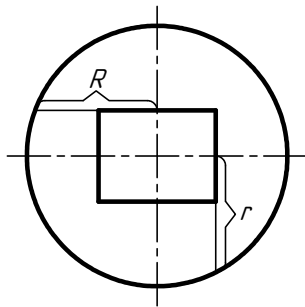


Рис. 24

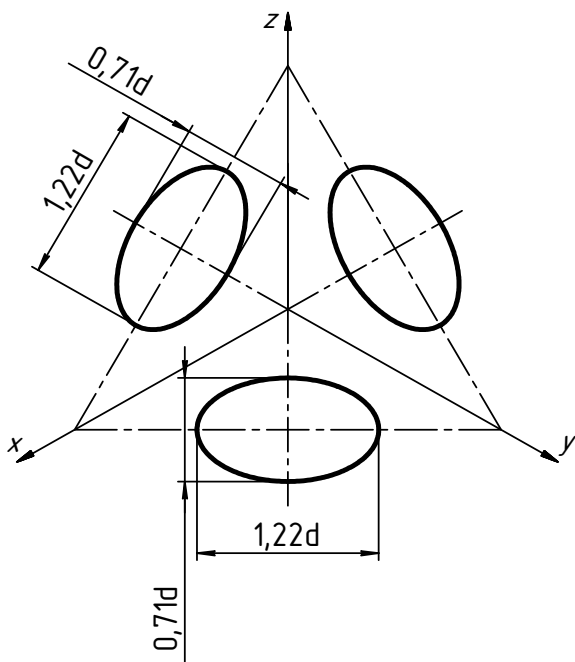


Рис. 25

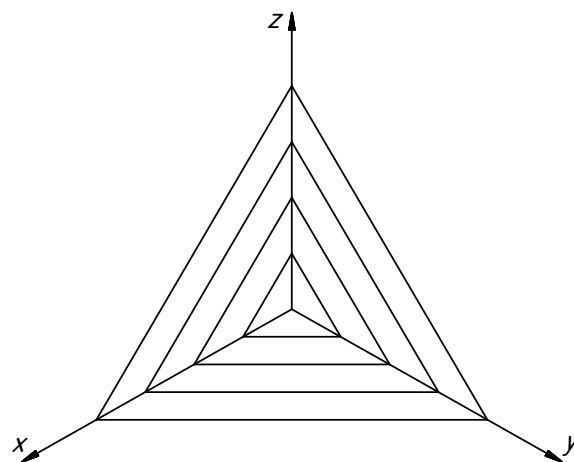


Рис. 26

**Методические указания.**

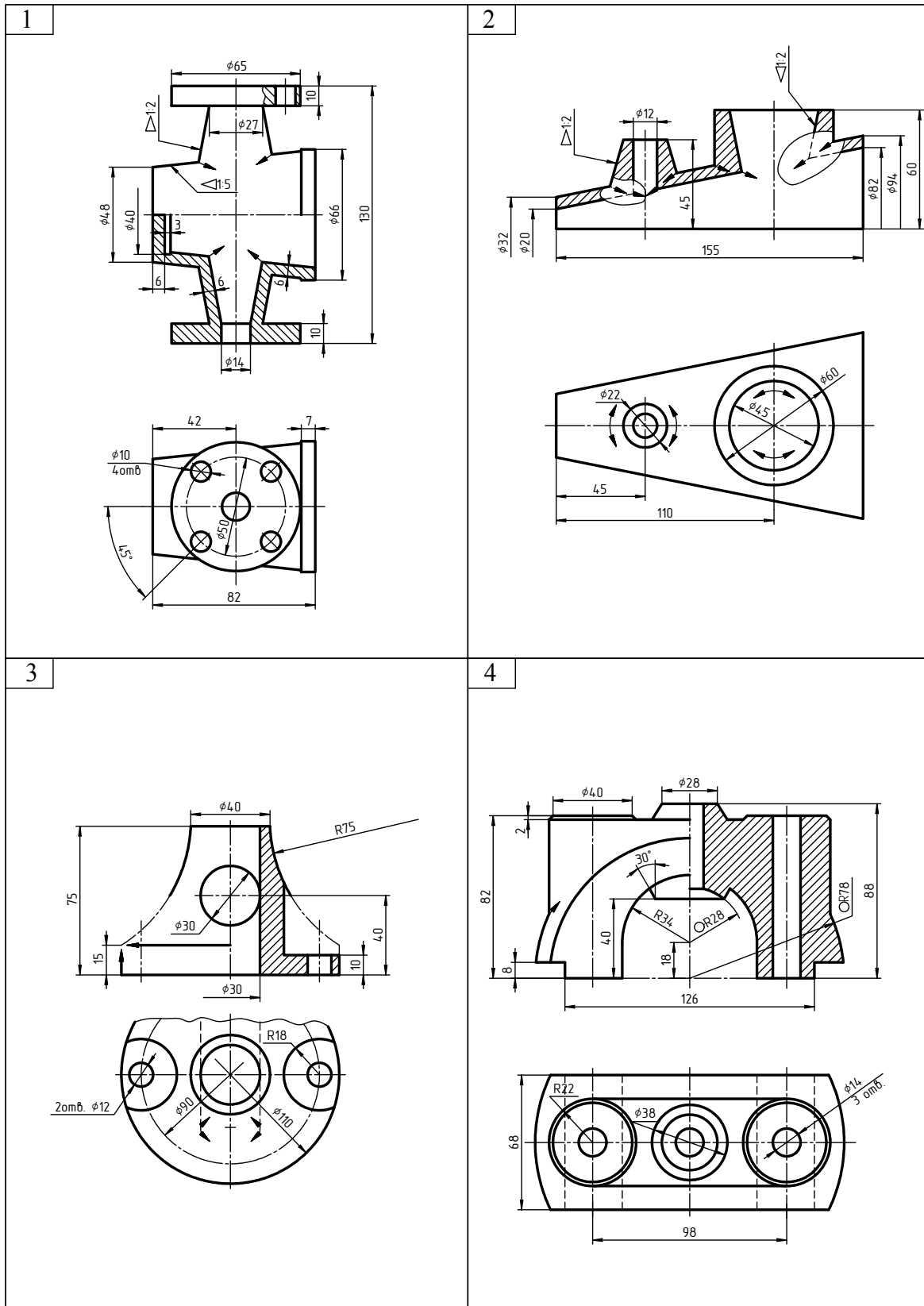
Задание выполняется на двух листах формата А3, расположенных горизонтально. Варианты задания представлены в табл. 6. Пример выполнения приведен на рис. 27, 28.

При построении линий пересечения (линий среза) заданных поверхностей плоскостями рекомендуется следующая последовательность выполнения:

- проанализировать форму детали;
- определить участки поверхности детали, срезанных плоскостями;
- определить опорные и промежуточные точки линий среза с помощью вспомогательных секущих плоскостей;
- определить линии линий перехода (пересечения поверхностей) вспомогательными секущими плоскостями, концентрическими или эксцентрическими сферами.

В некоторых вариантах наклон плоскости задается уклоном, а наклон очерковых образующих конических поверхностей – конусностью. Уклон выражается простой или десятичной дробью, или в процентах.

Данные к заданию №5

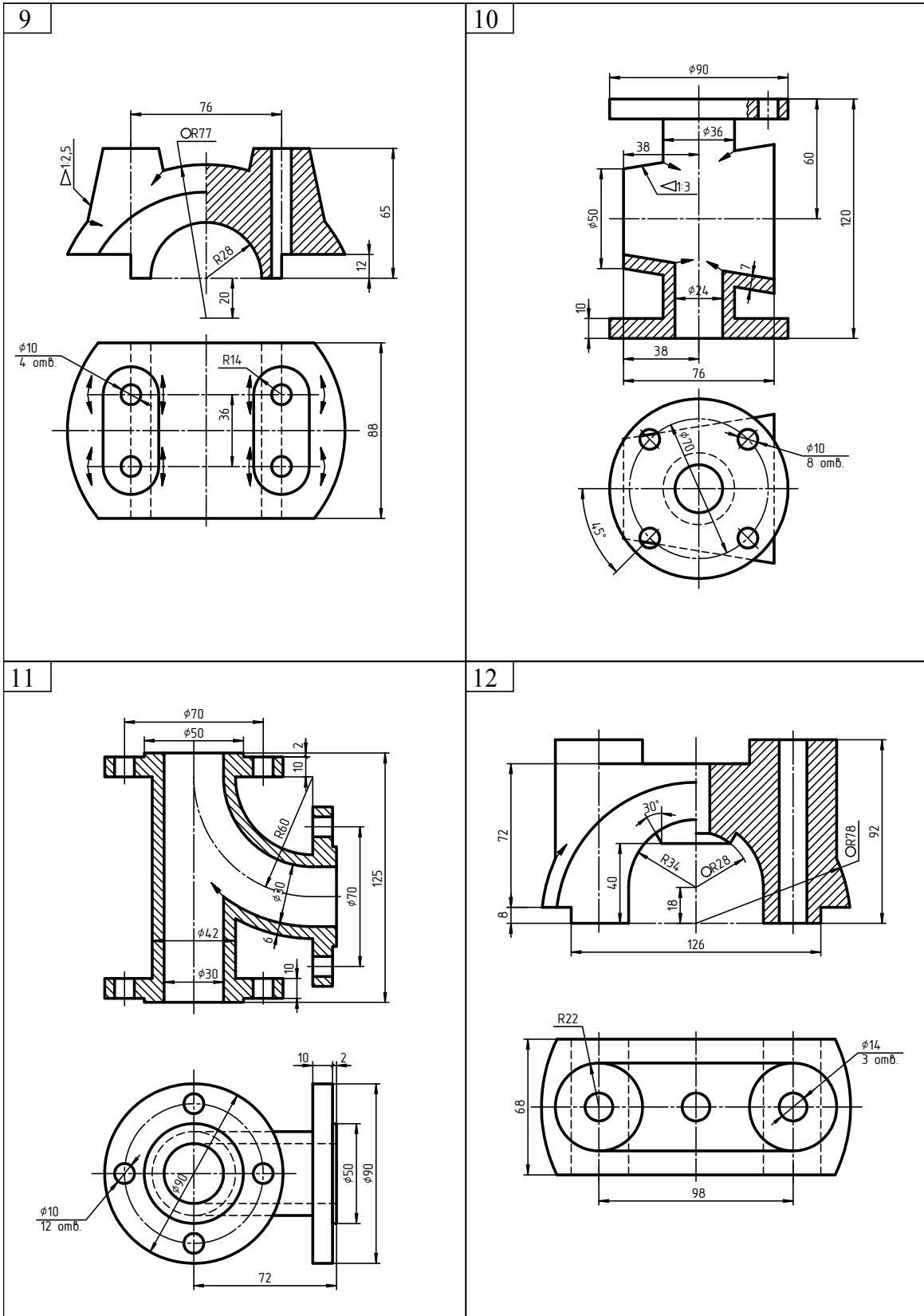


Данные к заданию №5

<p>5</p>	
<p>6</p>	
<p>7</p>	
<p>8</p>	

Продолжение табл. 6

Данные к заданию №5

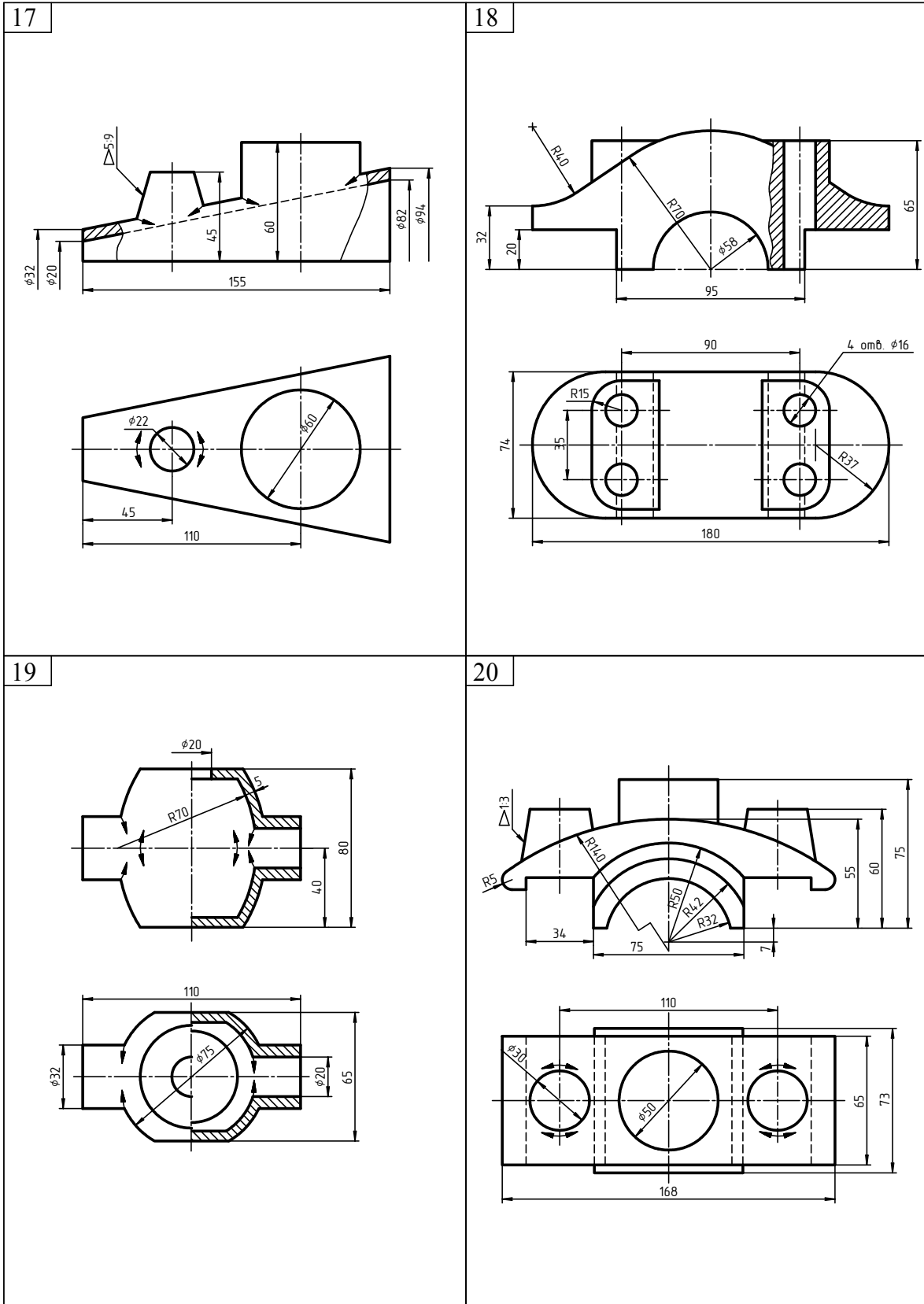




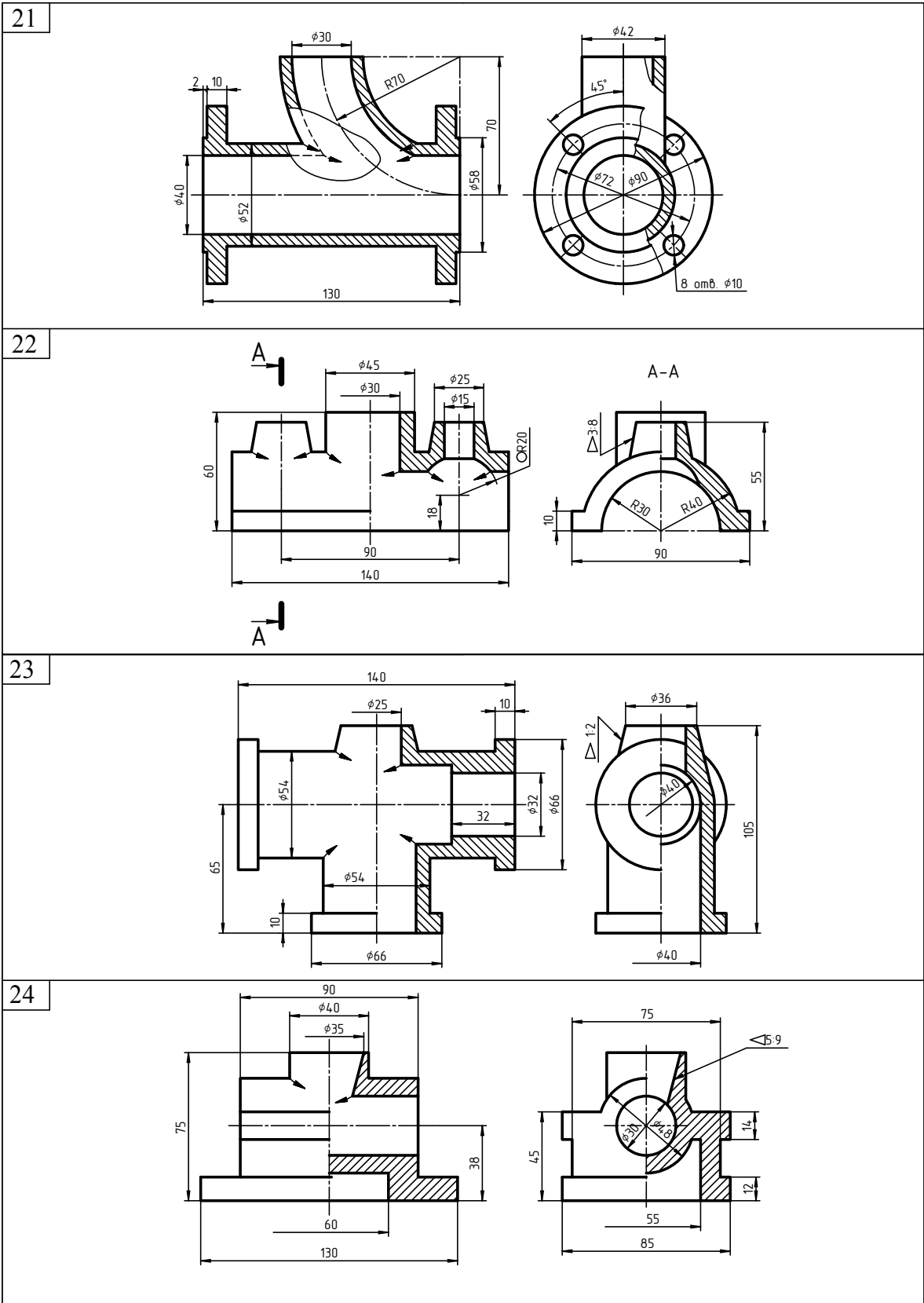


Продолжение табл. 6

Данные к заданию №5

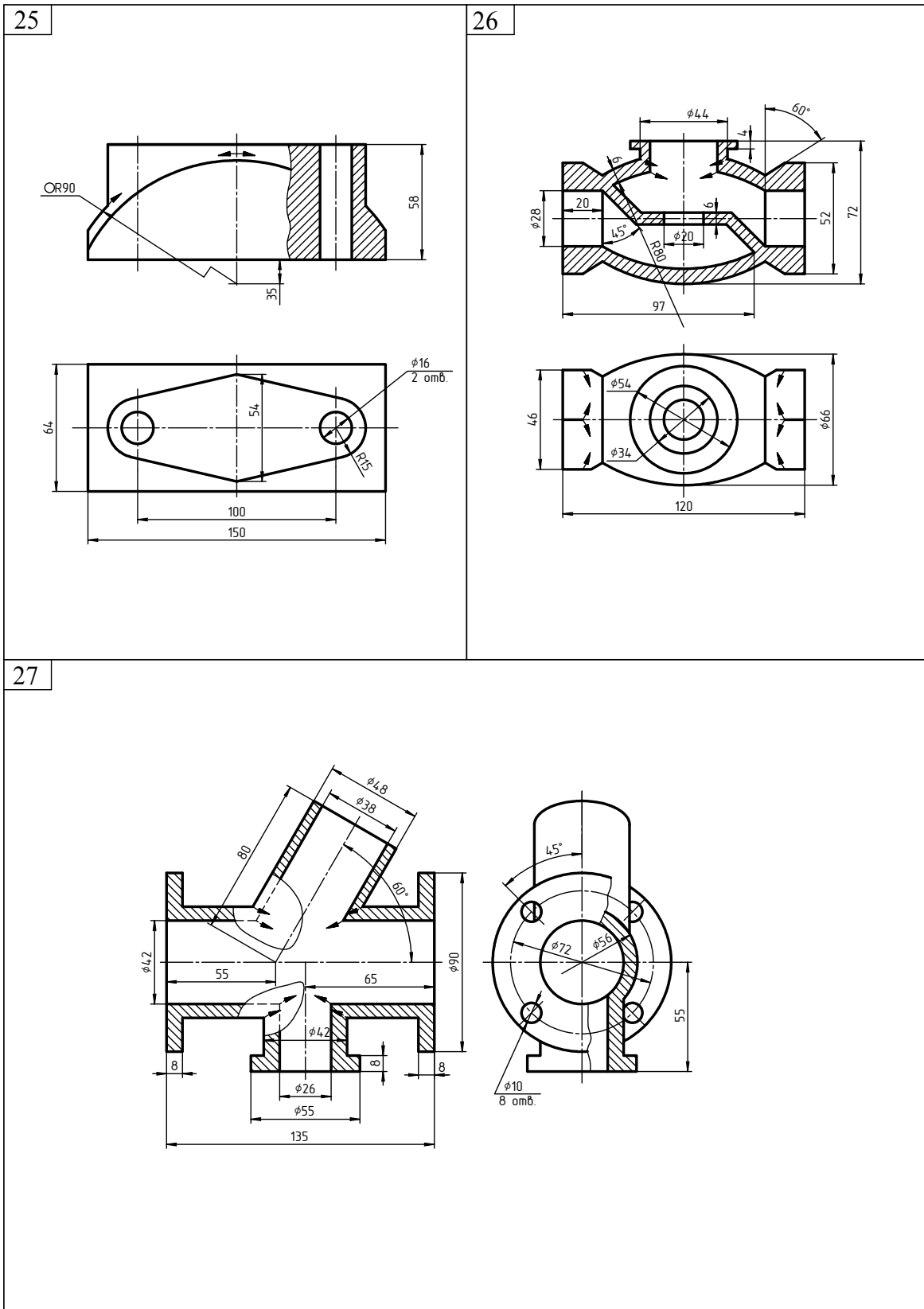


Продолжение табл. 6  
Данные к заданию №5



Данные к заданию №5

Окончание табл. 6



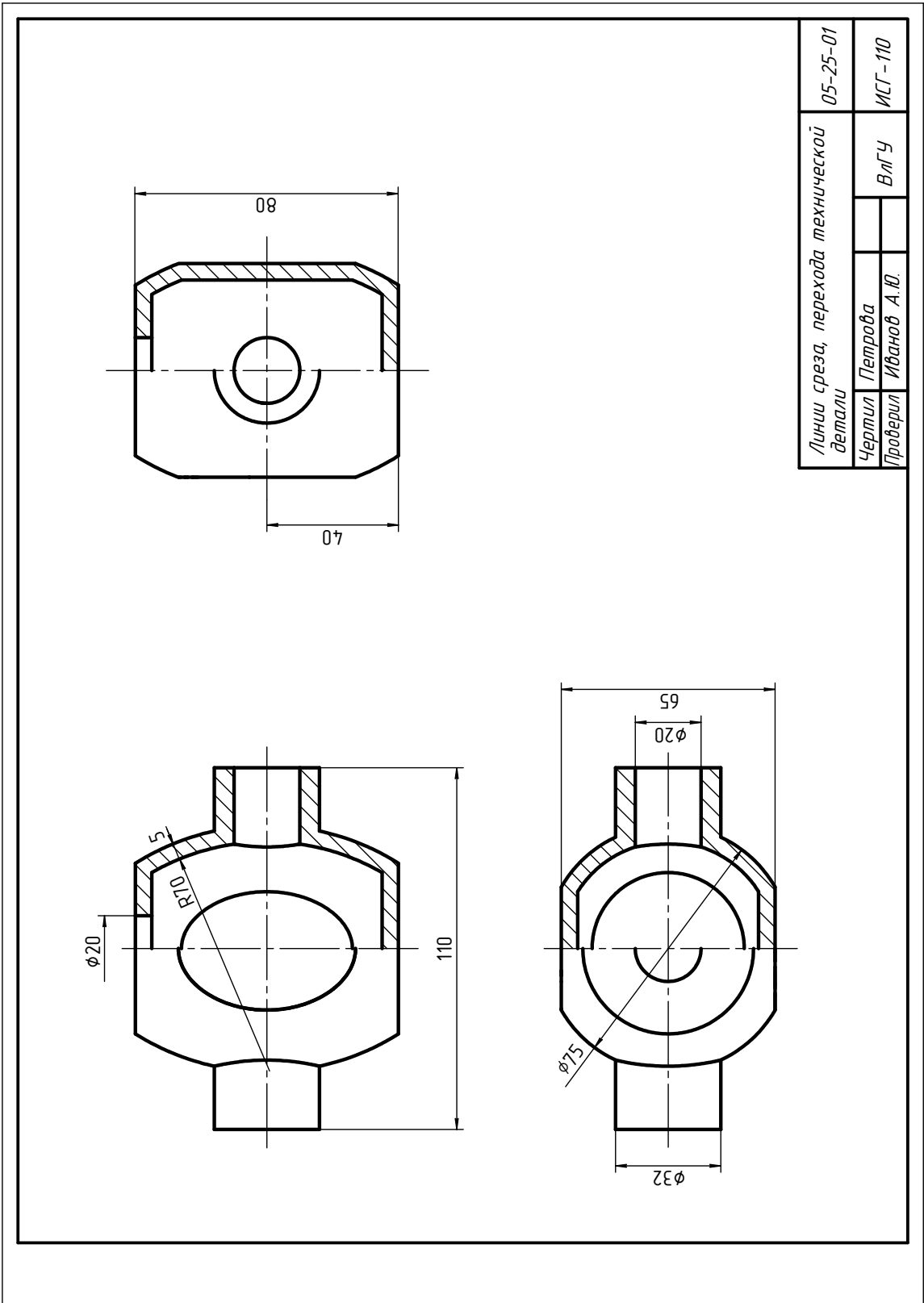


Рис. 27

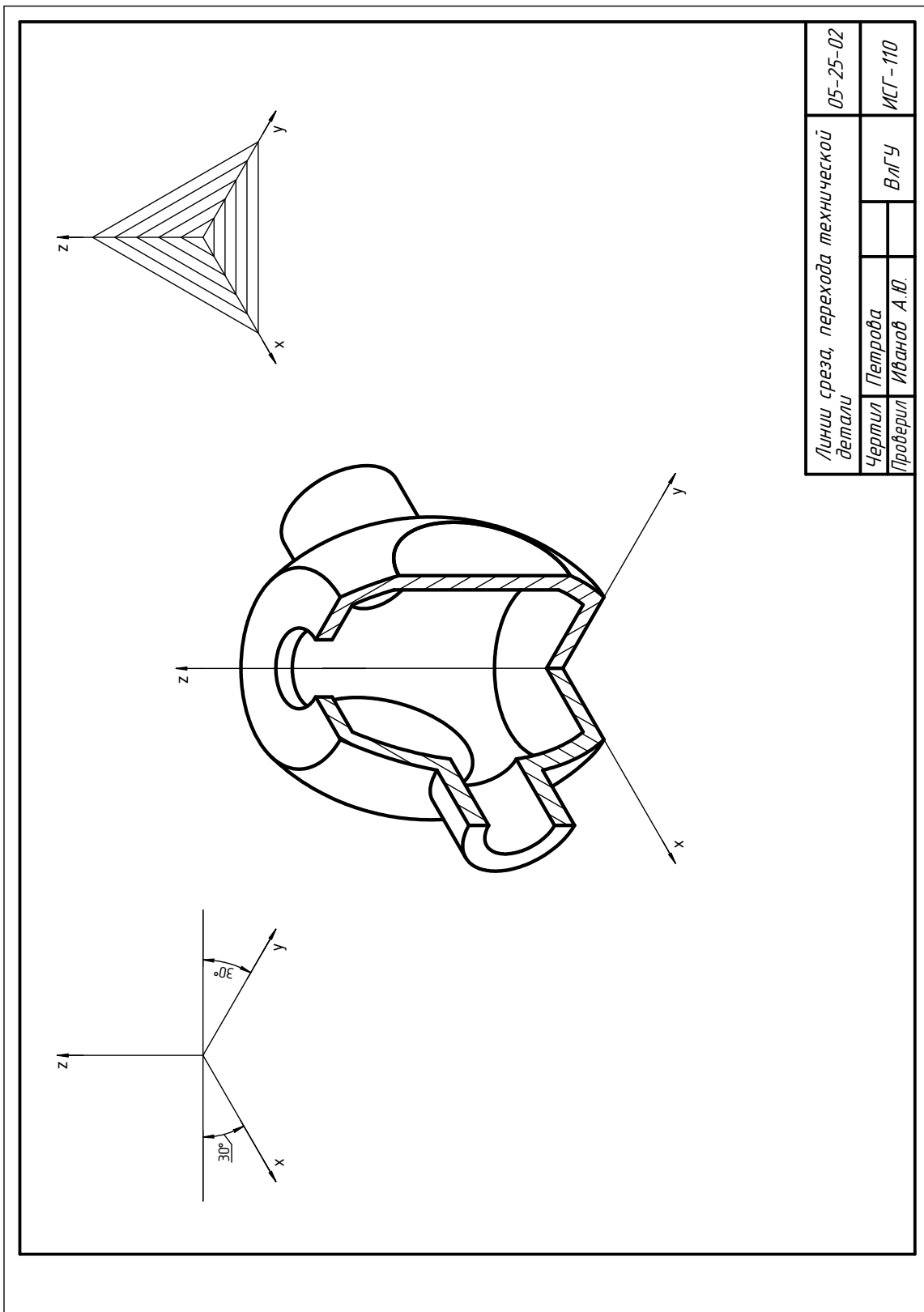


Рис. 28

Уклоном  $i$  называется отношение разности высот  $h$  к проекции длины наклонной части  $l$  (рис. 29).

$$i = h/l = \operatorname{tg} \alpha$$

$$i = 10/100 = 0,1$$

Т. е.  $i = 10\%$ .

Конусность характеризуется отношением разности диаметров  $(D - d)$  двух поперечных сечений конуса к расстоянию  $L$  между ними (рис. 30).

$$K = (D - d)/L = 2 \operatorname{tg} \alpha$$

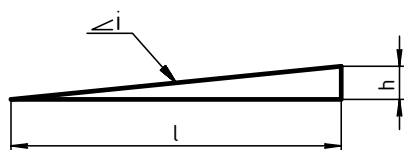
Т. е.  $K = 2i$ .

Например, если  $D = 24$  мм,  $d = 10$  мм,  $L = 49$  мм, то конусность будет равна:

$$K = (24 - 10)/49 = 1/3,5$$

Т. е.  $K = 1:3,5$ .

а)



б)

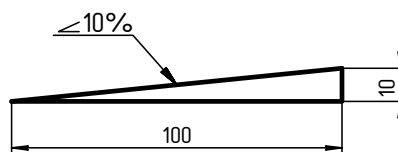
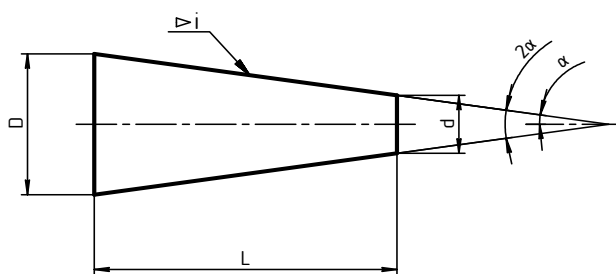


Рис. 29

а)



б)

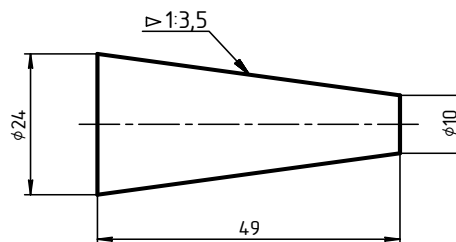


Рис. 30

Рассмотрим пример построения линий среза технической детали, поверхность которой состоит из отсеков сферической, конической торовой и цилиндрической поверхности (рис. 31).

Фронтальная проекция линии среза определяется: на сфере – дугой окружности радиуса  $R$ , на конусе – гиперболой, на торовой по-

верхности – кривой четвертого порядка, на цилиндре – двумя образующими.

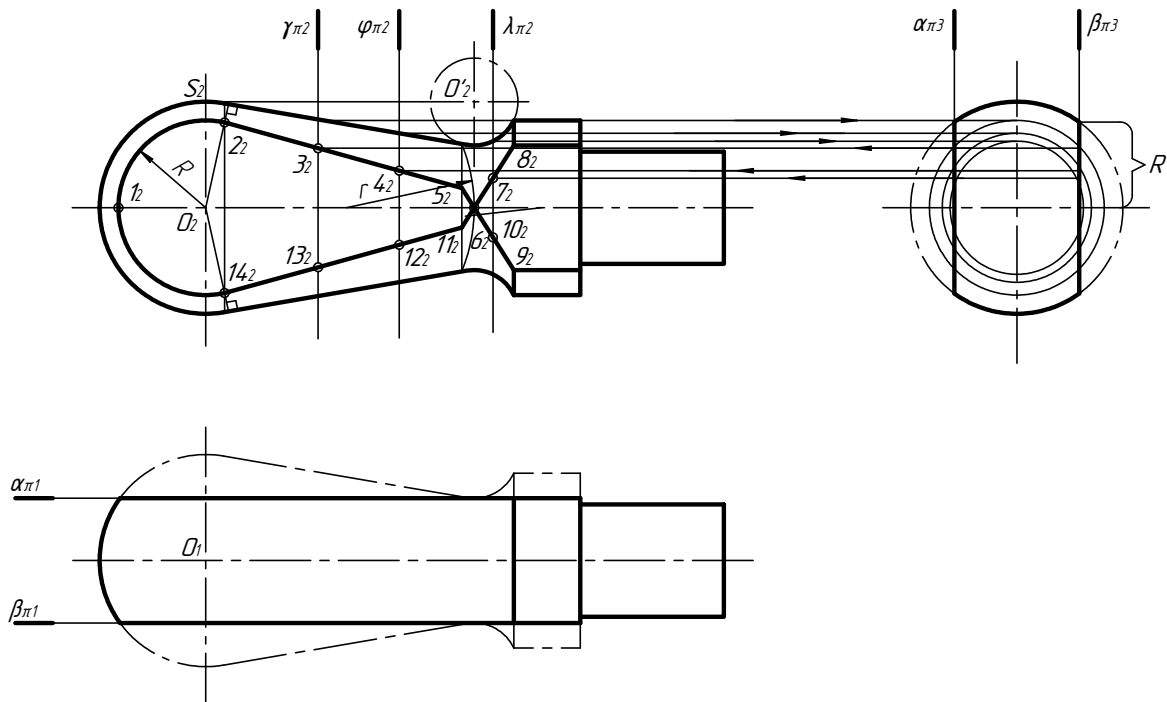


Рис. 31

Для построения фронтальной проекции гиперболы и кривой используются профильные плоскости посредники, которые пересекают данные поверхности вращения по окружностям. На виде слева отмечаем точки пересечения окружности с плоскостями  $\alpha$  и  $\beta$ . Соединяем опорные и промежуточные точки с помощью лекала.

При построении проекций линии пересечения поверхностей (линий перехода) следует особое внимание обратить на правильный выбор посредников (плоскости уровня, проецирующие плоскости, плоскости общего положения, сферические поверхности).

Выбор посредников зависит от вида пересекающихся поверхностей, их взаимного расположения и расположения их относительно плоскостей проекции. Посредники подбираются с таким расчетом, чтобы в сечении получались прямые линии или окружности.

Рассмотрим построение линий перехода на внутренней поверхности технической детали (рис. 32). Внутренние отверстия детали представляют собой цилиндрические поверхности, оси которых пере-

секаются в точках  $O$  и  $O'$ . Для построения линий перехода воспользуемся методом концентрических сфер.

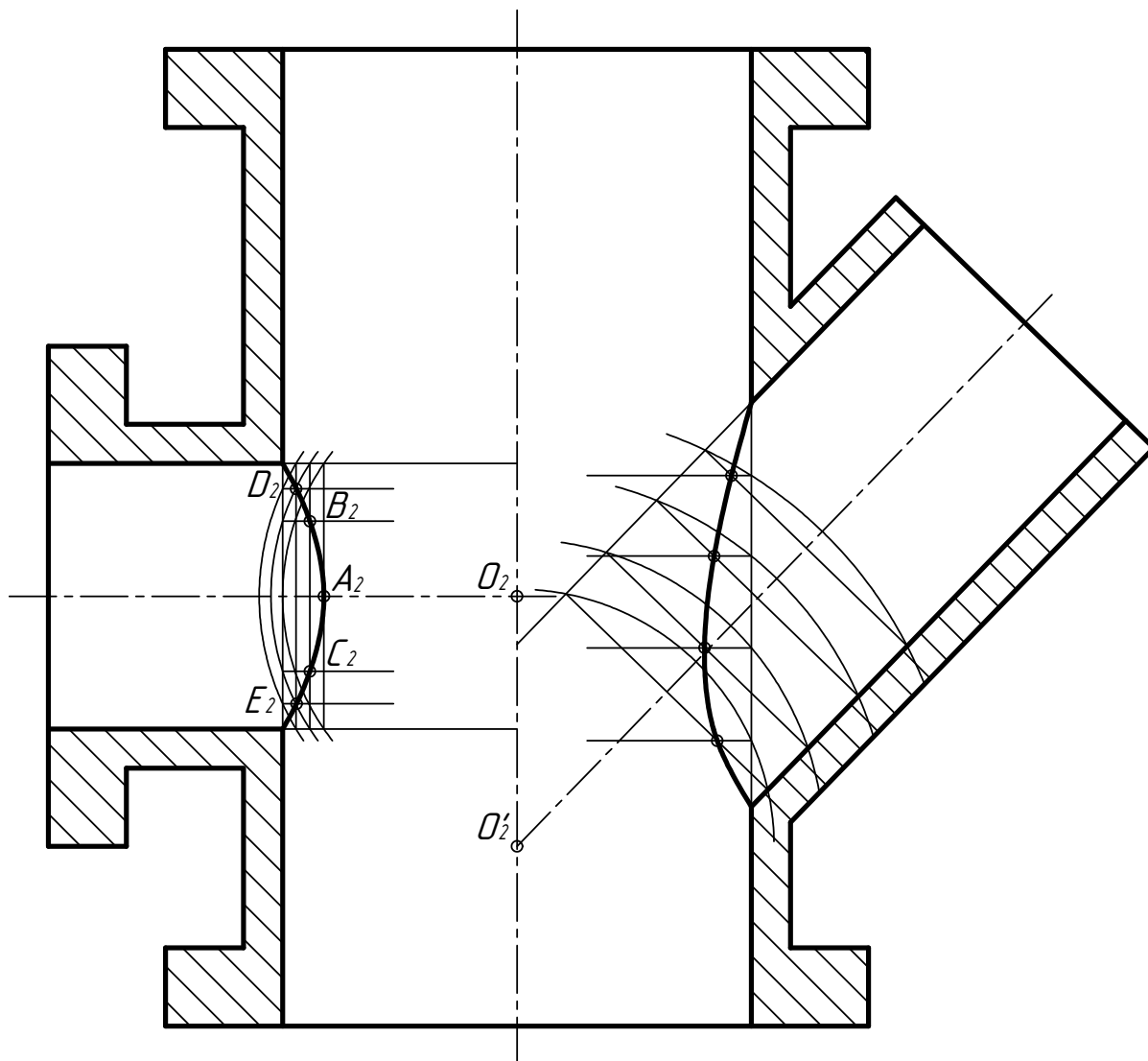


Рис. 32

## ЗАДАНИЕ №6. ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

*Содержание задания.*

Даны ортогональные проекции технической конструкции.

Требуется построить ортогональные проекции, аксонометрическое изображение и развертку поверхности технической конструкции.



### **Методические указания.**

Задание выполняется на двух листах формата А3 с отмывкой. Аксонометрическое изображение рекомендуется выполнить в прямоугольной диметрии. Развертку поверхностей желательно строить в виде симметричной фигуры.

Данные для выполнения задания находятся в табл. 7. Пример выполнения задания приведен на рис. 33, 34.

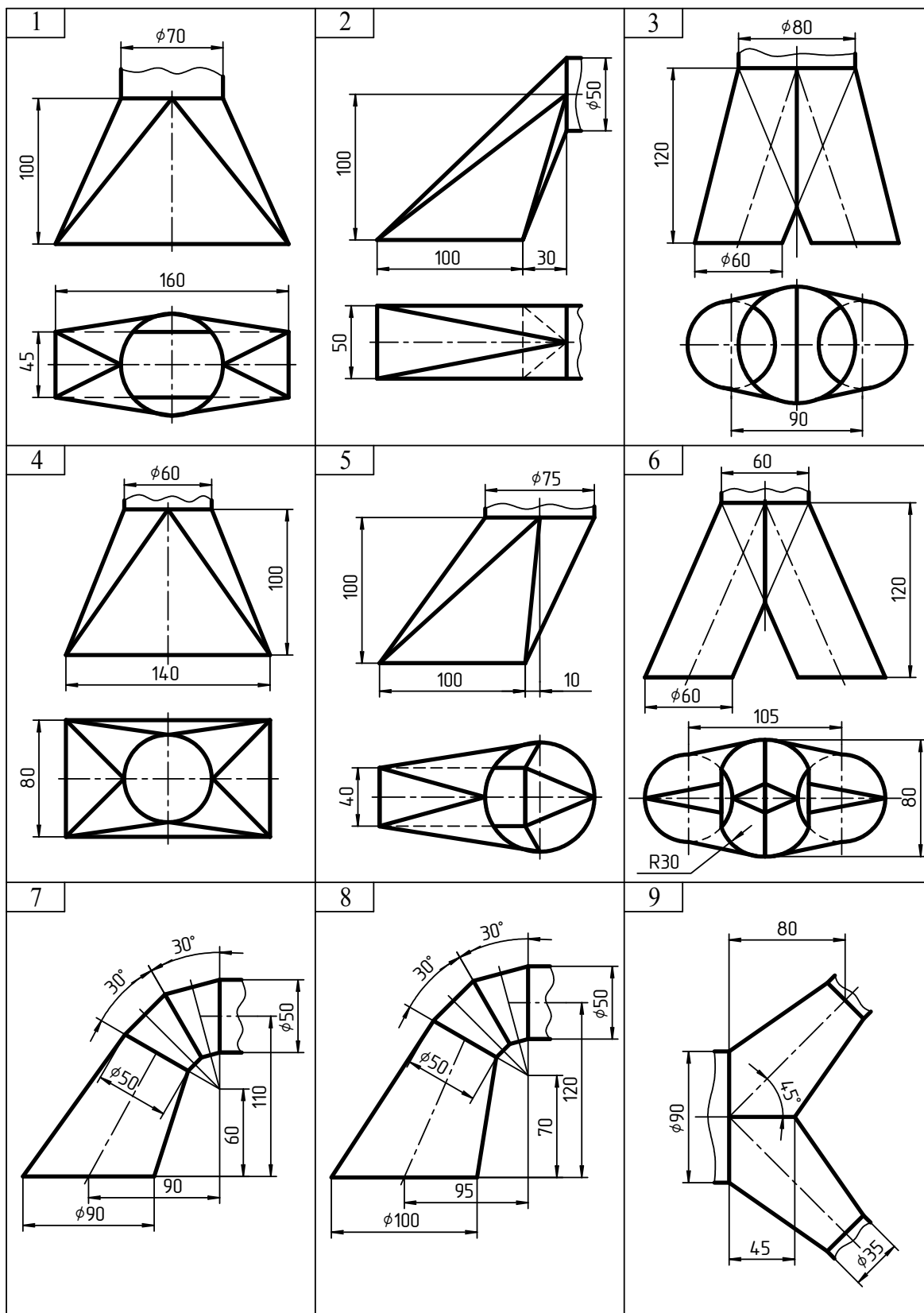
В вариантах 1, 2, 4, 5, 11, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 27 даны технические конструкции переходов от прямоугольного или квадратного сечения к круглому. Переход состоит из четырех треугольников, основания которых составляют прямоугольные сечения, а противоположные вершины лежат на окружности. Вершины прямоугольного сечения являются вершинами конических поверхностей, примыкающих к треугольникам.

Построение развертки этих переходов сводится к нахождению натуральных величин треугольников и приближенному развертыванию конических поверхностей. Развертка конической поверхности выполняется аналогично развертке пирамиды. Для этого в заданный отсек конической поверхности вписывают  $n$ -гранную пирамиду и строят развертку вписанной пирамиды.

На рис. 34 расположен пример построения развертки подобной конструкции. В отсек конической поверхности вписываем четырехгранную пирамиду и находим натуральную величину ребер способом вращения вокруг горизонтально-проецирующей оси, проходящей через точку  $B$  (см. рис. 33). В последовательном порядке строим развертку отсеков конических поверхностей, чередуя их с разверткой треугольников. Для того чтобы развертка получилась в виде симметричной фигуры, построение развертки начинаем с треугольника  $BCI$ , расположив его сторону  $BC$  горизонтально.

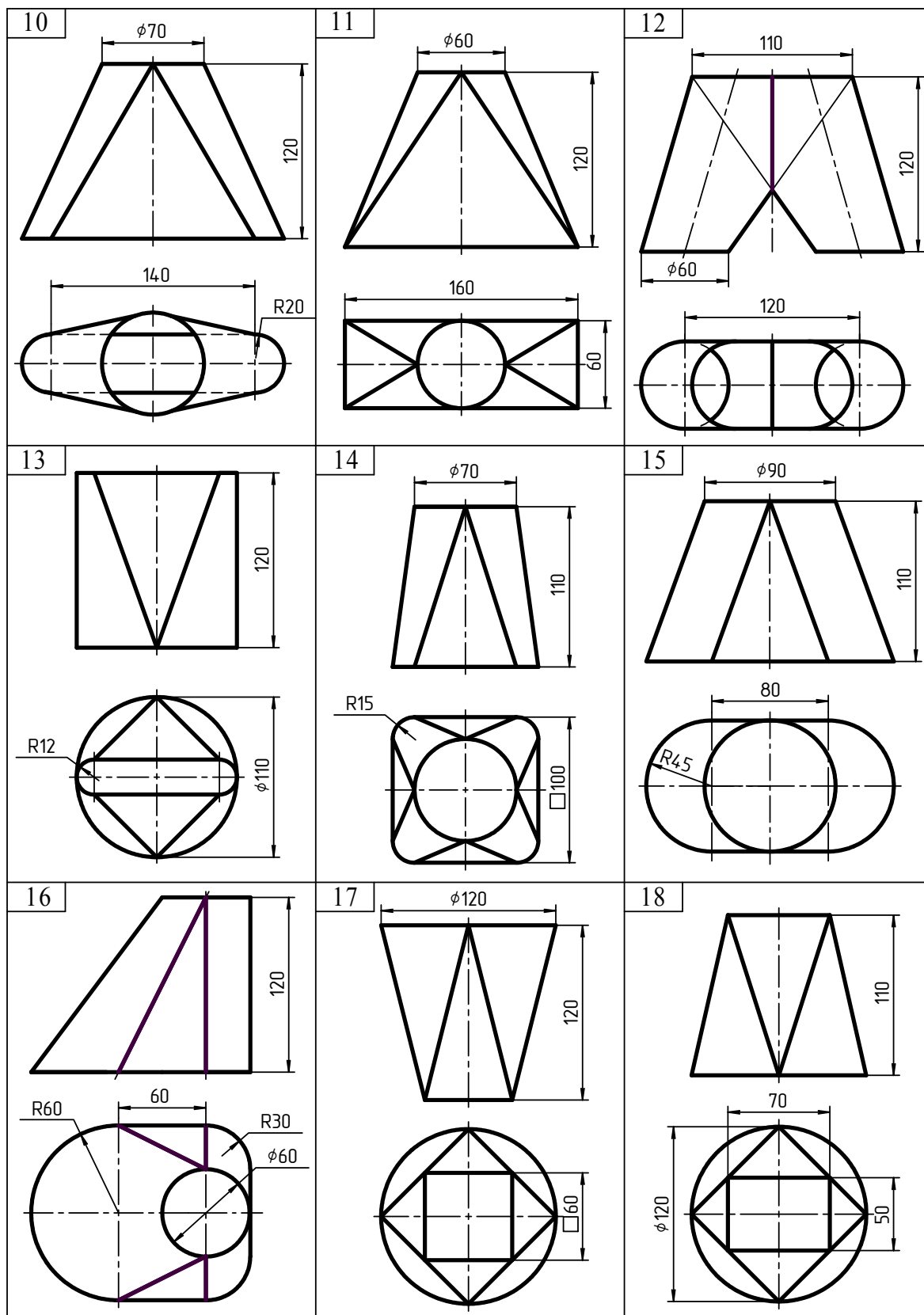
В вариантах 3, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 25 даны конструкции переходов от одного кругового или состоящего из двух полуокружностей, соединенных прямыми линиями, сечения к другому круговому или к двум круговым сечениям. Основными поверхностями в этих переходах являются конические (варианты 3, 10, 13, 16, 14, 22, 25)

Данные к заданию №6



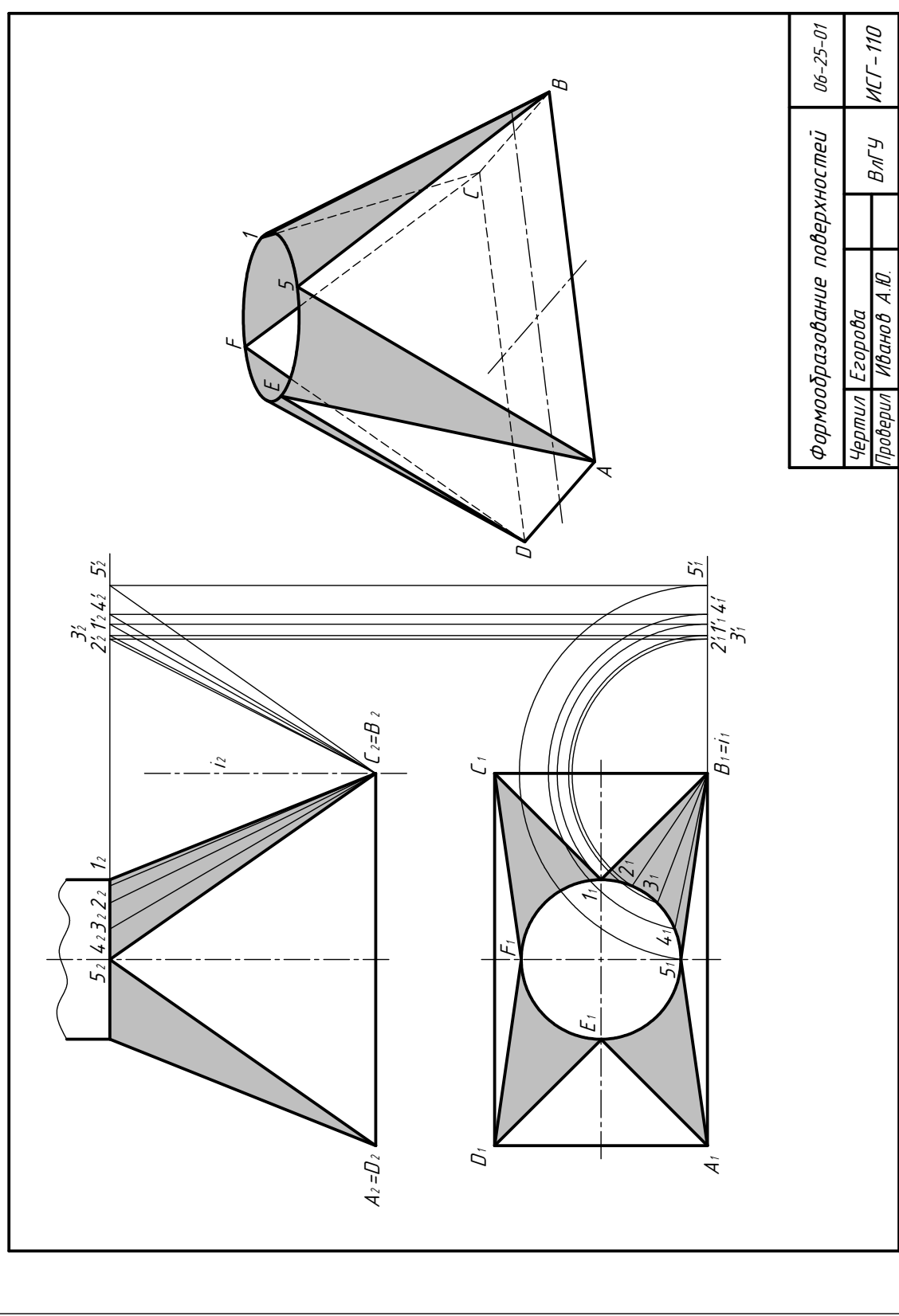
Продолжение табл. 7

Данные к заданию №6



Данные к заданию №6

<p>19</p>	<p>20</p>	<p>21</p>
<p>22</p>	<p>23</p>	<p>24</p>
<p>25</p>	<p>26</p>	<p>27</p>



Формообразование поверхностей		06-25-01
Чертил	Егорова	ВЛГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	
		ИСГ-110

Рис. 33

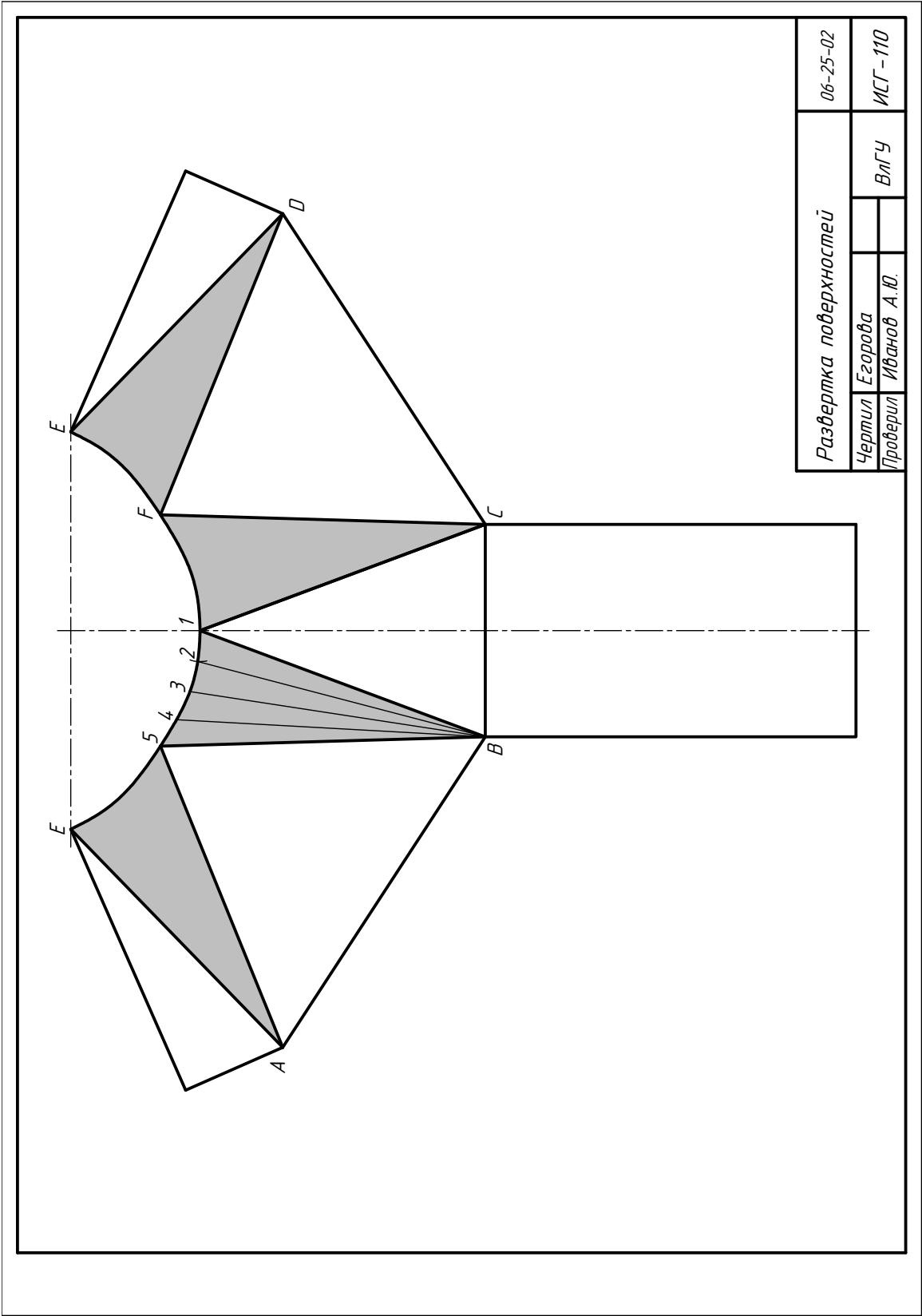


Рис. 34

и цилиндрические (варианты 6, 12, 15, 16, 21, 22), кроме того, в вариантах 6, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 25 в конструкции поверхностей включены плоские фигуры.

Развертку поверхности в вариантах 3, 6, 10, 13, 14, 16, 22, 25 рекомендуется строить способом триангуляции, при котором заданную поверхность заменяют вписанной многогранной поверхностью с треугольными гранями, а в вариантах 12, 15, 21 – методом раскатки.

В вариантах 7, 8, 9 даны конструкции переходов от кругового сечения одного диаметра к круговому сечению другого диаметра, расположенных в плоскостях, не параллельных между собой. Для построения развертки этих поверхностей следует построить горизонтальную проекцию кроме заданной. Развертку рекомендуется строить способом триангуляции.

## ЗАДАНИЕ №7. ТЕНИ ЗДАНИЯ

### *Содержание задания.*

*Даны* ортогональные проекции здания.

*Требуется* построить тени здания в ортогональных проекциях.

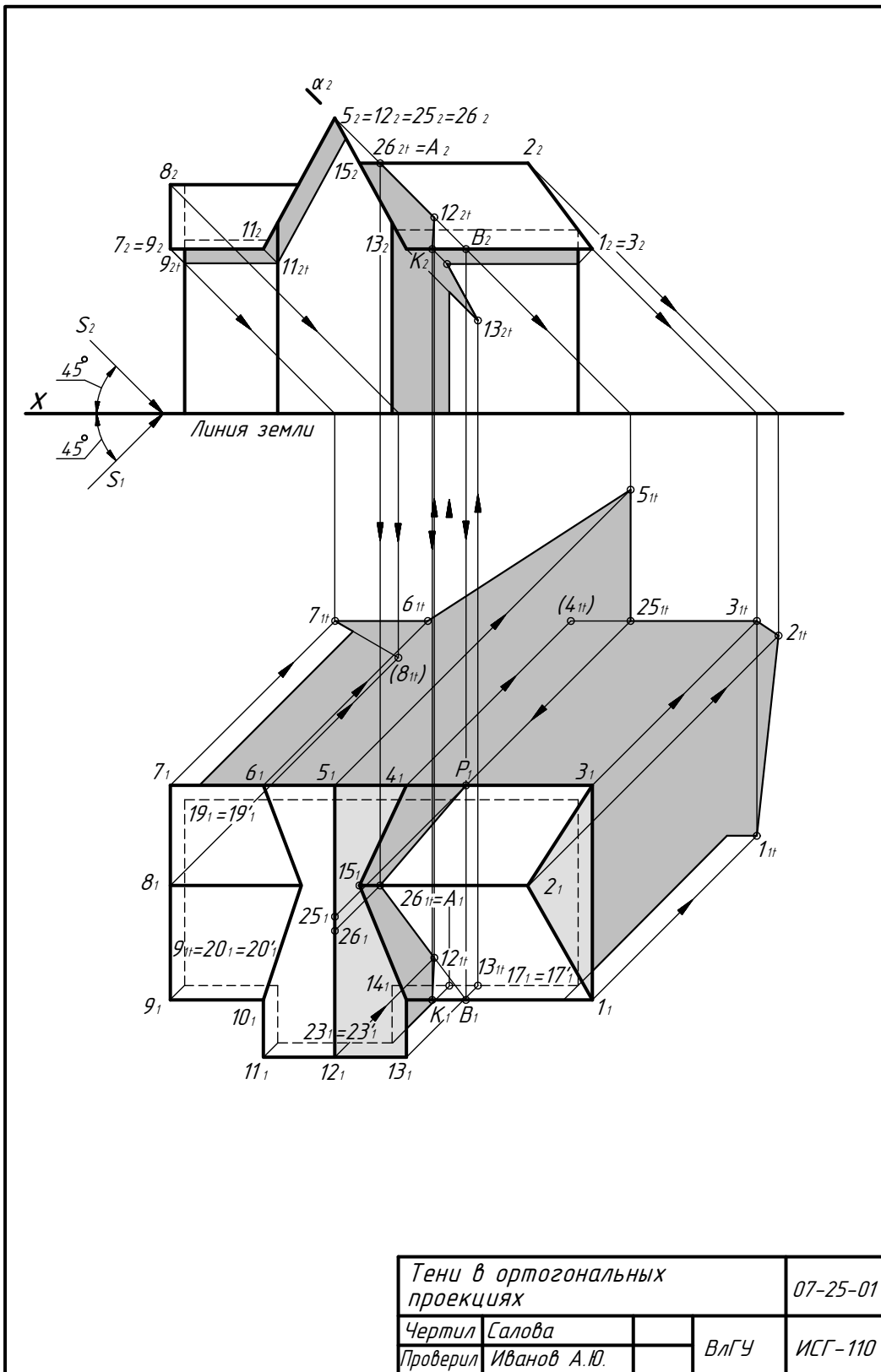
### *Методические указания.*

Задание выполняется на листе чертежной бумаги формата А3, расположенном вертикально (рис. 35), либо совместно с заданием №9 на формате А1 в масштабе 1:1. Данные для выполнения задания находятся в табл. 8.

Чаще всего построение теней в ортогональных проекциях осуществляется при параллельных световых лучах. При этом за направление лучей света обычно принимают направление диагонали куба, две грани которого совмещены с плоскостями проекций (рис. 36).

При построении теней следует учитывать следующие положения.

Тенью от точки на плоскость является след светового луча на эту плоскость. Тень от прямой параллельной плоскости проекции на эту плоскость равна и параллельна самому отрезку. Тень от прямой,

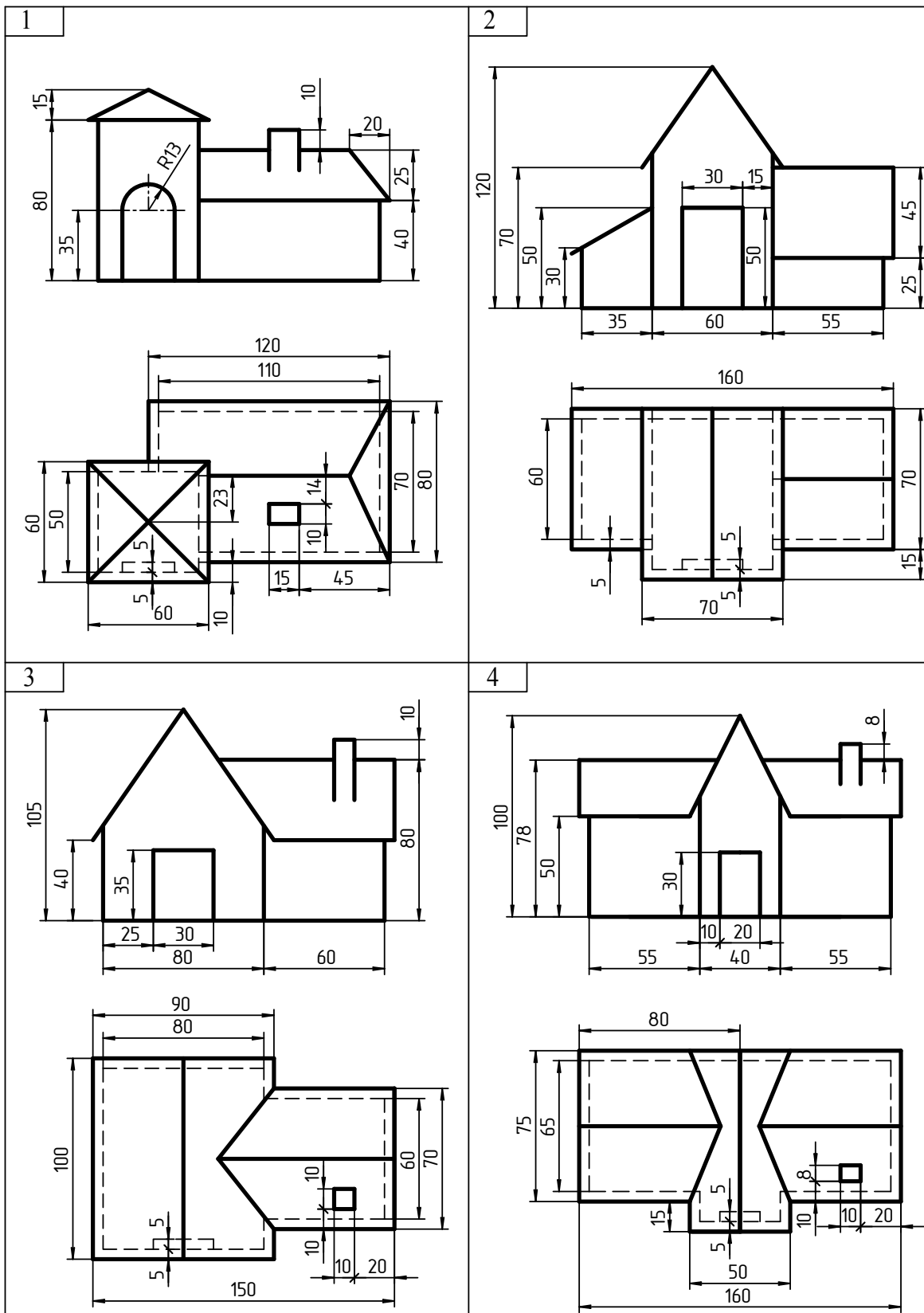


Тени в ортогональных проекциях			07-25-01
Чертил	Салова		ВЛГУ ИСГ-110
Проверил	Иванов А.Ю.		

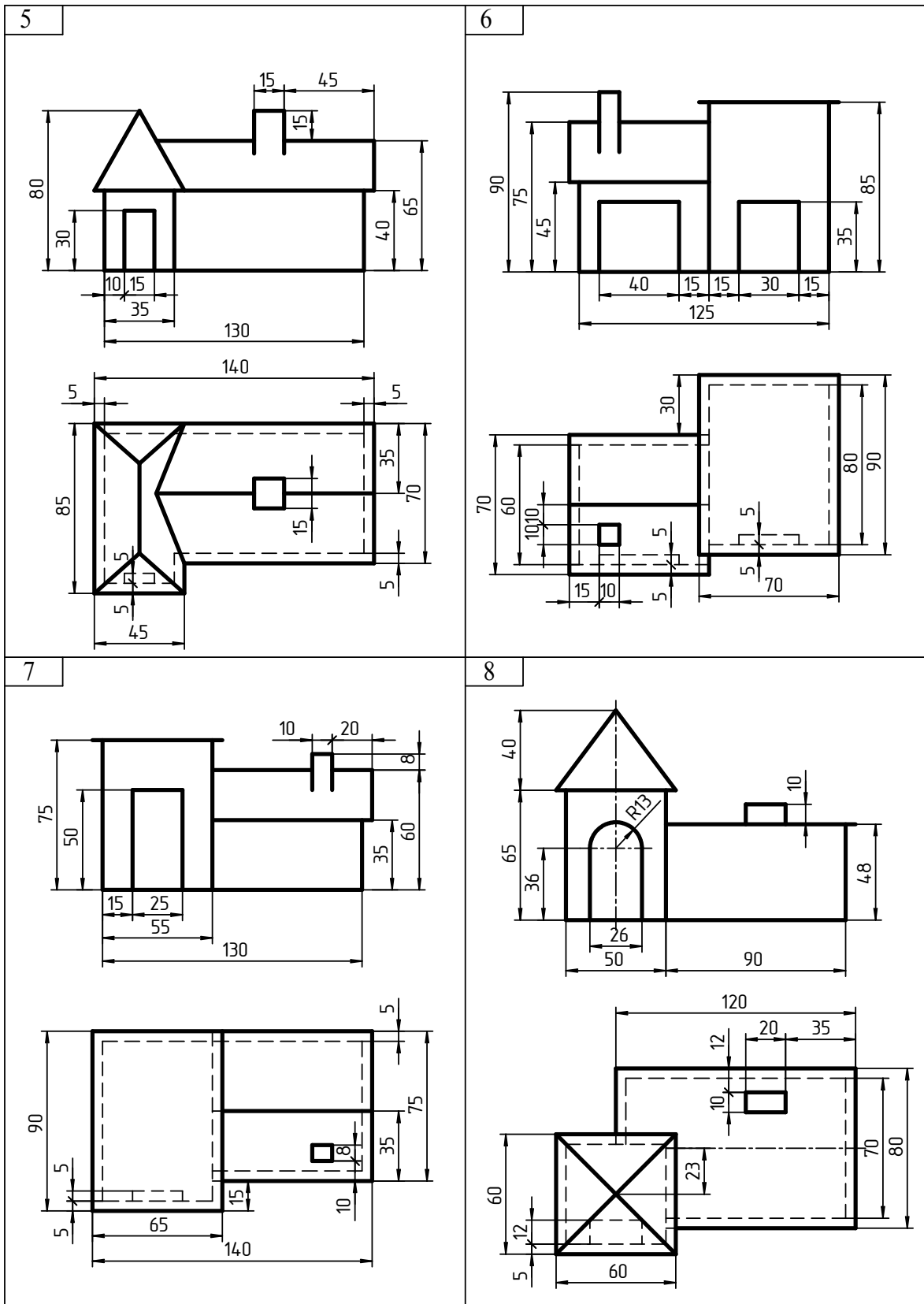
Рис. 35



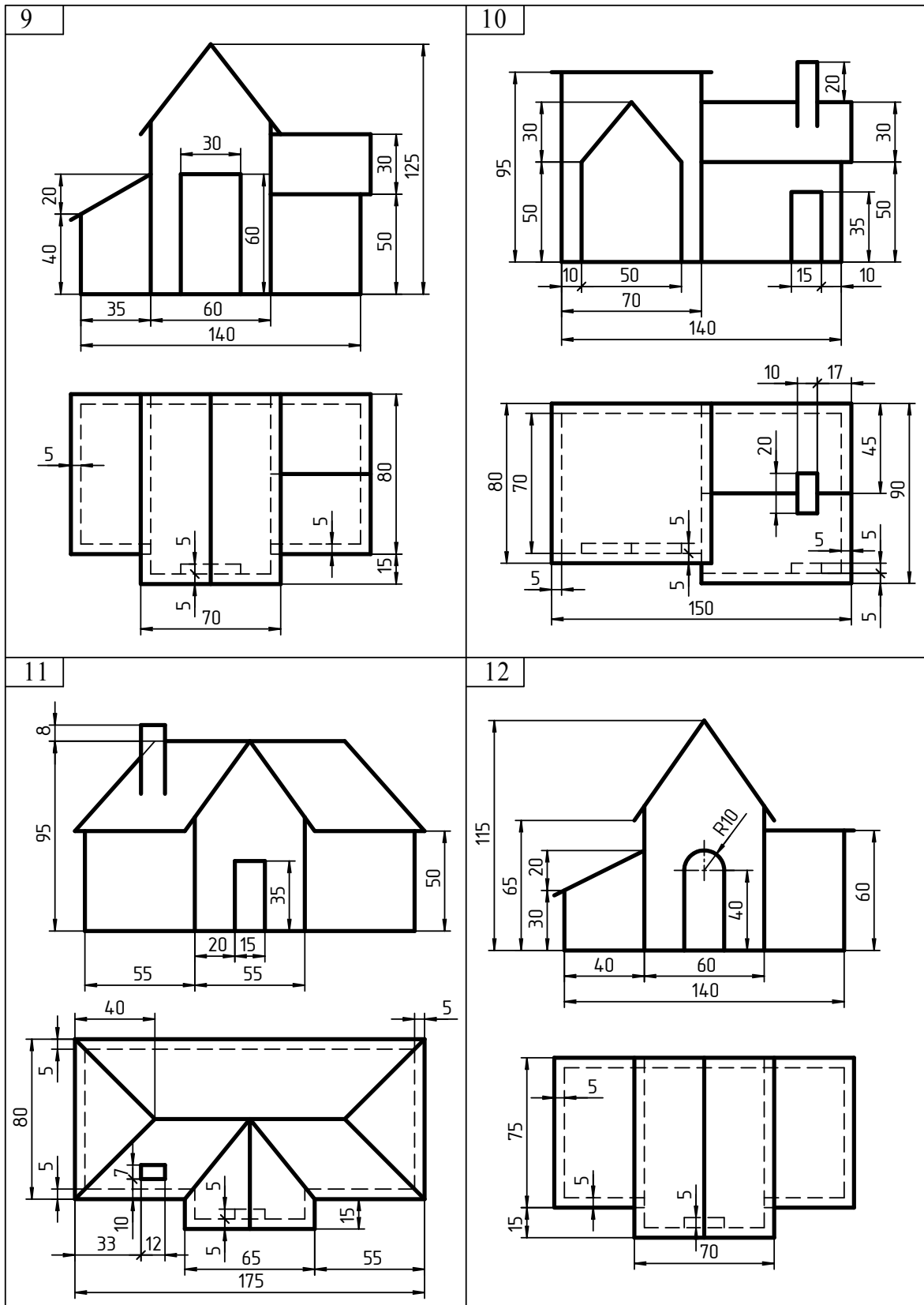
Данные к заданию №7



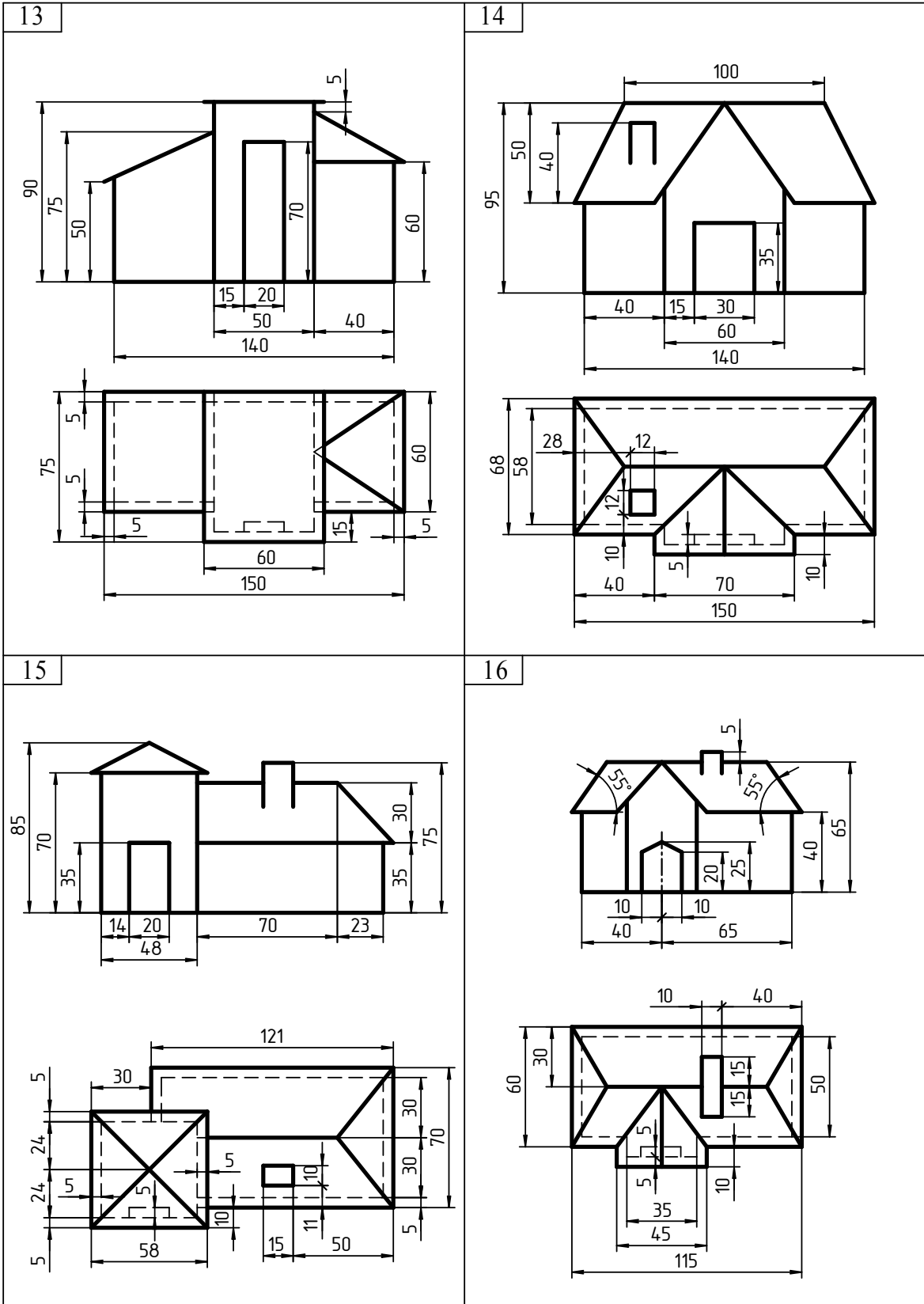
Продолжение табл. 8  
Данные к заданию №7



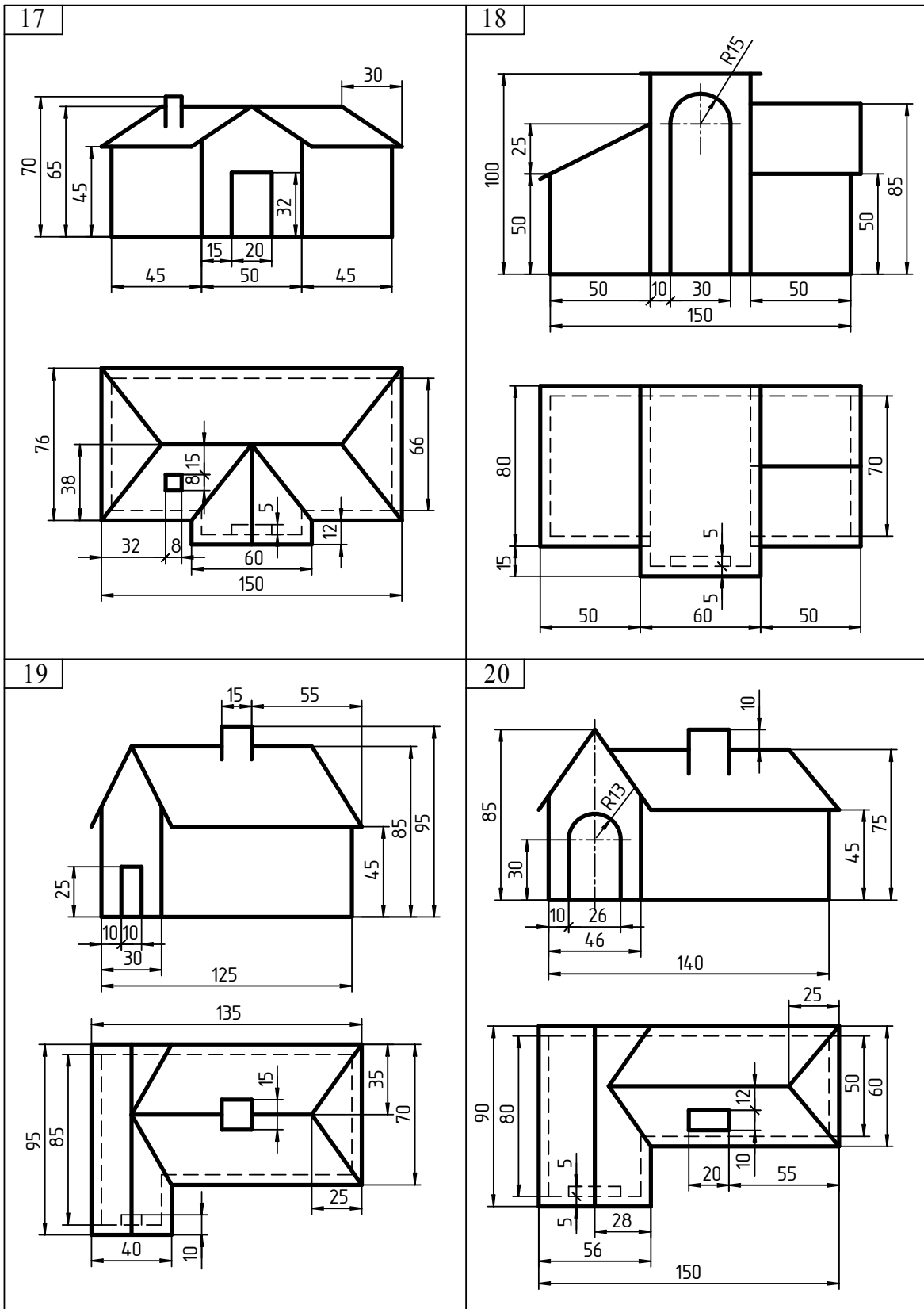
Продолжение табл. 8  
Данные к заданию №7



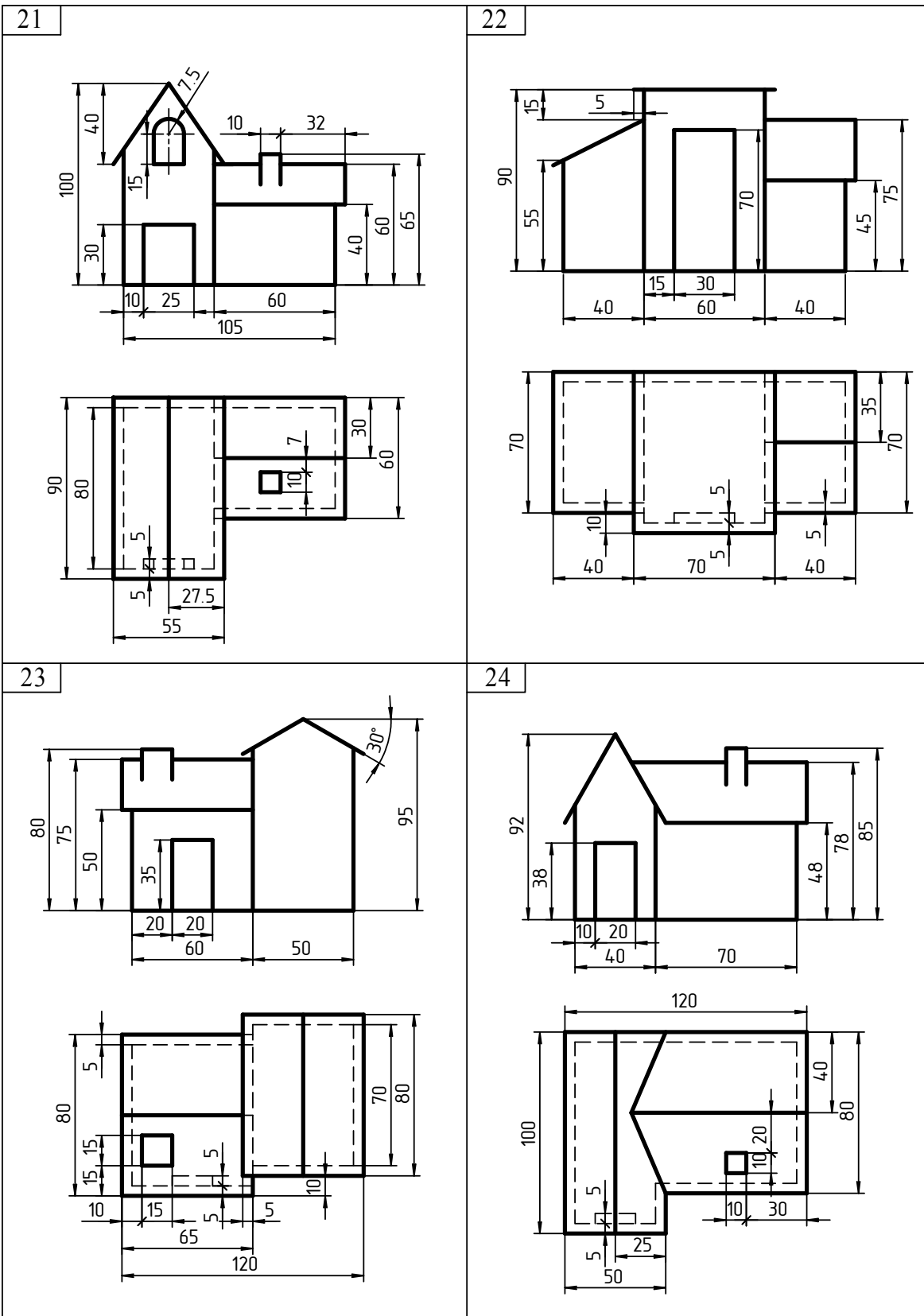
Продолжение табл. 8  
Данные к заданию №7



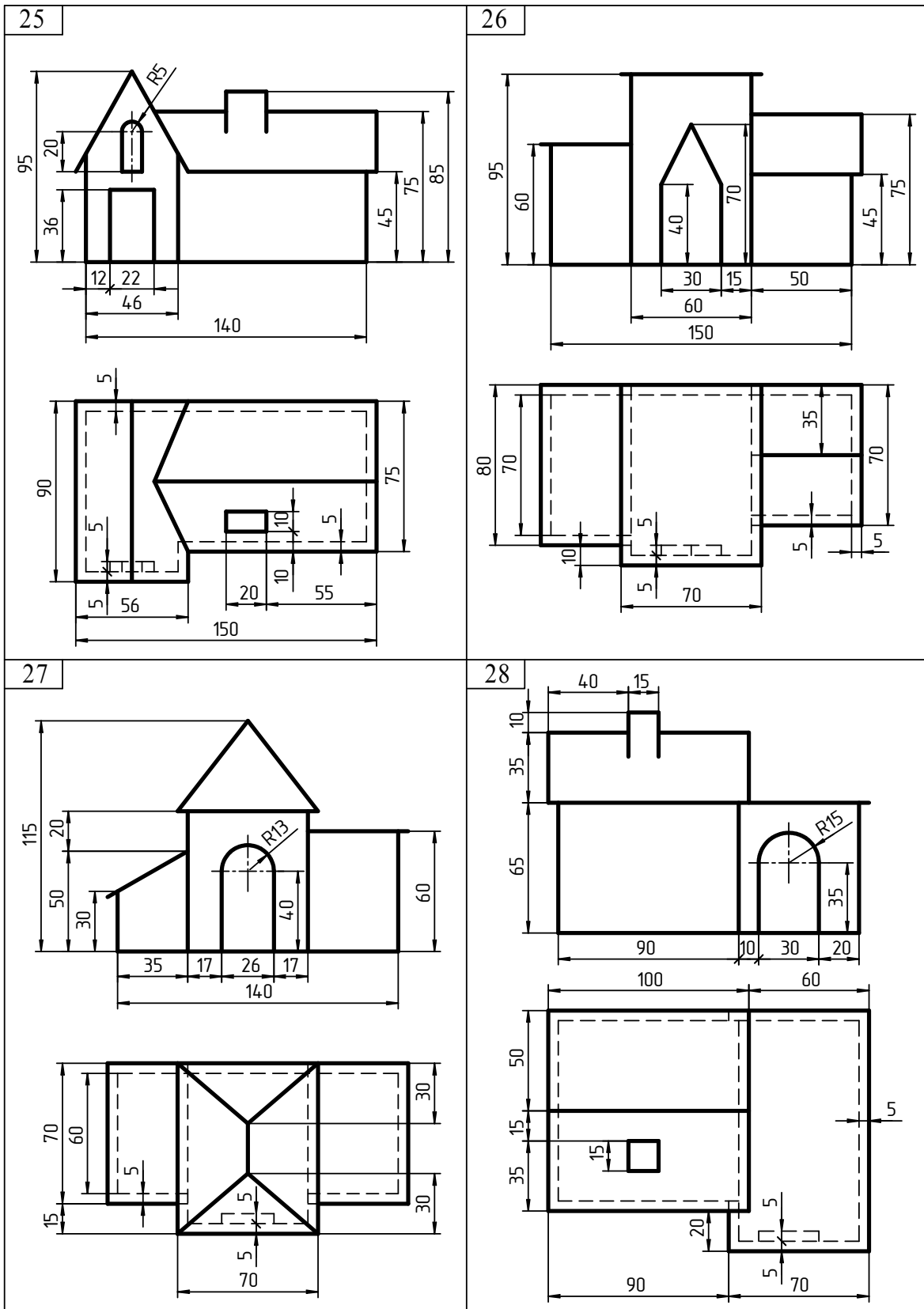
Продолжение табл. 8  
Данные к заданию №7



Продолжение табл. 8  
Данные к заданию №7



Данные к заданию №7



перпендикулярной плоскости проекций, совпадает с проекцией луча на эту плоскость.

Проекциями диагонали куба являются соответствующие диагонали квадрата, т. е. каждая из проекций светового луча  $S(S_1, S_2)$  составляет с осью  $x_{12}$  угол  $45^\circ$ .

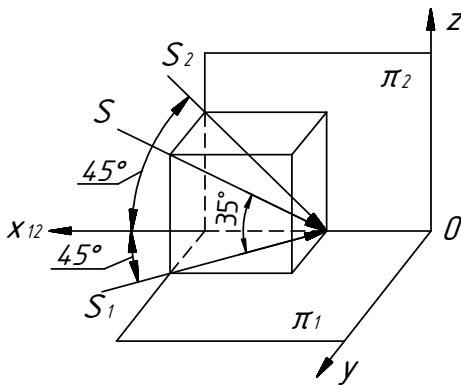


Рис. 36

Этапы решения задания (см. рис. 35):

1. Перечерчиваем горизонтальную и фронтальную проекции здания (между ними оставляем расстояние, равное  $\approx 1,2$  максимальной высоты здания). Размеры не проставляем.
2. Определяем поверхности, находящиеся в собственной тени.
3. Строим падающие тени от элементов здания на землю  $\pi_1$ . Контур падающей тени является тенью контура собственной.

Для построения контура падающей тени от крыши на землю ( $\pi_1$ ) проводим фронтальные проекции световых лучей через точки 1, 2, 3, 5 до земли (ось  $x_{12}$ ). Затем из точек пересечения этих лучей с землей проводим линии связи. В пересечении линий связи с горизонтальными проекциями световых лучей, идущих через данные точки, получаем  $1_{1t}, 2_{1t}, 3_{1t}$  и  $5_{1t}$ .

Конек 5 – 12 параллелен земле. Следовательно, тень от конька на плоскость  $\pi_1$  равна и параллельна отрезку 5 – 12. Проводим через  $5_{1t}$  линию, параллельную  $5_1 – 12_1$ . Эта линия пересечет тень от линии слива 3 – 4 в точке 25. Углы дома 17, 17' и 19, 19' перпендикулярны земле, значит тени от них пойдут под углом  $45^\circ$  к оси  $x_{12}$ . Тень от участка слива 1 – 14 на землю пойдет параллельно до угла 17, 17'. Тень от карниза 7 – 8 на землю строим полностью и ограничиваем тенью от угла дома 19, 19'.

4. Построим тени от конька 5 – 12 на фасад и крышу здания. Конек 5 -12 перпендикулярен к плоскости  $\pi_2$  и, следовательно, по  $\pi_2$  тень совпадает с проекцией луча на  $\pi_2$ . При нахождении тени от конька 5 –



12 на задний скат крыши применяем способ обратного луча.

Из точки  $25_{1t}$  проводим линию параллельно световым лучам, но в обратном направлении, и на линии слива 3 – 4 находим точку Р, в которой тень от конька делится на два участка. Один из них 5 – 25 дает тень на землю, другой 25 – 26 на крышу. Тень от точки 26 находим проведением светового луча из точки 26, до конька 2 – 15.

Участок 12 – 26 даст тень на ближайший скат крыши. Тень от точки 12 находим как точку пересечения светового луча, проведенного через точку 12, с плоскостью ската. Для этого световой луч заключаем во фронтально проецирующую плоскость  $\alpha(\alpha_2)$  и определяем линию пересечения этой плоскости со скатом ( $AB$ ).  $12_{1t}$  получаем в пересечении  $A_1B_1$  и горизонтальной проекции луча, идущего через 12.

Точки 9, 10, 14 и 1 принадлежат одной линии слива, параллельной стене здания. Найдя тень от точки 9, попавшую на ребро здания 20, 20', определяем тень от всего слива на стену. Так же определяем тень от карниза 11 – 12 на стену пристройки.

Построим тень от пристройки на фасад здания. Из горизонтальной проекции точки  $13_1$  проводим световой луч  $S_1$  до стены и по линии связи определим фронтальную проекцию тени точки 13 ( $13_{1t}$ , и  $13_{2t}$ ) на фасаде здания.

Так как карниз 12 – 13 параллелен стене, то тень от него на стену пойдет параллельно самому карнизу до пересечения с тенью от линии слива 1 – 14. Из общей точки пересечения этих теней проводим обратный луч до линии слива 1 – 14 и получаем участок тени от карниза 12 – 13 на скат крыши (12 – К).

Линия слива 13 – 14 перпендикулярна стене здания – значит, тень от нее на стену совпадет с проекцией луча из  $13_t$ . Угол стены пристройки 23, 23' параллелен стене здания, следовательно, тень от него на стену будет параллельна самому углу. Из горизонтальной проекции угла 23, 23' проводим световой луч до стены и по линии связи определяем фронтальную проекцию тени. Продолжаем ее до пересечения с тенью от слива 13 – 14.

5. Построим тени от трубы на скат крыши (рис. 37). Определяем все тенеобразующие ребра трубы (ребра с основаниями  $A, B, C$  на скате крыши).

Построим тень от точки 1. Проводим проекции светового луча через точку 1. Заключаем луч в горизонтально проецирующую плоскость  $\alpha$  (след  $\alpha_1$ ), которая пересечет скат крыши по линии  $MN$ . Пересечение  $M_2N_2$  с проекцией светового луча  $S_2$ , проходящим через точку  $1_2$ , даст тень от точки 1 ( $1_{2t}$ ) на скате крыши. По линии связи находим горизонтальную проекцию тени от точки 1 ( $1_{1t}$ ).

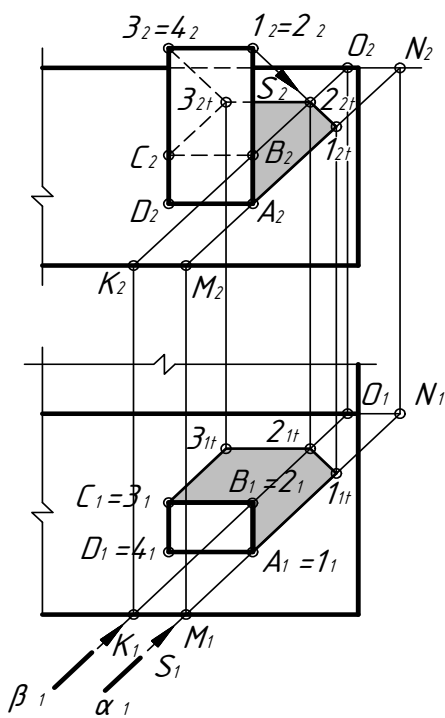


Рис. 37

собственные тени – 2 раза, падающие – 3 раза.

Линии построения контуров теней и характерных точек сохраняем в тонких линиях.

Аналогично построим тень от точки 2 ( $2_{1t}, 2_{2t}$ ) и соединим прямой точки  $1_{1t}$  и  $2_{1t}$ ,  $1_{2t}$  и  $2_{2t}$ .  $[1_t, 2_t]$  – тень от горизонтального ребра  $[1, 2]$  на скате крыши; соединив  $1_t$  с  $A$  ( $1_{1t} - A_1; 1_{2t} - A_2$ ), получим тень от ребра  $1 - A$ .

Построим тень ( $3_t - 2_t$ ) от горизонтального ребра  $3 - 2$ . Тень ( $3_t - 2_t$ ) параллельна ребру  $3 - 2$ .

Проводим тень  $C_t - 3_t$  от вертикального ребра  $C - 3$  ( $C_t - 3_t$  должна быть параллельна  $MN$  и  $KO$ ).

6. После выполнения построений производим отмывку чертежа разведенной черной тушью или раствором черной акварельной краски. Все изображения отмываем 1 раз,

## ЗАДАНИЕ №8. ПЕРСПЕКТИВА ПАРКЕТА

### *Содержание задания.*

*Даны* элементы паркета.

*Требуется:*

Построить фронтальную и угловую перспективу паркета.

### *Методические указания.*

Задание выполняется на двух листах формата А3, расположенных горизонтально. Данные необходимо взять из табл. 9 в соответствии с вариантом. Табличное изображение паркета увеличивается в 3 раза. Пример выполнения задания приведен на рис. 38, 39.

Для построения перспективы паркета рекомендуется применять способ архитекторов с использованием одной или двух точек. Масштаб перспективного изображения рекомендуется взять 2:1, дистанционное расстояние  $SP \approx 60$  мм, а высоту линии горизонта  $\approx 70$  мм.

## ЗАДАНИЕ №9. ПЕРСПЕКТИВА ЗДАНИЯ

### *Содержание задания.*

*Даны* ортогональные проекции здания.

*Требуется* по ортогональным проекциям схематизированного здания построить его перспективу. Указать собственные тени и контур падающих теней здания, построенного в перспективе.

### *Методические указания.*

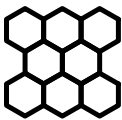



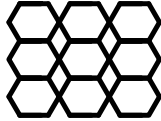
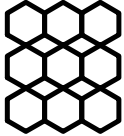
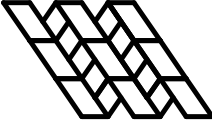
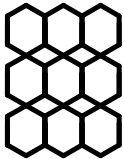

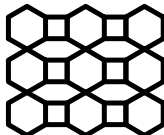
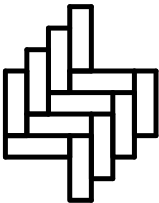
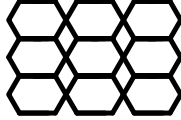
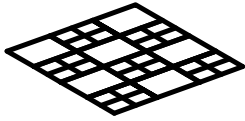

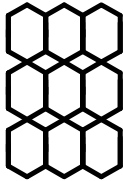
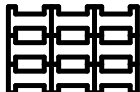
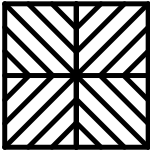
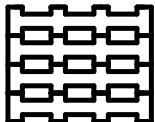
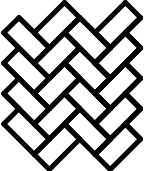
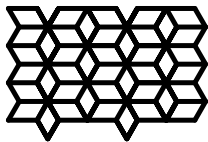
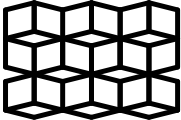
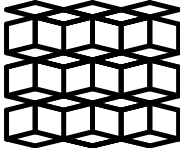
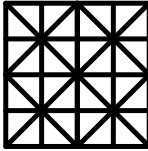
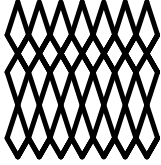
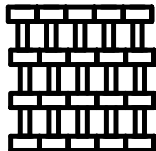
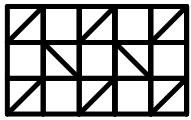
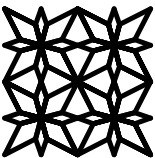
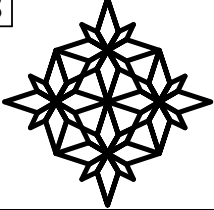
Задание выполняется на листе чертежной бумаги формата А1 (рис. 40, 41).

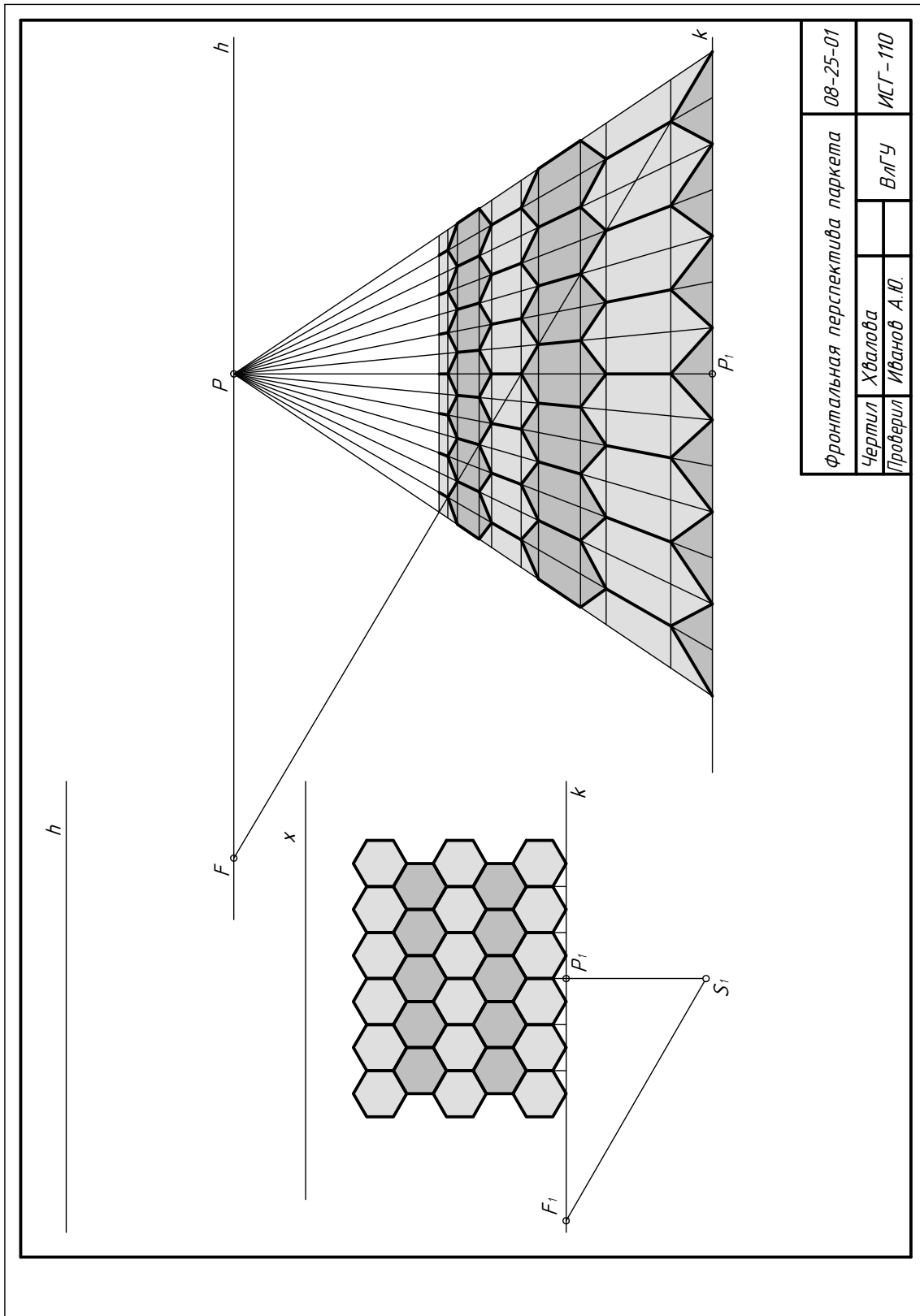
1. Перечерчиваем в левом верхнем углу листа ортогональные проекции здания.

2. Выбираем положение картинной плоскости и точки зрения:

а) Картинную плоскость следует ориентировать так, чтобы, во-первых, горизонтальный след ее  $k_l$  с одной из сторон плана составлял бы угол  $25 - 35^\circ$ , во-вторых, горизонтальный угол зрения между крайними лучами в плане находился бы в пределах от  $18^\circ$  до  $53^\circ$  (оптимальное значение угла зрения  $\varphi \approx 28^\circ$ ), в-третьих, главная точка зрения картины  $P$  оказалась бы в пределах средней трети угла зрения.

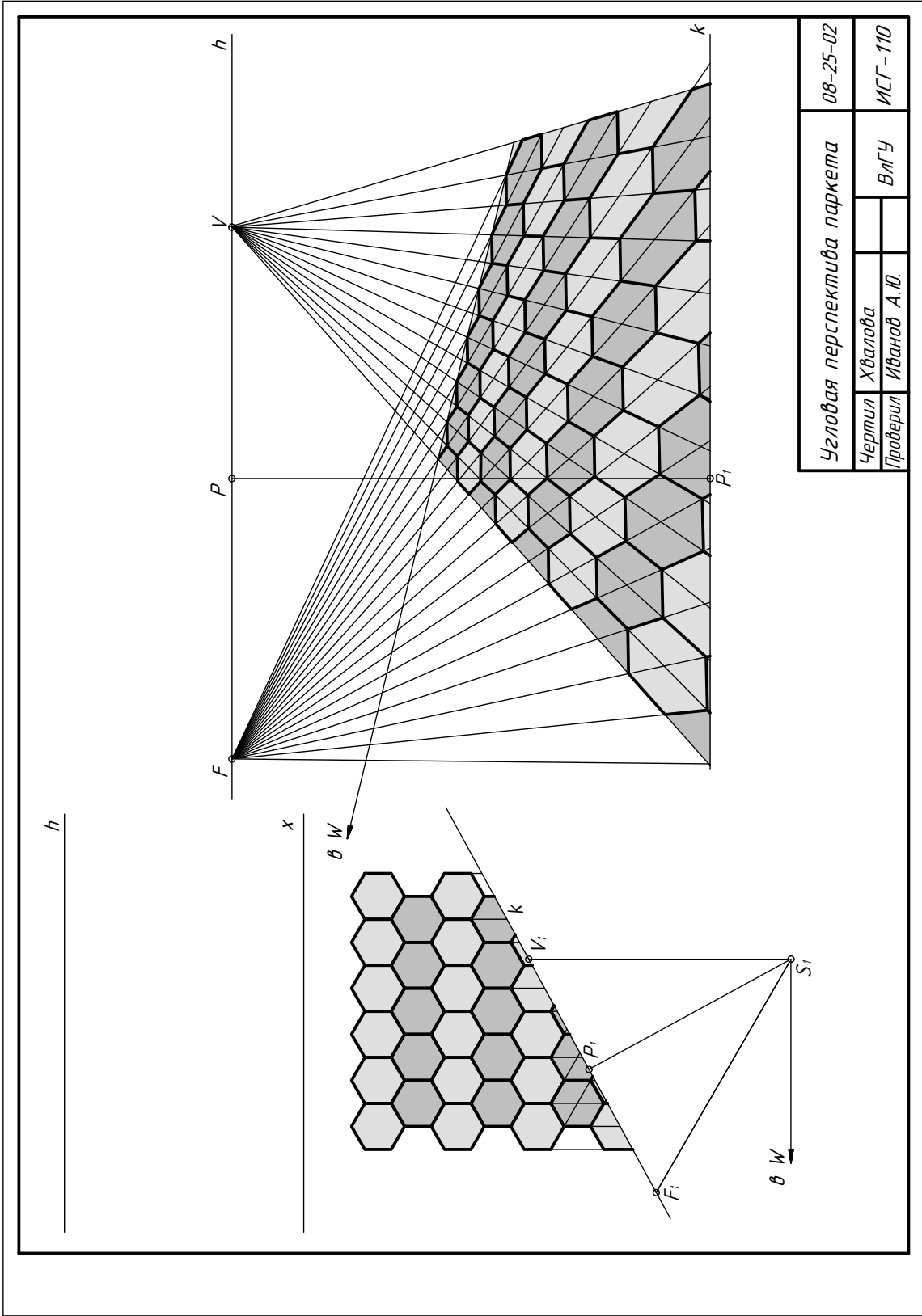
Данные к заданию №8

1		2		3		4	
5		6		7		8	
9		10		11		12	
13		14		15		16	
17		18		19		20	
21		22		23		24	
25		26		27		28	



Фронтальная перспектива паркета		08-25-01
Чертил	Хвалова	ВлГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	
		ИСГ-110

Рис. 38



Угловая перспектива паркета		08-25-02	
Чертил	Хвалова	ВЛГУ	
Проверил	Иванов А.Ю.		ИСГ-110

Рис. 39

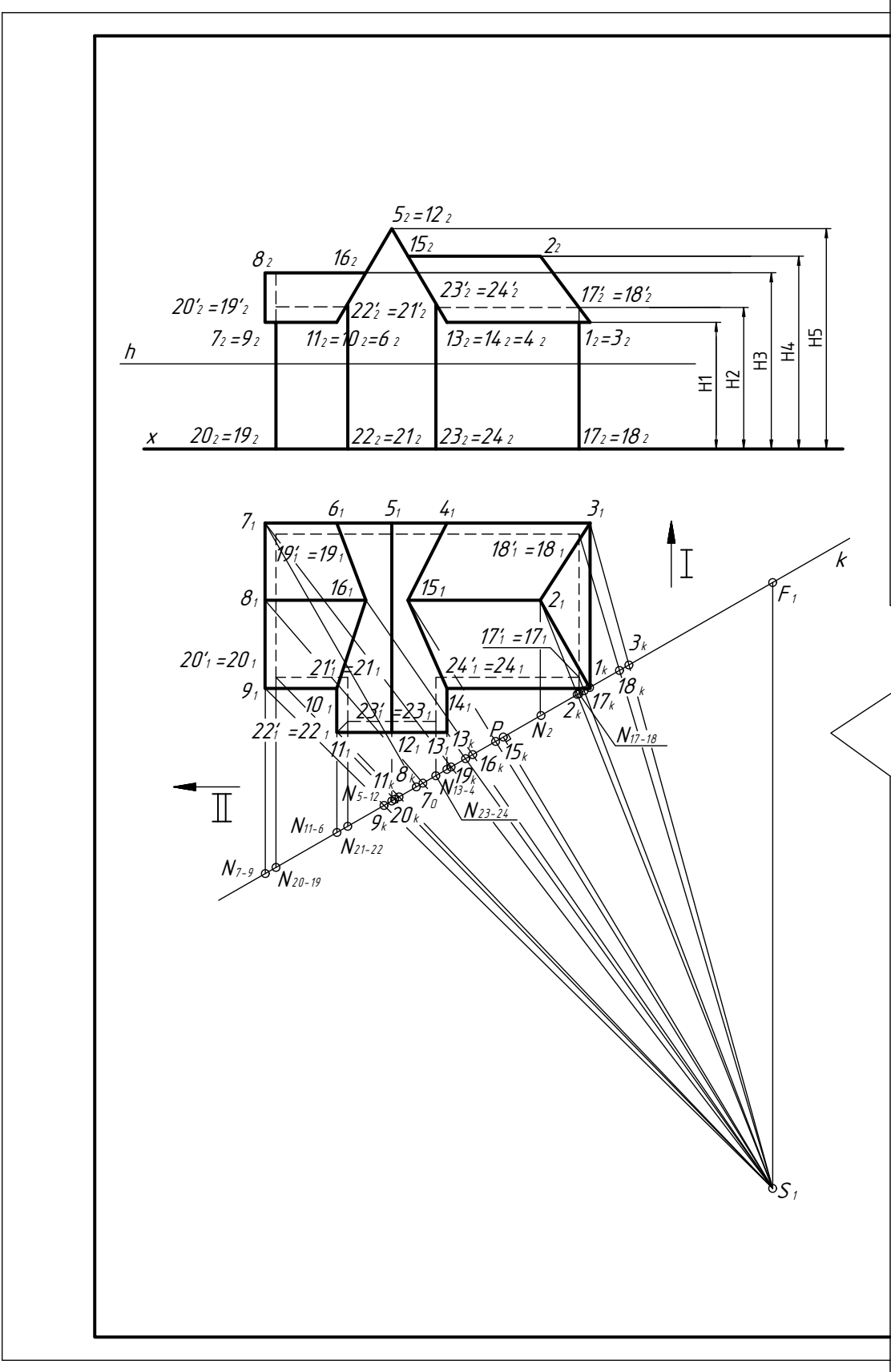
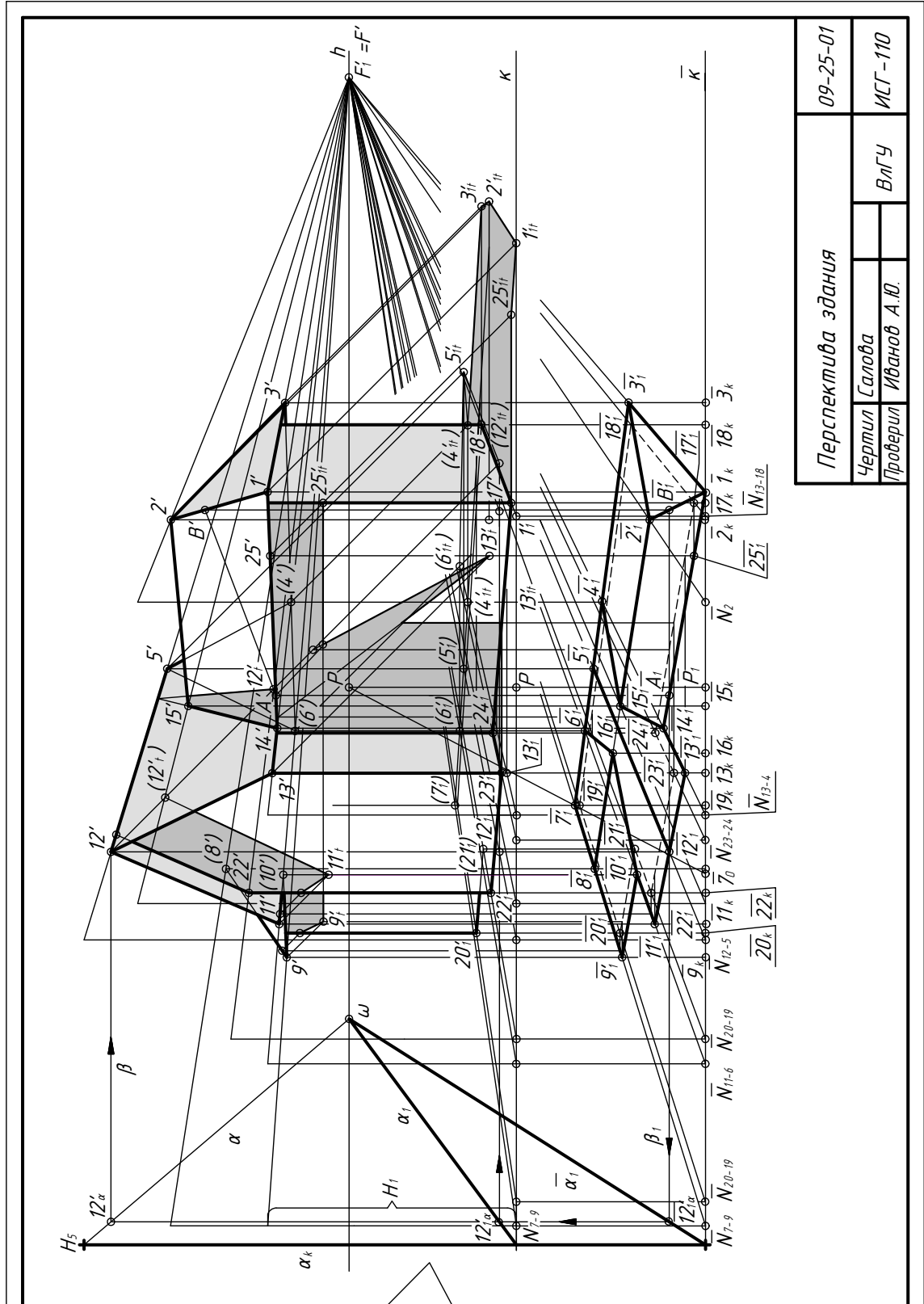


Рис. 40



Перспектива здания		09-25-01
Чертил	Салова	ВЛГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	
		ИСГ-110

Рис. 41



б) Высоту горизонта обычно принимают на уровне глаз человека, стоящего на земле, т. е.  $H = 1,5 - 1,7$  м. Для задания №9 принимаем высоту линии горизонта  $30 - 35$  мм.

3. Для построения перспективы здания рекомендуется применять способ архитекторов с использованием одной точки схода (масштаб 2:1).

Дальнейшие построения на исходном плане выполняем в такой последовательности:

а) Определяем положение доступной точки схода  $F$ . Замечая, что линии контура могут быть разделены на два пучка параллельных прямых, определяем перспективы бесконечно удаленных точек  $F$  и  $V$  каждого из пучков, причем точка  $F$  является перспективой бесконечно удаленной точки пучка параллельных прямых направления I, доступного для построения. Чтобы определить точку схода параллельных прямых, надо из точки  $S$  провести прямую, параллельную этому направлению до пересечения с картиной.

б) Находим начальные точки прямых, параллельных направлению I (начальные точки  $N_{7-9}, \dots, N_{17-18}$ ).

в) Направим во все точки плана из точки зрения лучи и отметим точки пересечения горизонтальных проекций этих лучей со следом картины  $k$  ( $1_k, 2_k, \dots, 24_k$ ).

4. Построение перспективы схематизированного здания начинаем с перспективы вспомогательного горизонтального плана. Ее строим не на предметной плоскости, а на вспомогательной горизонтальной плоскости, отстоящей вниз от предметной на произвольное расстояние.

а) На линию горизонта переносим главную точку картины  $P$  и доступную точку схода  $F$ .

б) Перспективы точек плана определяем пересечением двух прямых: прямой плана, параллельной направлению I, и радиальной прямой.

Например: от точки  $\bar{P}_1$  – главной точки картины – в масштабе 2:1 откладываем точки  $\bar{N}_{7-9}$  и точку  $\bar{9}_k$  на вспомогательном горизон-

тальном основании картины  $\bar{k}$ . Соединяем точку  $\bar{N}_{7-9}$  и точку  $F_1$ , а из точки  $\bar{9}_k$  проводим вертикальную прямую до пересечения с  $\bar{N}_{7-9}F_1$ . Получаем вторичную проекцию точки 9 на вспомогательном основании. Для построения перспективы точек плана в качестве второй прямой можно использовать прямую, проходящую через эту точку и перпендикулярную картине. Перспективы прямых, перпендикулярных картине, имеют точку схода в главной точке картины  $P$ . Так, вторичная проекция точки 7 на вспомогательном горизонтальном основании получается пересечением прямой  $\bar{N}_{7-9}F_1$  и прямой  $P\bar{7}_o$ .

5. Для того чтобы получить перспективы вертикальных ребер, нужно через любое ребро провести вертикальную плоскость и построить линию пересечения этой плоскости с картиной  $k$ ; затем, отложив на этой прямой от основания картины отрезок, равный заданной высоте (с учетом масштаба), нужно провести в плоскости горизонталь заданного уровня до пересечения с перспективой взятого ребра.

Например: из точки  $N_{7-9}$  откладываем в масштабе 2:1 высоту  $H_1$  и, соединив эту точку с  $F_1$ , получим перспективу горизонтали уровня  $H_1$ , пересечение которой с вертикальной прямой, проходящей через точку  $\bar{9}'_1$ , определит точку  $9'$ .

6. Получить перспективы вертикальных ребер можно и с помощью вспомогательной вертикальной плоскости  $\alpha$ . Картинным следом этой плоскости будет вертикальная прямая  $\alpha_k$ , а точкой схода ее горизонталей – произвольная точка  $\omega$  на линии горизонта. На картинном следе вертикальной плоскости откладываем (с учетом масштаба) натуральные вертикальные размеры и проводим прямые в точку  $\omega$ .

Например, для точки 12 – отрезок  $\bar{12}'_{1\alpha} - 12'_{1\alpha}$  определяем с помощью плоскости  $\beta$ , параллельной картине и проходящей через точку  $\bar{12}'_1$ . Завершающий этап заключается в построении вертикального отрезка  $12'_1 - 12' = 12'_{1\alpha} - 12'_\alpha$  (см рис. 41).

7. Построим контуры падающих теней схематизированного здания. Лучи света принимаем параллельными картинной плоскости с углом наклона к предметной плоскости (земле)  $45^\circ$ .

Контур падающих теней строим от контура собственных теней. Контуром собственной тени является линия  $17 - 25 - 1 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7$ , от точек этой линии контур падающей на землю тени соответственно  $17'_{1t} - 25'_{1t} - 1'_{1t} - 3'_{1t} - 4'_{1t} - 5'_{1t} - 6'_{1t} - 7'_{1t}$  и т. д. (см. рис. 41).

Для построения теней на скате крыши от точки 12 через световой луч проводим вспомогательную вертикальную плоскость параллельную картинной плоскости, след которой на предметной плоскости совпадает с вторичной проекцией луча (прямая  $\bar{A}'_1\bar{B}'_1$ ). Далее строим линию пересечения этой проецирующей плоскости и заданного ската крыши  $A'B'$ .

Точка  $12'_t$ , в которой луч пересекает прямую  $AB$ , является тенью точки 12 на наклонную плоскость ската крыши.

8. Обводим перспективное изображение здания линией, толщиной 0,5 – 0,6 мм, а контур теней 0,2 – 0,3 мм. Все построения сохраняем в тонких линиях. Отмываем перспективное изображение здания одним слоем разведенной акварельной краски; собственные тени – двумя слоями; падающие тени – тремя слоями.

## ЗАДАНИЕ №10. ПЕРСПЕКТИВА ЗАСТРОЙКИ

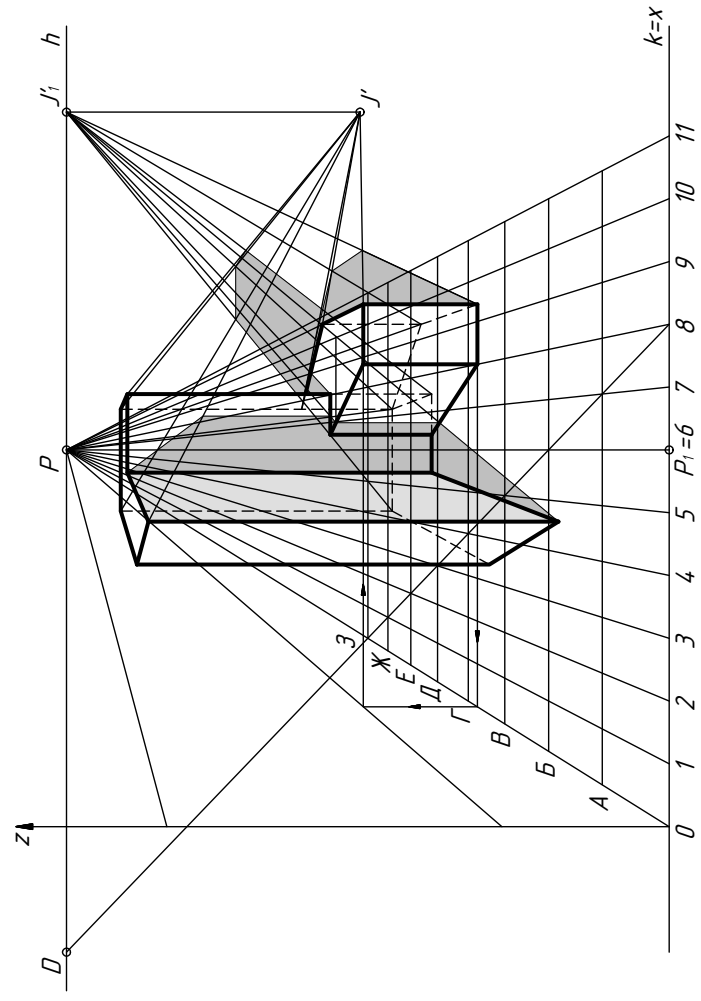
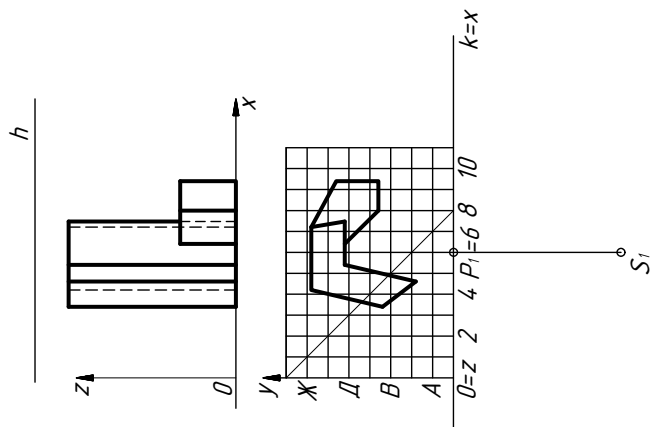
### *Содержание задания.*

*Даны* ортогональные проекции объекта.

*Требуется* построить перспективу объекта нерегулярной формы способом перспективной сетки и тени в перспективе.

### *Методические указания.*

Задание выполняется на формате А1. Объект в ортогональных проекциях вычерчивается в масштабе 2:1. Перспективное изображение рекомендуется увеличить в 3 раза. Пример выполнения задания представлен на рис. 42.



Перспектива застройки		10-25-01
Чертил	Широкова	ВлГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	
		ИСГ-110

Рис. 42

Способ перспективной сетки применяется при проектировании градостроительных и промышленных объектов, расположенных на значительной территории. При этом линию горизонта рекомендуется выбирать выше объекта.

Направление картинной плоскости и точку зрения выбираем так, чтобы перспективное изображение получилось наиболее выразительным и наглядным, чтобы объекты не закрывали друг друга.

Объект относим к прямоугольной системе координат таким образом, чтобы картинная плоскость совпадала с плоскостью  $xoz$ , а предметная плоскость совпадала с плоскостью  $хоу$ . При этом начало координат выбираем произвольно за пределами объекта, ось  $x$  совмещаем с основанием картины, ось  $z$  располагаем вертикально, ось  $y$  – перпендикулярно к картине.

Затем на исходный план объекта наносим сетку квадратов, две стороны которых перпендикулярны к картине, а две – параллельны картине, приняв сторону квадрата за единицу измерения.

Строим в перспективе оси координат, на линии горизонта отмечаем главную точку картины  $P$  и дистанционную точку  $D$  ( $SP = PD$ ). Ось  $x$  совпадает с основанием картины и расположена горизонтально, ось  $y$  перпендикулярна к картине, следовательно, направлена в главную точку картины  $P$ . Ось  $z$  вертикальна. Перспективную сетку строим с помощью дистанционной или дробной дистанционной точки. В дистанционную точку направлены прямые, расположенные под углом  $45^\circ$  к картине, которые являются диагоналями квадратов сетки.

В примере (см. рис. 42) на оси  $x$  откладываем стороны квадратов. Через полученные точки  $0, 1, \dots, 11$  проводим стороны квадратов, перпендикулярные к картине, в точку  $P$ . Затем из любой точки, например, точки  $8$  проводим диагонали квадратов в дистанционную точку. Диагональ  $8D$  пересекает прямые  $0P, 1P, \dots, 8P$  в вершинах квадратов, через которые проходят стороны квадратов, параллельные картине.

Для построения перспективы плана определяем положение точек плана относительно сторон сетки и затем методом интерполиро-

вания на глаз наносим их на перспективной сетке. Для более точного построения отдельных объектов можно использовать метод прямоугольных координат.

Высоты объекта отмечаем на оси  $z$  и проводим горизонтали в главную точку картины  $P$ . Для определения высоты в любой точке объекта через точку проводим прямую, параллельную картине до пересечения с осью  $y$ , поднимаем вертикальную прямую на заданную высоту и строим перспективу вертикальных ребер объекта.

Для построения теней положение источника света рекомендуется выбирать так, чтобы около  $1/3$  объекта находилось в собственной тени, а падающая тень не была бы длинной и не закрывала соседние объекты.

Для данного задания предлагается построить тени от солнечного источника света, расположенного сзади зрителя с любой стороны от объекта. При этом вторичная проекция источника света  $I'_1$  будет принадлежать линии горизонта, а перспектива  $I'$  располагаться ниже линии горизонта. Для построения тени от точки вторичную проекцию точки соединяем с вторичной проекцией источника света, а перспективу точки – с перспективой источника. На пересечении вторичной проекции луча с перспективой луча получаем тень от точки. При построении теней надо учитывать, что тень от вертикальной прямой направлена во вторичную проекцию источника, а тень от горизонтальной прямой направлена в ту же точку схода, что и сама прямая.

После выполнения обводим перспективное изображение объекта линией толщиной 0,8 мм, контур теней 0,3 – 0,4 мм. Все построения сохраняем в тонких линиях. Перспективное изображение объекта отмываем разведенной акварельной краской.

## ЗАДАНИЕ №11. ФРОНТАЛЬНАЯ ПЕРСПЕКТИВА ИНТЕРЬЕРА

### *Содержание задания.*

*Дано:*

1. Рамка картины 320 x 192 мм.
2. Высота линии горизонта  $H$ , дистанционное расстояние  $PD$  и положение главной точки картины  $P$  выбираются по вариантам согласно табл. 10.
3. Размеры комнаты: ширина – 5 м, высота – 3 м, расстояние от картины до задней стены – 4 м. Толщина наружной стены – 0,51 м, внутренней – 0,38 м.
4. В левой стене комнаты на расстоянии 1,2 м от задней стены расположено окно: ширина оконного проема – 2,1 м, высота – 1,5 м. Расстояние от пола до верха подоконника – 0,75 м, подоконник выступает в квартиру на 0,1 м, толщина подоконника 0,05 м; от края подоконника до рамы 0,3 м.
5. В задней стене на расстоянии 1 м от правого угла комнаты расположена дверь размером 2,1 x 1,1 м. Дверь приоткрыта в комнату на  $60^\circ$ .
6. Пол выложен квадратными плитками, сторона которых 0,5 м.
7. У правой стены на расстоянии 0,2 м от задней стены стоит книжный шкаф высотой – 2,3 м, длиной – 1,5 м; высота нижней части – 0,7 м, ширина нижней части – 0,5 м, верхней – 0,3 м.
8. У этой же стены ближе к зрителю стоит тумбочка 0,5 x 0,36 м высотой – 0,6 м.
9. Над тумбочкой висит круглое зеркало, центр которого расположен на высоте 1,7 м диаметром 1,5 м, угол наклона зеркала к стене  $10^\circ$ .
10. У задней стены слева от двери стоит кровать 2,2 x 1 м высотой – 0,4 м.
11. Над кроватью на высоте 1,5 м висит картина размером 1,2 x 0,6 м.
12. Посередине комнаты стоит круглый стол диаметром 1,2 м, высотой – 0,75 м.
13. Вокруг стола стоит четыре стула 0,45 x 0,45 м, высота до сидения 0,45 м, со спинкой – 0,8 м.
14. Над столом висит лампа с люстрой конической формы, диаметр основания люстры – 0,6 м, высота – 0,3 м; длина шнура – 0,2 м.

## Исходные данные к заданию №11

Номер варианта	$H$ , м	$PD$ , м	Главная точка картины
1	1,5	3,9	Главная точка в центре картины
2	1,8	3,7	
3	1,6	3,5	
4	2,0	3,7	
5	1,8	4,1	
6	1,6	3,6	Главная точка смещена на 0,3 м влево от центра
7	1,7	3,5	
8	1,8	3,7	
9	1,6	3,9	
10	2,0	3,4	Главная точка смещена на 0,3 м вправо от центра
11	1,8	4,1	
12	1,6	4,3	
13	1,9	4,4	
14	1,8	4,2	
15	1,7	3,9	Главная точка в центре картины
16	1,6	3,8	
17	1,7	3,5	
18	1,9	3,6	
19	1,5	3,8	
20	1,8	3,3	Главная точка смещена на 0,25 м вправо от центра
21	1,7	4,0	
22	1,6	4,1	
23	1,8	4,2	
24	1,9	3,9	
25	1,7	3,8	Главная точка смещена на 0,25 м влево от центра
26	1,6	3,5	
27	1,8	3,6	
28	1,9	3,4	
29	1,5	3,8	
30	1,7	3,7	



*Линейный масштаб*

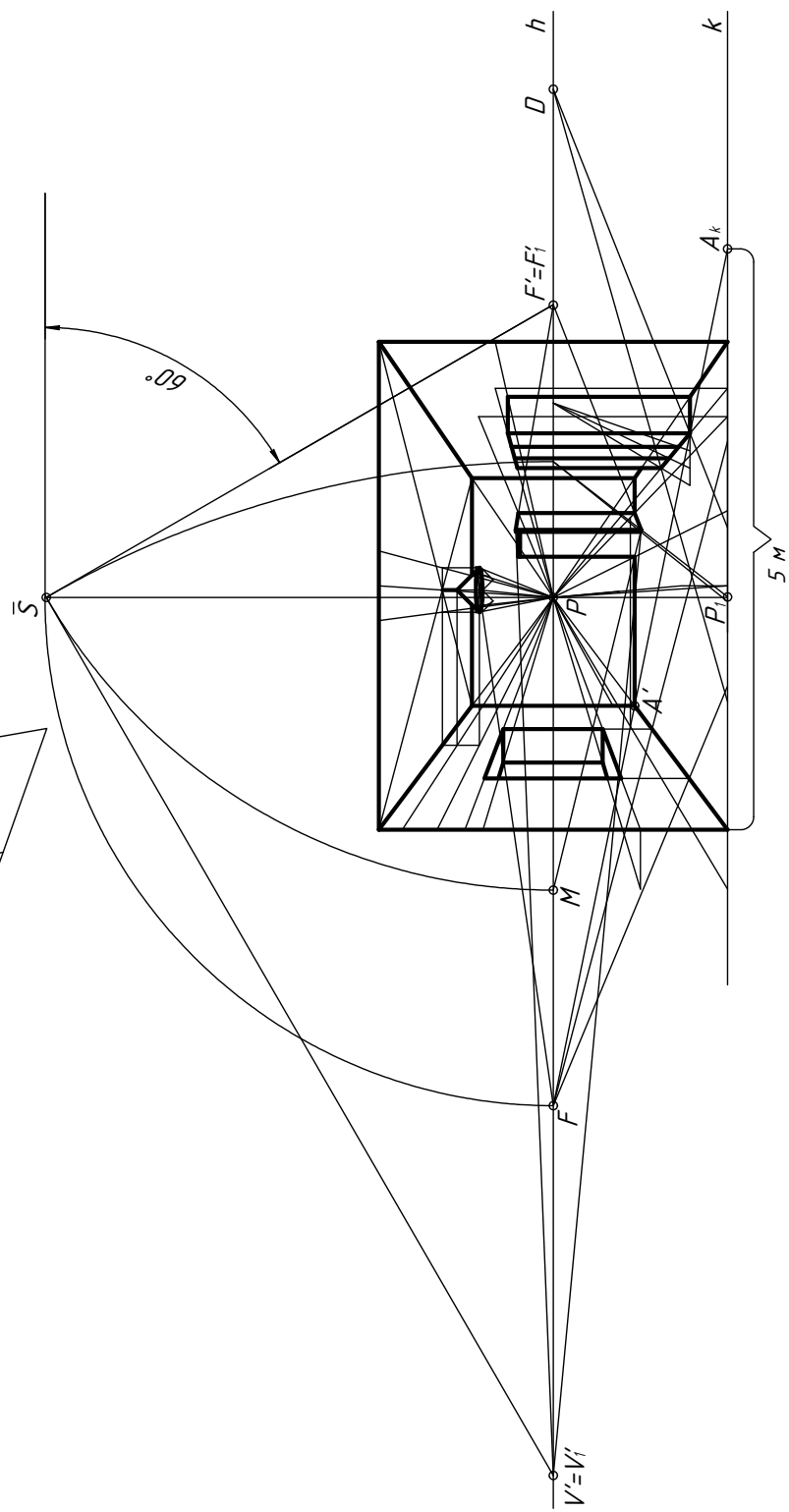
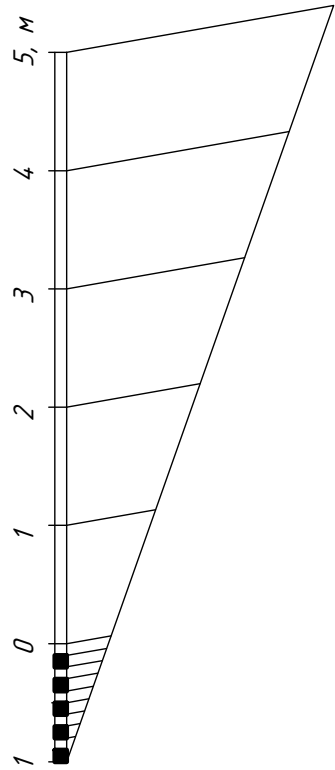


Рис. 43

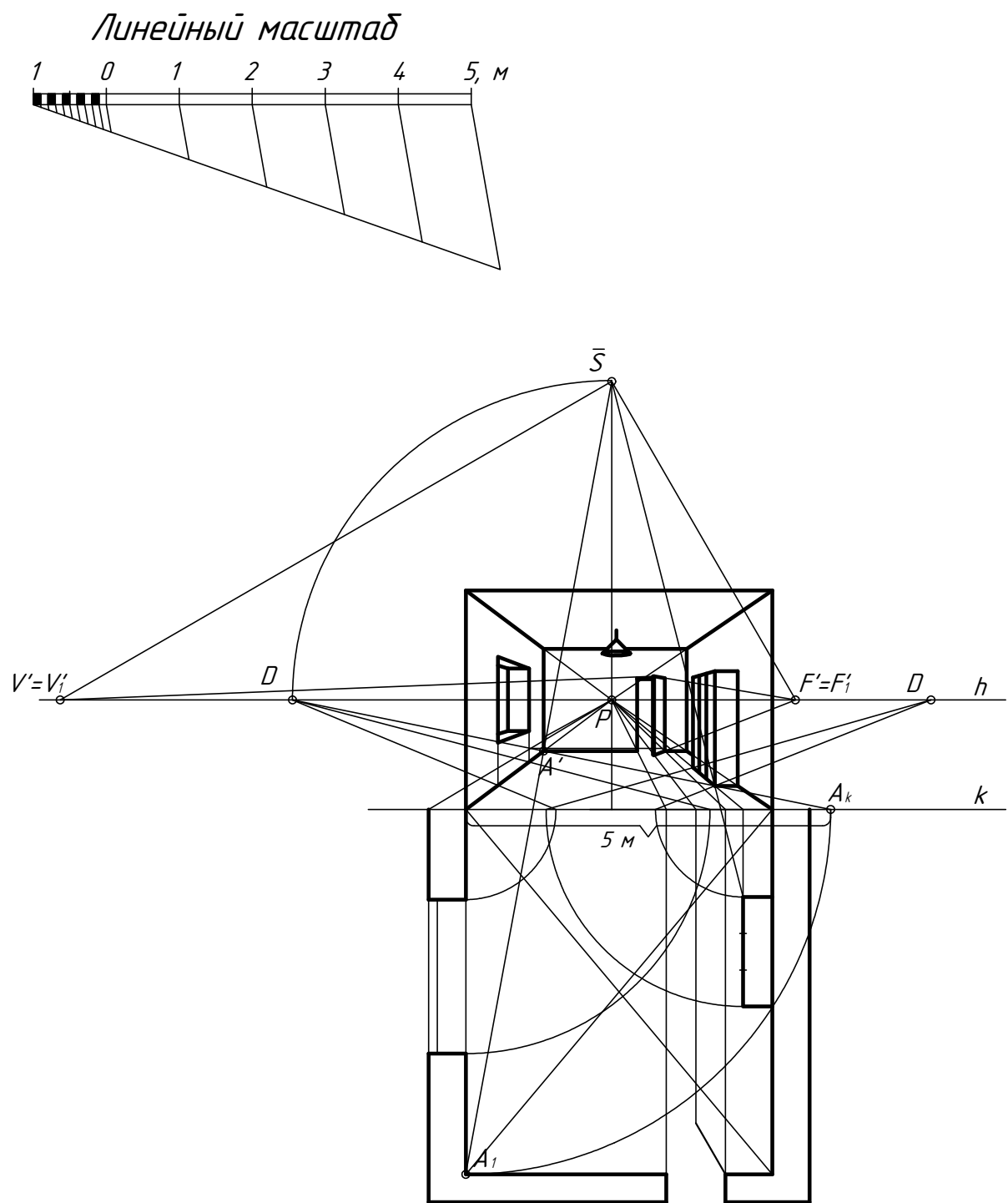


Рис. 44

*Линейный масштаб*

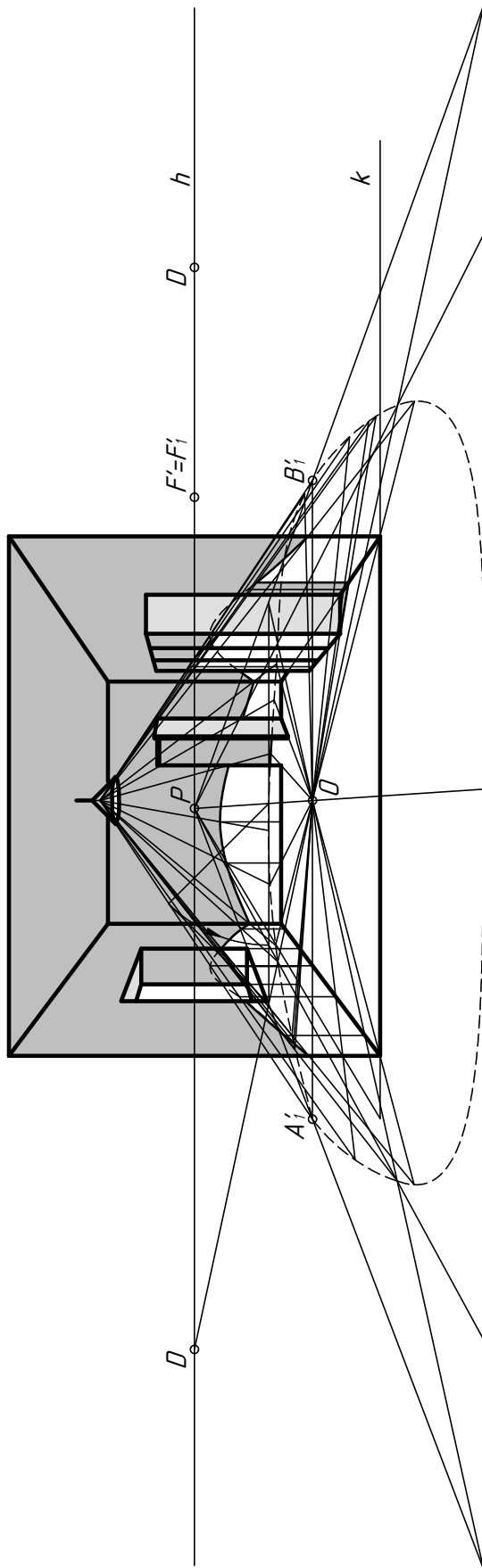
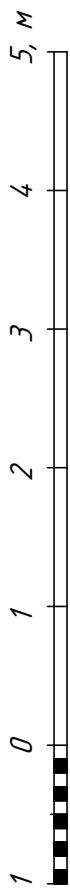
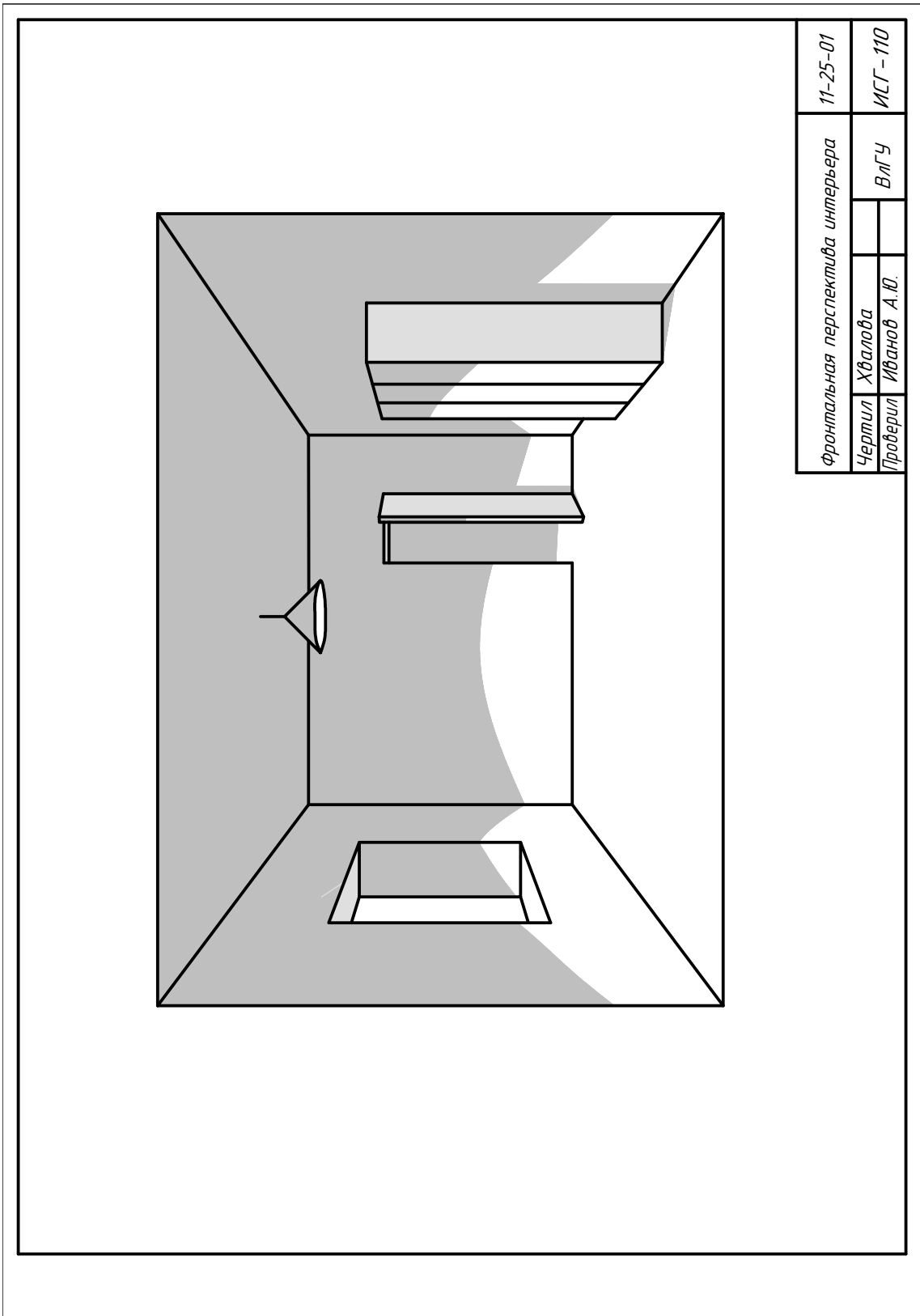


Рис. 45



Фронтальная перспектива интерьера		11-25-01
Чертил	Хвалова	ВлГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	
		ИСГ-110

Рис. 46

*Требуется:*

Построить фронтальную перспективу интерьера методом масштабов по заданным размерам и методом совмещенной картины и предметной плоскости. Построить отражение в зеркале и тени от лампы.

**Методические указания.**

Черновик задания выполняется на формате А1, чистовик на А3. Пример выполнения представлен на рис. 43 – 46.

Линейный масштаб строится в соответствии с размерами рамки картины, используя ширину или высоту комнаты (рис. 47).

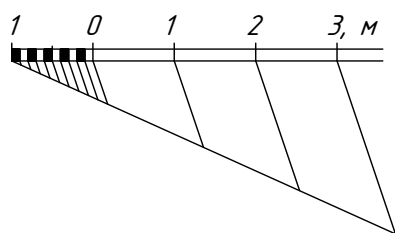


Рис. 47

Ширину предметов откладываем на основании картины в соответствии с линейным масштабом через любую точку на линии горизонта (рис. 48, а).

Глубину предметов откладываем на прямых перпендикулярных к картине через дистанционные точки на основании картины (рис. 48, б).

Высоту предметов откладываем на вертикальной прямой в картинной плоскости через любую точку на линии горизонта (рис. 48, в).

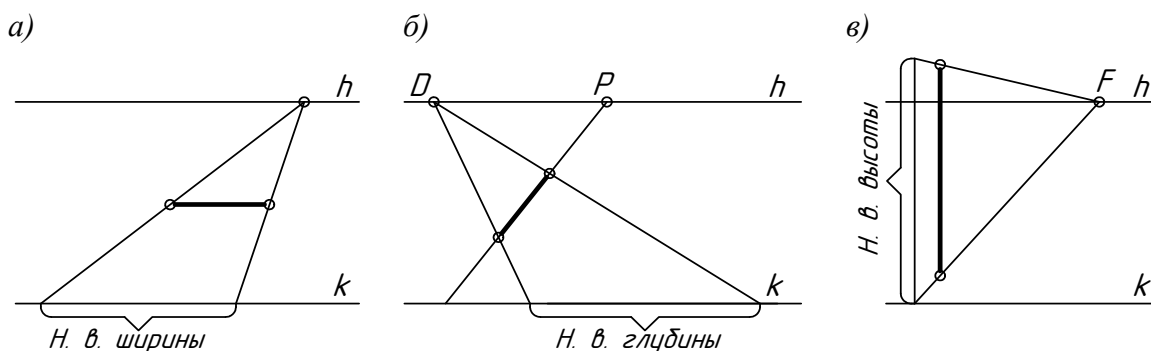


Рис. 48

Окружности строим методом описанного квадрата, используя диагональ, проведенную в дистанционную точку (рис. 49).

Угол наклона горизонтальной прямой к картинной плоскости откладываем при совмещенной точке зрения от нейтральной прямой  $n$  (рис. 50). Ширину дверного полотна и проем в стене делаем равными через масштабную точку ( $F\bar{S} = \bar{S}M$ ).

При построении отражений в наклонном зеркале проводим от точки перпендикуляр к плоскости зеркала, заключаем его во фронтальную плоскость, находим линию пересечения фронтальной плоскости с плоскостью зеркала и откладываем вдоль перпендикуляра равные расстояния от точки до плоскости зеркала и ее отражения (рис. 51).

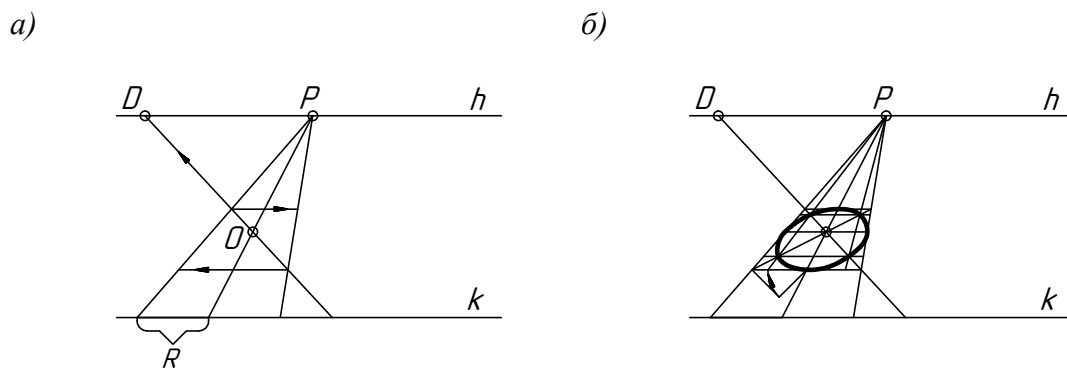


Рис. 49

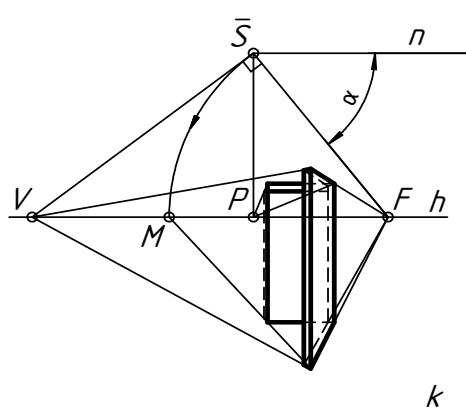


Рис. 50

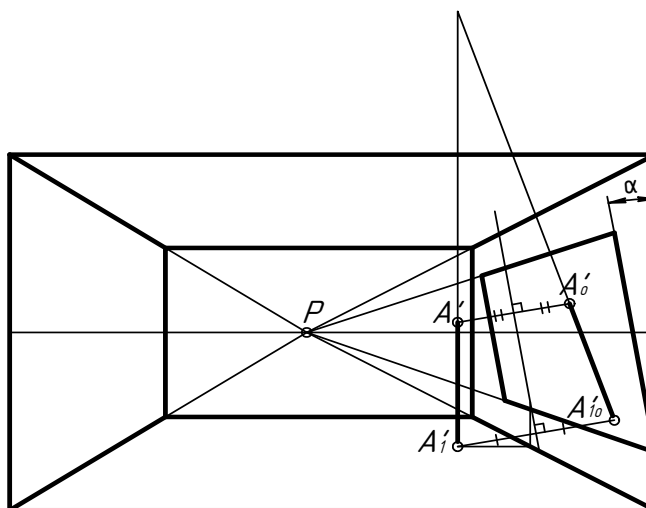


Рис. 51

Тени в интерьере строим в зоне светового пятна, которое образуется на полу и стенах при пересечении лучевого конуса плоскостями, при этом на горизонтальной плоскости получается окружность, которая проецируется в эллипс, а на вертикальной – гипербола (рис. 52).

При построении фронтальной перспективы интерьера методом совмещенной картинной и предметной плоскостей сначала строим план в ортогональных проекциях в соответствии с масштабом, при

этом задняя стена окажется внизу. Вторичную проекцию точек определяем как точки пересечения прямых перпендикулярных к картинной плоскости и прямых, направленных под углом  $45^\circ$  к картинной плоскости.

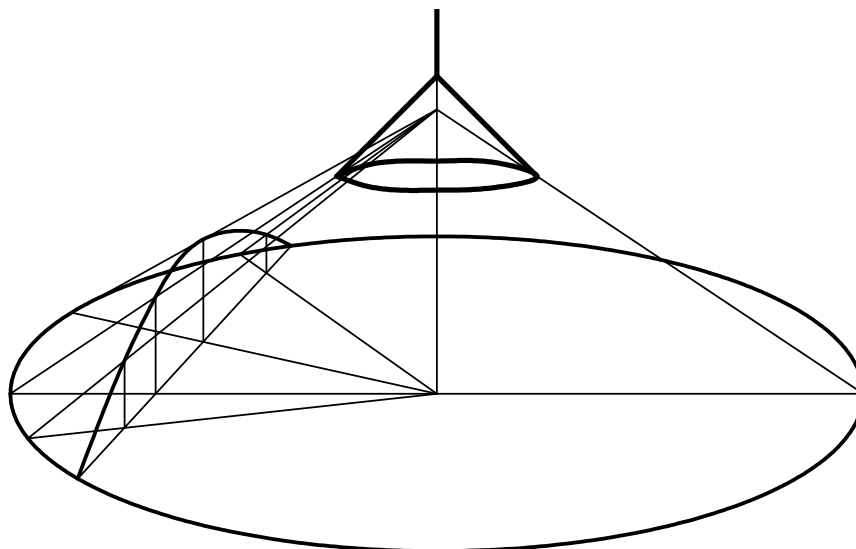


Рис. 52

Рассмотрим пример.

1. Рамка картины  $56 \times 40$  мм. Дистанционное расстояние  $SP = 4,4$  м, высота линии горизонта –  $1,5$  м. Точка Р смещена на  $0,6$  м влево от центра картины.

2. Размеры комнаты: ширина –  $4,2$  м, высота –  $3$  м, расстояние от картины до задней стены –  $5$  м. Толщина наружной стены –  $0,51$  м, внутренней –  $0,38$  м.

3. В левой стене комнаты на расстоянии  $1,65$  м от задней стены расположено окно: ширина оконного проема  $2,1$  м, высота –  $1,5$  м. Расстояние от пола до подоконника –  $0,75$  м.

4. В задней стене на расстоянии  $0,65$  м от правого угла комнаты расположен дверной проем  $2,1 \times 0,81$  м. Дверь приоткрыта в комнату на  $60^\circ$ .

5. У правой стены на расстоянии  $2,3$  м от задней стены стоит трехстворчатый шкаф высотой –  $2$  м, длиной –  $1,5$  м, шириной –  $0,4$  м.

6. Над столом висит лампа с люстрой конической формы, диаметр основания люстры –  $0,6$  м, высота –  $0,3$  м; длина шнура –  $0,2$  м.

Построим фронтальную перспективу комнаты.

1. Строим линейный масштаб, используя размеры рамки картины и натуральные размеры комнаты. Высота комнаты, равная – 3 м, соответствует 40 мм рамки картины. Делим 40 мм на 3 части по теореме Фалеса. Для удобства измерения десятых долей метра сначала откладываем 10 маленьких частей (см. рис. 43).

2. Откладываем в полученном масштабе высоту линии горизонта – 1,5 м и дистанционное расстояние – 4,4 м по обе стороны от главной точки  $P$ .

3. Строим перспективу комнаты с учетом того, что рамка картины соответствует ширине и высоте комнаты. Линии пересечения пола и потолка со стенами проводим в точку  $P$ , а расстояние от картинной плоскости  $k$  до задней стены строим, используя масштаб глубин, т. е. откладываем 5 м на основании картины и проводим прямую в дистанционную точку  $D$ . Находим задний левый угол комнаты  $A'_1$  и строим перспективу фронтальной стены.

4. Строим перспективу окна, откладывая размеры вдоль глубинной прямой. Для этого откладываем от точки  $A_k$  отрезки длиной 1,65 м и ширину оконного проема – 2,1 м на основании картины, соединяем их с точкой  $D$ , получаем ширину окна в перспективе. Расстояние от пола до подоконника 0,75 м и высоту окна откладываем в начальной точке левой стены и проводим в  $P$ .

5. Для построения перспективы двери сначала откладываем расстояние от правого угла 0,65 м и ширину дверного проема 0,81 м вдоль основания картины и проводим глубинные прямые до пересечения с задней стеной. Для построения дверного полотна откладываем  $60^\circ$  от нейтральной прямой при совмещенной точке зрения. Получаем точку схода горизонтальных линий дверного полотна  $F$ . Строим ширину дверного полотна, равную ширине дверного проема. Для этого используем масштабную точку.

6. Перспективу шкафа удобно строить, используя правую дистанционную точку.

7. Для построения перспективы люстры находим середину потолка через диагонали, откладываем высоту шнура и люстры в плос-



кости лампы, получаем перспективу центра окружности и строим перспективу окружности методом описанного квадрата, проведя две его стороны в точку  $P$  и диагональ через центр окружности в точку  $D$ .

8. Строим фронтальную перспективу интерьера способом совмещения картинной и предметной плоскости. В соответствии с линейным масштабом строим план комнаты, располагая заданную стену с дверным проемом внизу. Точку с плана строим в перспективе, используя прямую перпендикулярную к картинной плоскости  $k$ , идущую в точку  $P$ , и прямую под углом  $45^\circ$  к картинной плоскости  $k$ , идущую в точку  $D$ . Можно использовать перспективное соответствие: точка плана, соответствующая точка в перспективе и совмещенная точка зрения лежат на одной прямой.

9. Для построения светового пятна соединяем перспективу лампы с крайними очерковыми точками люстры, получаем на полу перспективу радиуса окружности светового пятна. Зная центр  $O$  и диаметр окружности светового пятна, строим его перспективу (эллипс) способом описанного квадрата, две стороны которого перпендикулярны к картине и две – параллельны. Для этого соединяем концы диаметров  $AB$  с точкой  $P$  и проводим перспективу диагонали квадрата, соединив точку  $O$  и точку  $D$ . Точки на диагоналях описанного квадрата находим с помощью равнобедренного прямоугольного треугольника (см. рис. 45).

Для построения перспективы гиперболы надо провести в точку контура светового пятна перспективу и вторичную проекцию луча, заключив луч в горизонтально проецирующую плоскость, найти линию пересечения вспомогательной плоскости с плоскостью стены. На этой линии пересечения будет расположена искомая точка гиперболы.

10. Тени от предметов строим только в зоне светового пятна. При этом следует учитывать, что тень от вертикальной прямой совпадает с вторичной проекцией луча на эту плоскость, а тень от горизонтальной идет в ту же точку схода.

11. Перечертить полученную фронтальную перспективу интерьера на формат А3 и отмыть разными цветами (см. рис. 46).

## ЗАДАНИЕ № 12. УГЛОВАЯ ПЕРСПЕКТИВА ИНТЕРЬЕРА

### *Содержание задания.*

*Дано:*

1. Масштаб 1:15. Размер рамки 220 x 250.
2. Расстояние от картины до угла комнаты – 4 м, высота – 3,5 м. Левая стена направлена к картине под углом  $\alpha$ . Толщина стены – 0,51 м. Высота линии горизонта  $h$ , дистанционное расстояние  $PD$  и смещение угла комнаты от  $P$  заданы по вариантам в табл. 11.
3. В левой стене комнаты – окно, верхняя часть которого имеет форму полукруглой арки. От угла комнаты до окна – 0,5 м. Ширина окна – 1,4 м, высота – 2,2 м. Подоконник толщиной 0,05 м выступает на 0,15 м. От пола до верха подоконника – 0,8 м. Расстояние от края подоконника до рамы – 0,3 м.
4. У окна на расстоянии 0,15 м от стены стоит письменный стол. От угла комнаты до стола – 0,6 м. Длина стола – 1,2 м, ширина – 0,8 м, высота – 0,7 м.
5. Перед столом стоит стул 0,4 x 0,4 м, высота до сиденья – 0,45 м, полная высота – 0,9 м.
6. На левой стене на расстоянии 0,3 м от окна висит картина высотой 0,8 м и шириной 0,5 м. От пола до низа картины – 1,5 м.
7. У правой стены на расстоянии 1,2 м от угла комнаты расположено зеркало шириной – 1,8 м и высотой – 2,8 м с тумбочкой 0,3 x 0,3 x 1,8 м.
8. В окно светит солнце.

*Требуется:*

Построить угловую перспективу интерьера способом масштабов и способом совмещенной картины. Построить тени от солнечного освещения и отражение предметов в зеркале.

## Исходные данные к заданию № 12

Номер варианта	$h$ , м	$PD$ , м	Угол $\alpha$	Смещение от угла комнаты до $P$ , м
1	1,5	4,5	40°	Вправо от $P$ на 0,2
2	1,6	4,1	35°	Влево от $P$ на 0,2
3	1,7	4,2	37°	Влево от $P$ на 0,1
4	1,8	4,5	40°	Вправо от $P$ на 0,15
5	1,7	4,4	38°	Вправо от $P$ на 0,15
6	1,6	4,0	35°	Влево от $P$ на 0,2
7	1,5	4,5	42°	Вправо от $P$ на 0,25
8	1,6	4,4	40°	Вправо от $P$ на 0,2
9	1,7	4,0	35°	Влево от $P$ на 0,1
10	1,8	4,1	36°	Влево от $P$ на 0,15
11	1,7	4,5	40°	Вправо от $P$ на 0,2
12	1,6	4,5	42°	Вправо от $P$ на 0,15
13	1,5	4,0	35°	Влево от $P$ на 0,2
14	1,6	4,1	37°	Влево от $P$ на 0,1
15	1,7	4,4	40°	Вправо от $P$ на 0,25
16	1,8	4,6	42°	Вправо от $P$ на 0,2
17	1,5	4,4	40°	Вправо от $P$ на 0,15
18	1,6	4,3	38°	Влево от $P$ на 0,2
19	1,5	4,0	35°	Влево от $P$ на 0,25
20	1,6	4,2	39°	Вправо от $P$ на 0,2
21	1,7	4,4	42°	Вправо от $P$ на 0,15
22	1,8	4,5	40°	Вправо от $P$ на 0,1
23	1,7	4,3	38°	Влево от $P$ на 0,15
24	1,6	4,2	37°	Влево от $P$ на 0,2
25	1,5	4,0	35°	Влево от $P$ на 0,25
26	1,6	4,3	40°	Вправо от $P$ на 0,2
27	1,7	4,5	42°	Вправо от $P$ на 0,1
28	1,8	4,4	43°	Вправо от $P$ на 0,15
29	1,5	4,1	38°	Влево от $P$ на 0,2
30	1,6	4,2	41°	Влево от $P$ на 0,25



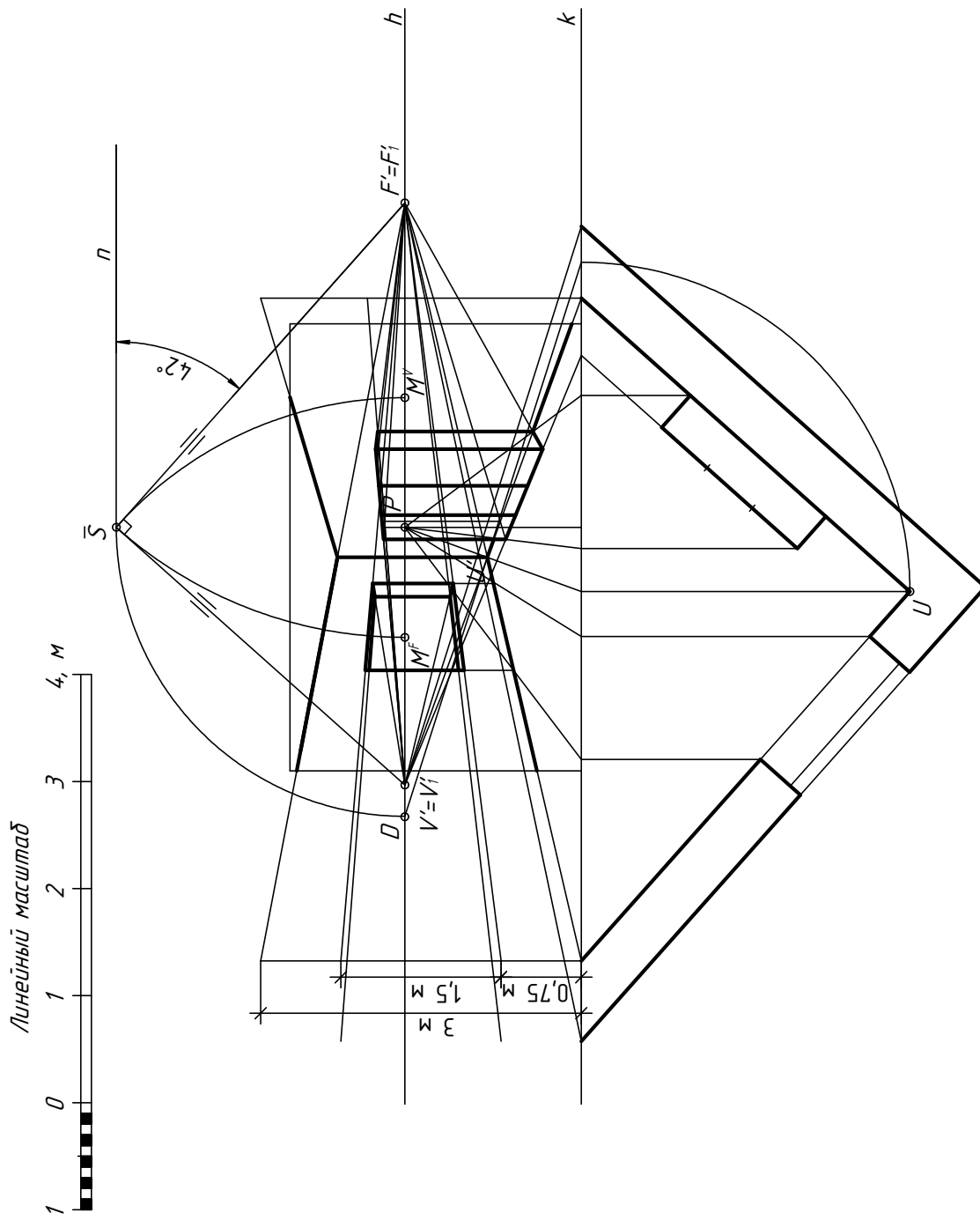


Рис. 56

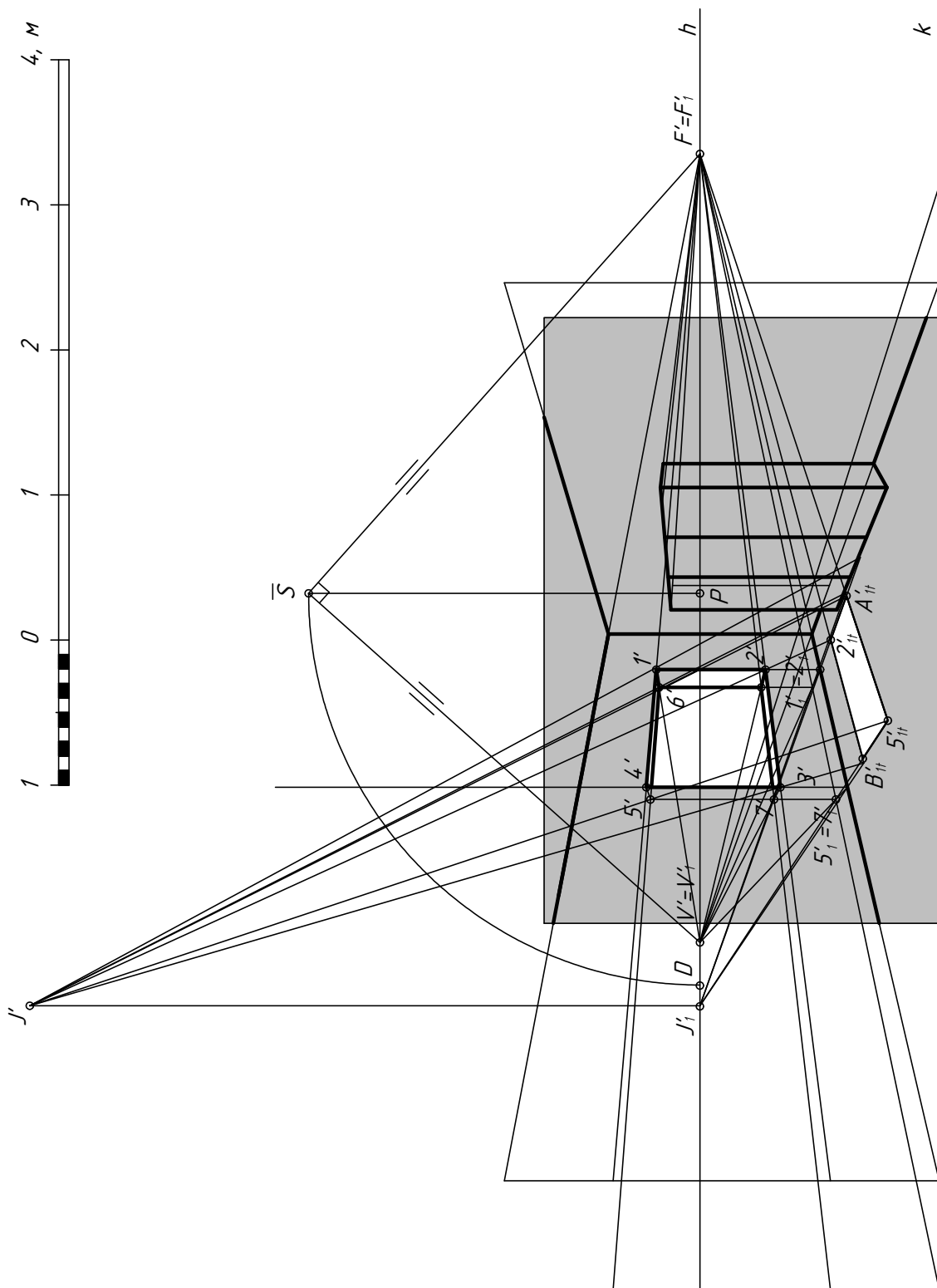
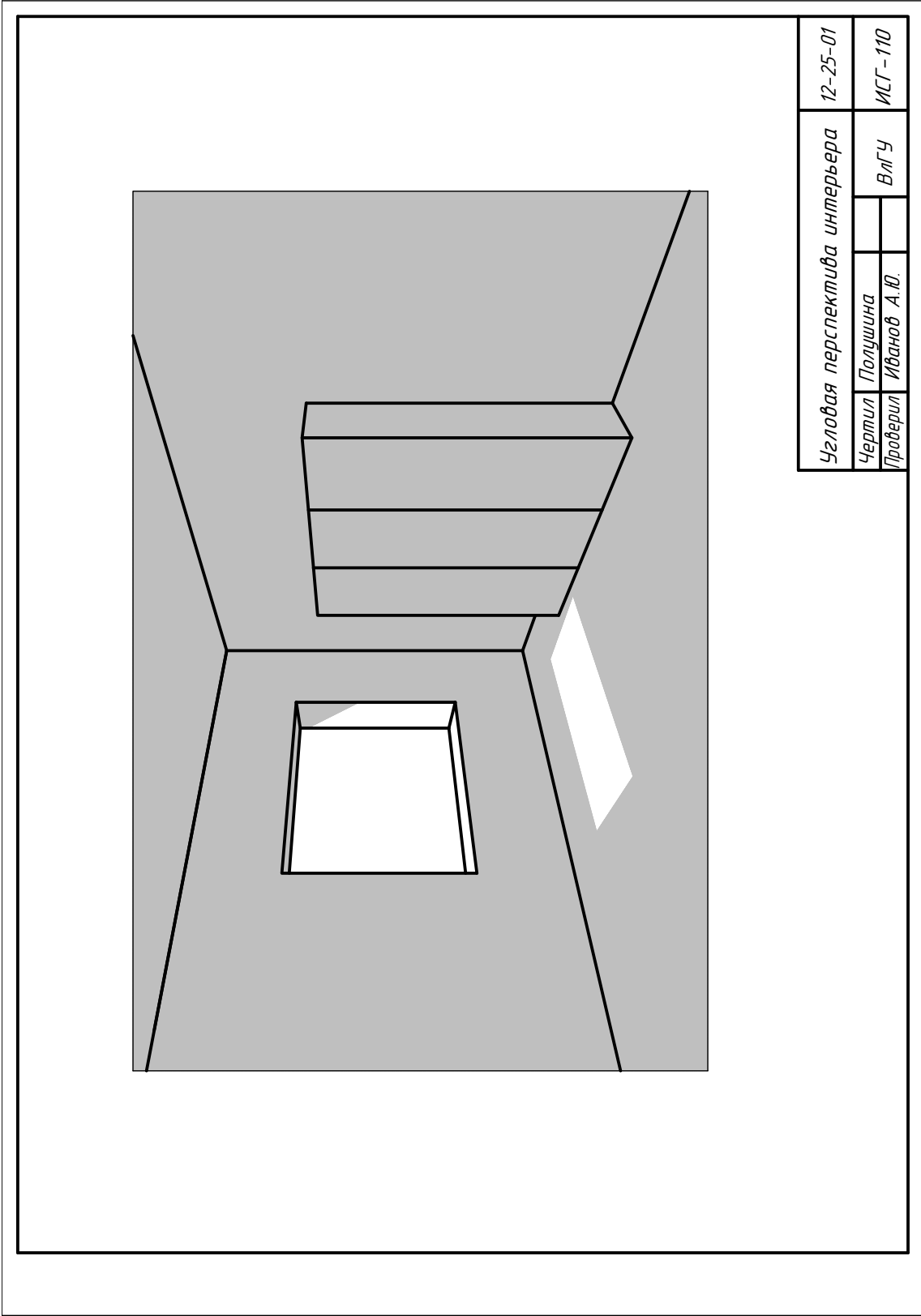


Рис. 57



Угловая перспектива интерьера		12-25-01
Чертил	Полушина	ВлГ-У
Проверил	Иванов А.Ю.	ИСГ-110

Рис. 58

**Методические указания.** Черновик задания выполняется на формате А1, чистовик на А3. Пример выполнения задания представлен на рис. 53 – 56.

При построении угловой перспективы интерьера способом масштабов выбираем главную точку картины  $P$  на линии горизонта произвольно приблизительно посередине картине  $k$ . Глубину комнаты откладываем вдоль глубинной прямой, смещенной от точки  $P$  на заданное расстояние  $a$  (рис. 57, а).

Для построения точек схода параллельных прямых строим угол наклона стены к картине  $\alpha$  при совмещенной точке зрения от нейтральной прямой. Затем при совмещенной точке зрения  $\bar{S}$  откладываем горизонтальный угол между стенами, равный  $90^\circ$  (рис. 57, б).

Отложив высоту комнаты  $H$ , строим перспективу комнаты в точки  $F$  и  $V$  (рис. 57, в). Размеры элементов интерьера откладываем на основании картины через масштабные точки. Для каждого направления прямых масштабная точка своя (рис. 58, а, б).

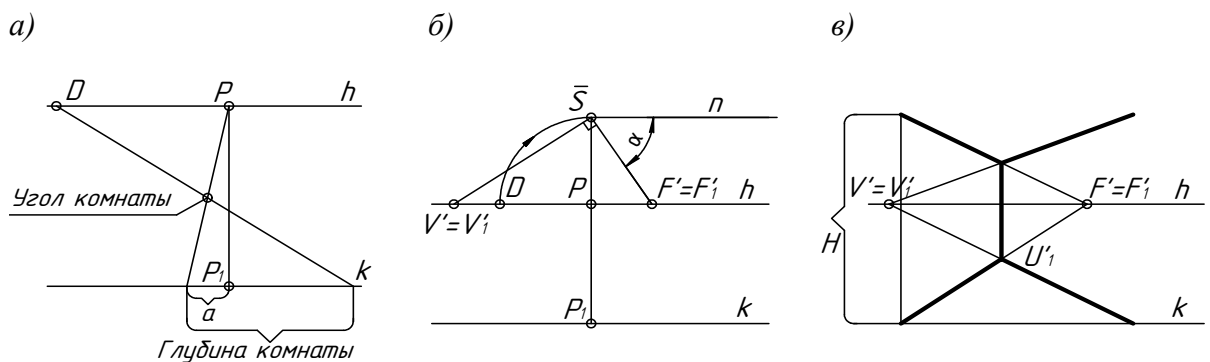


Рис. 57

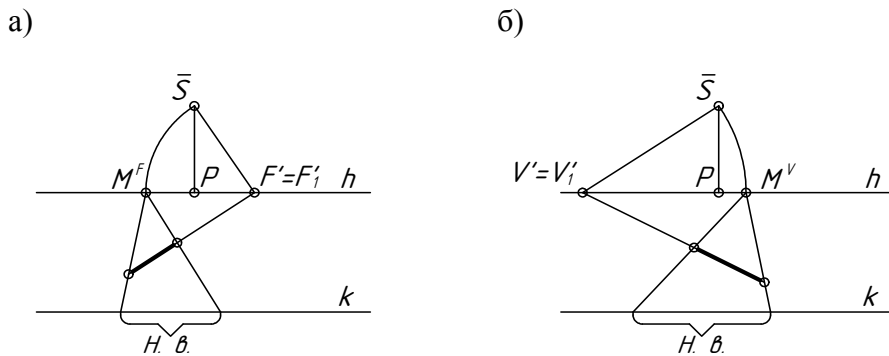


Рис. 58



Для построения отражения в зеркале удобно использовать метод прямоугольника или удвоения отрезка (рис. 59).

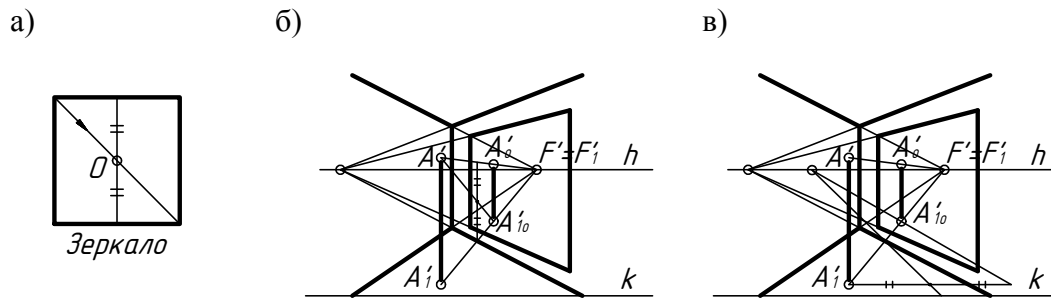


Рис. 59

При построении угловой перспективы методом совмещенной картины и предметной плоскости можно использовать точки схода параллельных прямых, прямых перпендикулярных к картинной плоскости, а также принцип перспективного соответствия: точка плана и ее перспектива лежат на одной прямой, проходящей через совмещенную точку зрения  $\bar{S}$  (рис. 60).

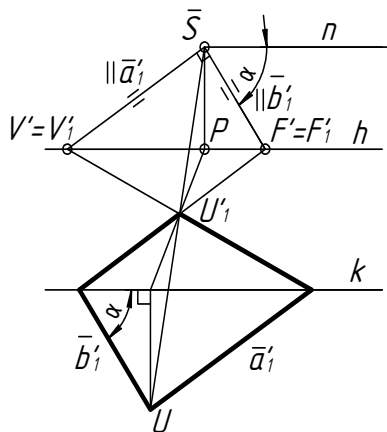


Рис. 60

Тени в угловом интерьере рекомендуется строить при солнечном освещении, проникающем через оконных проем. Выбираем схему, при которой солнце расположено в предметном пространстве, т. е. перед зрителем. В этом случае солнечные лучи – восходящие параллельные прямые, точка схода которых находится над линией горизонта, а вторичная проекция  $J'_1$  – на линии горизонта, так как источник света удален в бесконечность. При таком положении солнца предмет обращен к зрителю теневой стороной, а падающая тень от предметов направлена на зрителя.

Рассмотрим пример.

Рассмотрим пример.

1. Глубина комнаты – 3 м, высота – 3 м. Левая стена направлена к картине под углом  $42^\circ$ . Толщина стены – 0,51 м.  $SP = 2,7$  м, масштаб 1:50, смещение угла комнаты от точки P на 0,6 м.

2. В левой стене комнаты – окно. От угла комнаты до окна – 0,6 м. Ширина окна – 1,5 м, высота – 1,5 м. От пола до низа окна – 0,75 м.

6. У правой стены на расстоянии 1,2 м от угла комнаты расположен шкаф длиной – 1,7 м, шириной – 0,4 м и высотой – 2 м.

Построим угловую перспективу интерьера.

1. Строим линейный масштаб перспективы (М1:50) (см. рис. 53).

2. На линии горизонта выбираем точку  $P$ . Откладываем влево от точки  $P$  на основании картины смещение угла, равное 0,6 м. Проводим глубинную прямую в точку  $P$ . На ней через дистанционную точку  $D$  откладываем глубину комнаты, равную 3 м. Получаем угол комнаты.

3. При совмещении точки зрения  $\bar{S}$  от нейтральной прямой  $n$  откладываем справа угол наклона левой стены к картине  $\alpha = 42^\circ$ . Получаем точку  $F$  – предельную точку левой стены. Чтобы найти предельную точку правой стены  $V$ , откладываем при точке  $\bar{S}$  прямой угол между стенами.

4. Отложив высоту комнаты на картинной плоскости, строим перспективу комнаты, используя точки схода  $F$  и  $V$ .

5. Для определения размеров окна и шкафа строим масштабные точки  $M^F$  и  $M^V$ , отложив на линии горизонта отрезки  $F\bar{S} = FM^F$  и  $V\bar{S} = VM^V$ . Для построения ширины окна соединяем угловую точку  $U$  с  $M^F$ , откладываем на основании картины 0,6 м и 1,5 м и возвращаемся в точку  $M^F$ . Толщину оконного проема определяем через точку  $M^V$ .

6. Расстояние от угла до шкафа и длину шкафа определяем через точку  $M^V$ , а толщину – через  $M^F$ .

7. При расположении источника света левее точки  $F$  собственная тень образуется на верхнем и ближнем откосе проема (см. рис. 55). Контур падающей тени строим от контура собственной тени. Солнечный свет, проникающий через оконный проем прямоугольной формы, образует на полу световое пятно в виде контрастного четырехугольника.

Контуром собственной тени для внутренней части проема являются линии  $1'2'$  и  $2'3'$ . Строим тень от точки 2 при помощи перспек-

тивы и вторичной проекции луча. Тень от вертикальной прямой 12 будет направлена по вторичной проекции луча в точку  $J'_1$ , а от горизонтальной прямой 23 – в точку схода  $F$ . Для наружного контура проема контур собственной тени ограничен прямыми 56 и 57. Поэтому строим тень от точки 5 и проводим тень от вертикальной прямой 57 в  $J'_1$ , а от горизонтальной прямой 56 – в точку  $V$ .

Прямая 56 образует на плоскости откоса падающую тень, а прямая 57 – на подоконнике. Для их построения используем метод обратного луча. На пересечении контуров падающих теней от наружного и внутреннего контуров проема образуются точки  $A$  и  $B$ , из которых проводим обратные лучи до пересечения с линиями, образующими эти тени.

Если окно имеет форму полукруглой арки, то падающую тень строим от наружного и внутреннего контура проема.

8. Перечертить полученную угловую перспективу интерьера на формат А3 и отмыть разными цветами (см. рис. 56).

### **ЗАДАНИЕ № 13. РЕКОНСТРУКЦИЯ ФРОНТАЛЬНОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕРЬЕРА**

#### ***Содержание задания.***

Дан фотоснимок или изображение интерьера, одна стена которого расположена параллельно картине.

*Требуется:*

1. Выполнить реконструкцию фронтальной перспективы интерьера.
2. Построить план помещения с расстановкой основных предметов интерьера.

#### ***Методические указания.***

Задание выполняется на листе формата А2 или А3. Пример выполнения задания приведен на рис. 61.

Целью реконструкции интерьера является восстановление по перспективному изображению или фотоснимку основных элементов

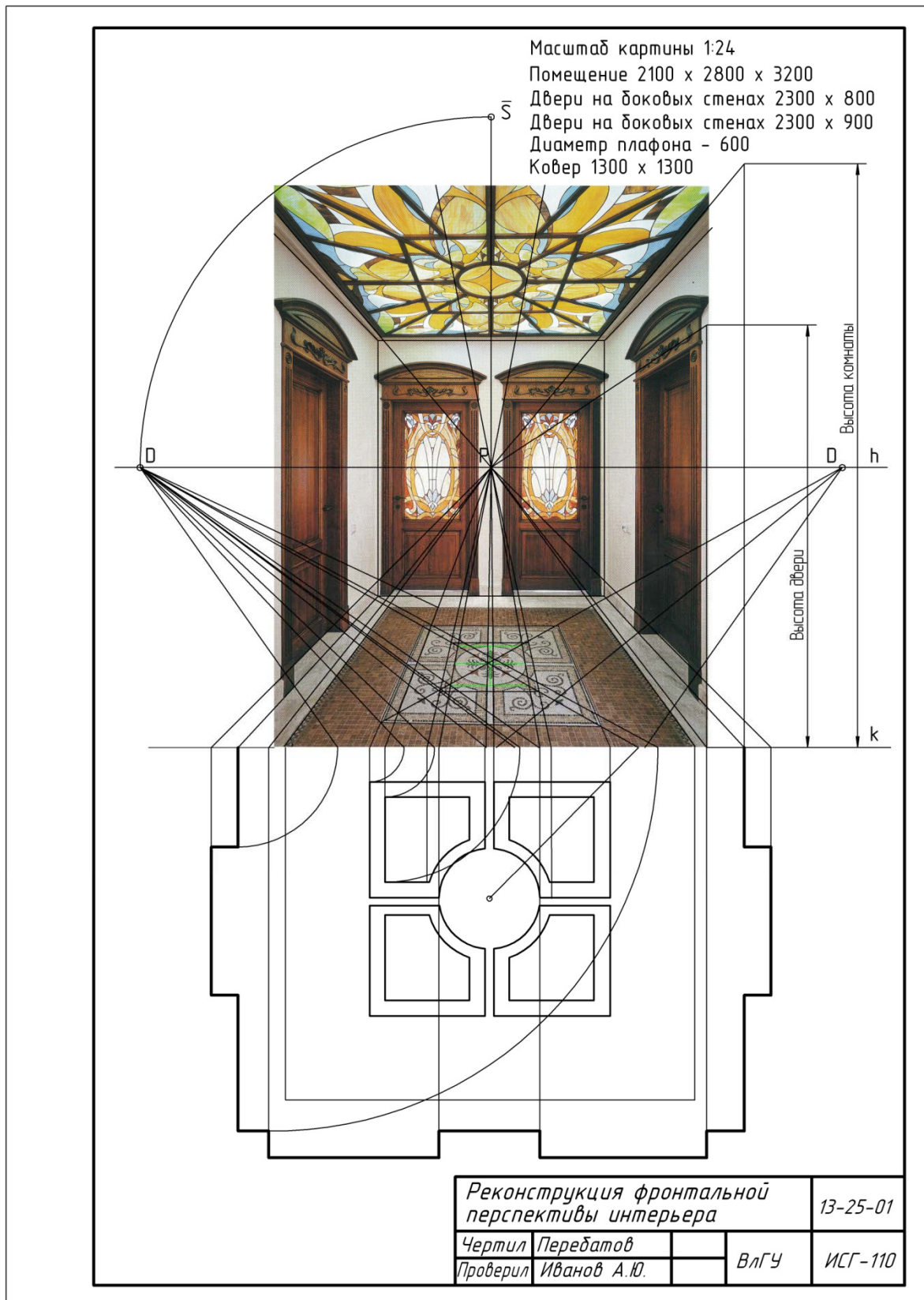


Рис. 61

картины и определение размеров, формы и взаимного расположения предметов. В процессе реконструкции определяют положение линии горизонта  $h$ , главной точки  $P$ , дистанционное расстояние  $SP$ , точки схода параллельных прямых, устанавливают масштаб картины и натуральные размеры основных предметов. Наиболее точный перспективный анализ возможен, если на картине есть изображения горизонтальных фигур или предметов с четко выраженными геометрическими формами: прямыми углами, квадратами, прямоугольниками, окружностями, параллельными прямыми.

Рассмотрим пример реконструкции фронтальной перспективы интерьера. Сначала определяем основные элементы картины. Линии боковых плинтусов, карнизов, ковра расположены перпендикулярно к картинной плоскости, поэтому сходятся в главной точке картины – точке  $P$ . Через точку  $P$  проводим линию горизонта. Дистанционное расстояние определяем при помощи дистанционной точки  $D$ , расположенной на линии горизонта, для нахождения которой используем диагонали квадратного ковра и квадратного подвесного потолка. Масштаб картины определяем, приняв натуральную высоту дверного проема, равной 2,3 м. Определяем высоту дверного проема на картине с помощью масштаба высот. Соединяем вторичную проекцию проема с точкой  $P$  до пересечения с основанием картины. При начальной точке определяем перспективную высоту двери на картинной плоскости.

Масштаб картины определяем как отношение высоты дверного проема в перспективе к натуральной величине высоты дверного проема:  $M = 98:2300 = 1:24$ .

Размеры предметов интерьера и помещения определяем с помощью масштаба широт, высот и глубин, умножая их на 24.

Для построения ортогональной проекции плана используем метод совмещенной картины. Прямые, направленные на перспективе в точку  $P$  на плане расположены перпендикулярно к основанию картины. Для определения глубины помещения на плане соединяем перспективу угла с точкой  $D$ , получаем перспективу прямой, направлен-

ной под углом  $45^\circ$  к картине. Изображаем ее на плане с помощью радиуса  $ON$ . Получаем точку  $U$ .

Положение дверных проемов на задней стене определяем через главную точку картины  $P$ , а боковых – через  $D$ . Аналогично определяем расположение и узор ковра. Центр окружности квадратного узора ковра находим на диагонали, проведенной под углом  $45^\circ$  к основанию картины.

Размеры, полученные на плане, сравниваем с размерами, полученными с помощью метода масштабов.

## ЗАДАНИЕ № 14. РЕКОНСТРУКЦИЯ УГЛОВОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ ИНТЕРЬЕРА

### *Содержание задания.*

*Дано:* фотоснимок или перспективное изображение интерьера, стены которого расположены под углом к картине.

*Требуется:*

1. Выполнить реконструкцию угловой перспективы интерьера.
2. Построить план помещения с расстановкой основных предметов интерьера.

### *Методические указания.*

Задание выполняется на листе формата А2 или А3. В основе реконструкции угловой перспективы интерьера лежит принцип гомологии. В результате гомологических преобразований устанавливается перспективное соответствие: прямая, соединяющая точку и ее перспективу, проходит через центр соответствия (совмещенную точку зрения  $\bar{S}$ ) (рис. 62).

Рассмотрим пример реконструкции угловой перспективы интерьера (рис. 63). Угол, расположенный в горизонтальной плоскости, откладывается при совмещенной точке зрения. Ввиду того что угол помещения прямой, он будет опираться на диаметр, проведенный через точку  $F$  и  $V$ . Поэтому продолжаем линии плинтусов и карнизов до взаимного пересечения. Находим перспективу и вторичные проекции

бесконечно удаленных точек  $F$  и  $V$ , проводим линию горизонта, делим расстояние  $FV$  пополам и через середину отрезка проводим окружность.

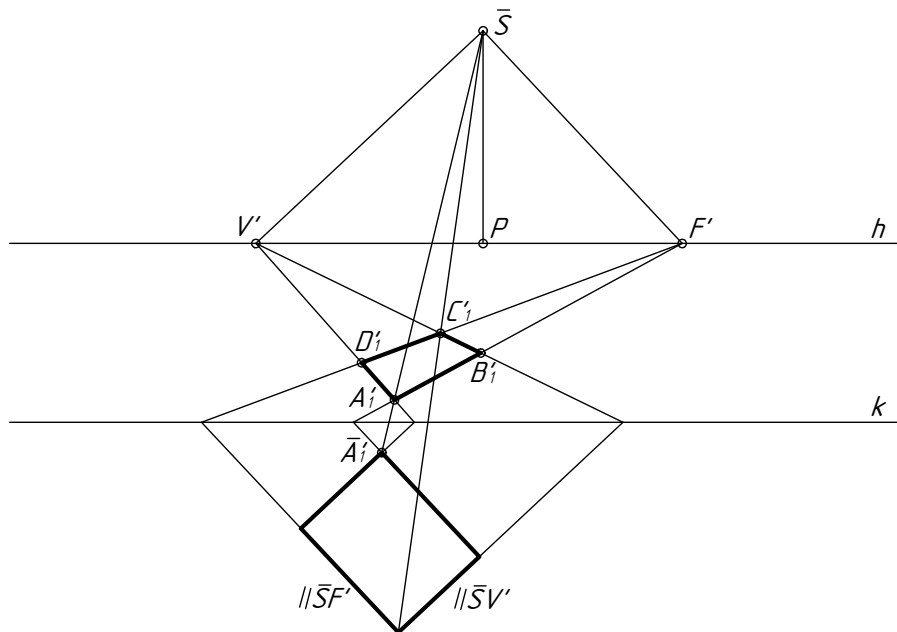


Рис. 62

Сиденье стула представляет собой прямоугольник, стороны которого сходятся в точках  $L$  и  $W$ . Прямой угол при совмещенной точке зрения будет опираться на диаметр, проведенный через точки  $L$  и  $W$ . Делим расстояние  $LW$  пополам и через середину отрезка проводим вторую окружность. Пересечение двух окружностей определяет совмещенную точку зрения  $\bar{S}$  для данного интерьера. Через точку  $\bar{S}$  проводим перпендикуляр к линии горизонта и определяем главную точку картины  $P$  и дистанционное расстояние  $\bar{S}P = \bar{S}D$ .

Масштаб картины определяем по высоте сиденья стула. Стандартная натуральная величина высоты сиденья равна 450 мм. Определяем высоту перспективного изображения сиденья стула на картине (11 мм). Масштаб картины определяется отношением перспективного изображения объекта к его натуральной величине.  $M = 11 : 450 = 1:41$ . Натуральную величину горизонтальных элементов предметов интерьера определяем через масштабные точки.

Ортогональную проекцию плана строим совмещением предметной плоскости с картиной. Стороны совмещенного плана проводим

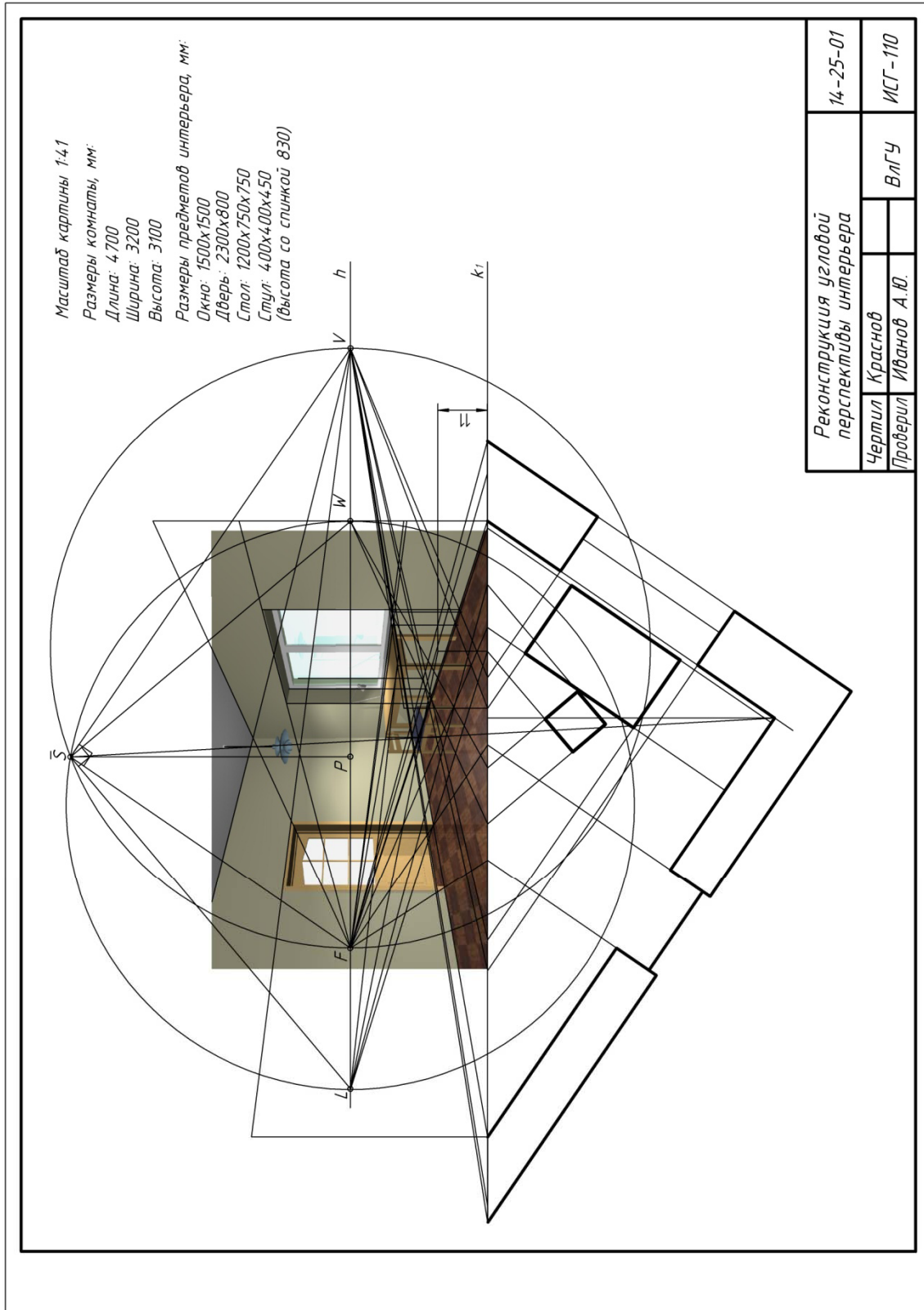


Рис. 63



параллельно прямым  $\bar{S}F$  и  $\bar{S}V$ . Проверяем план и его перспективу на перспективное соответствие: точка плана и его перспектива должны лежать на одном луче, проходящем через совмещенную точку зрения  $\bar{S}$ .

## ЗАДАНИЕ № 15. АКСОНОМЕТРИЯ ПАМЯТНИКА

### *Содержание задания.*

*Даны* ортогональные проекции памятника.

*Требуется:*

Построить прямоугольную триметрию памятника, собственные и падающие тени.

### *Методические указания.*

Задание выполняется на листе формата А3, расположенного горизонтально. Пример выполнения эюра приведен на рис. 64, 65.

Выбор аксонометрической плоскости при построении изображений зависит от формы объекта (рис. 66). В случае нежелательных совпадений и закрытий одних частей объекта другими для достижения хорошей видимости и выразительности изображения используется прямоугольная триметрическая проекция (масштаб для каждой аксонометрической оси различный).

На рис. 66, *а* показаны условия обеспечения хорошей видимости и наглядности на аксонометрическом изображении. Штриховыми стрелками показаны направления проецирования, которые нежелательны, поскольку происходит совпадение ребер объекта и слияние их в одну линию. Выбираем направление проецирования, обозначенное стрелкой *S*.

Для определения положения аксонометрических осей и коэффициентов искажения необходимо построить горизонтальное и фронтальное направления взгляда *S* – луч *OS*, соответствующий выбранному направлению проецирования. Затем строим следы аксонометрической проекции  $\alpha(\alpha_{\pi 1}, \alpha_{\pi 2}, \alpha_{\pi 3})$ , перпендикулярно (прямоугольная аксонометрия) соответствующим проекциям луча *OS* (рис. 66, *б*).

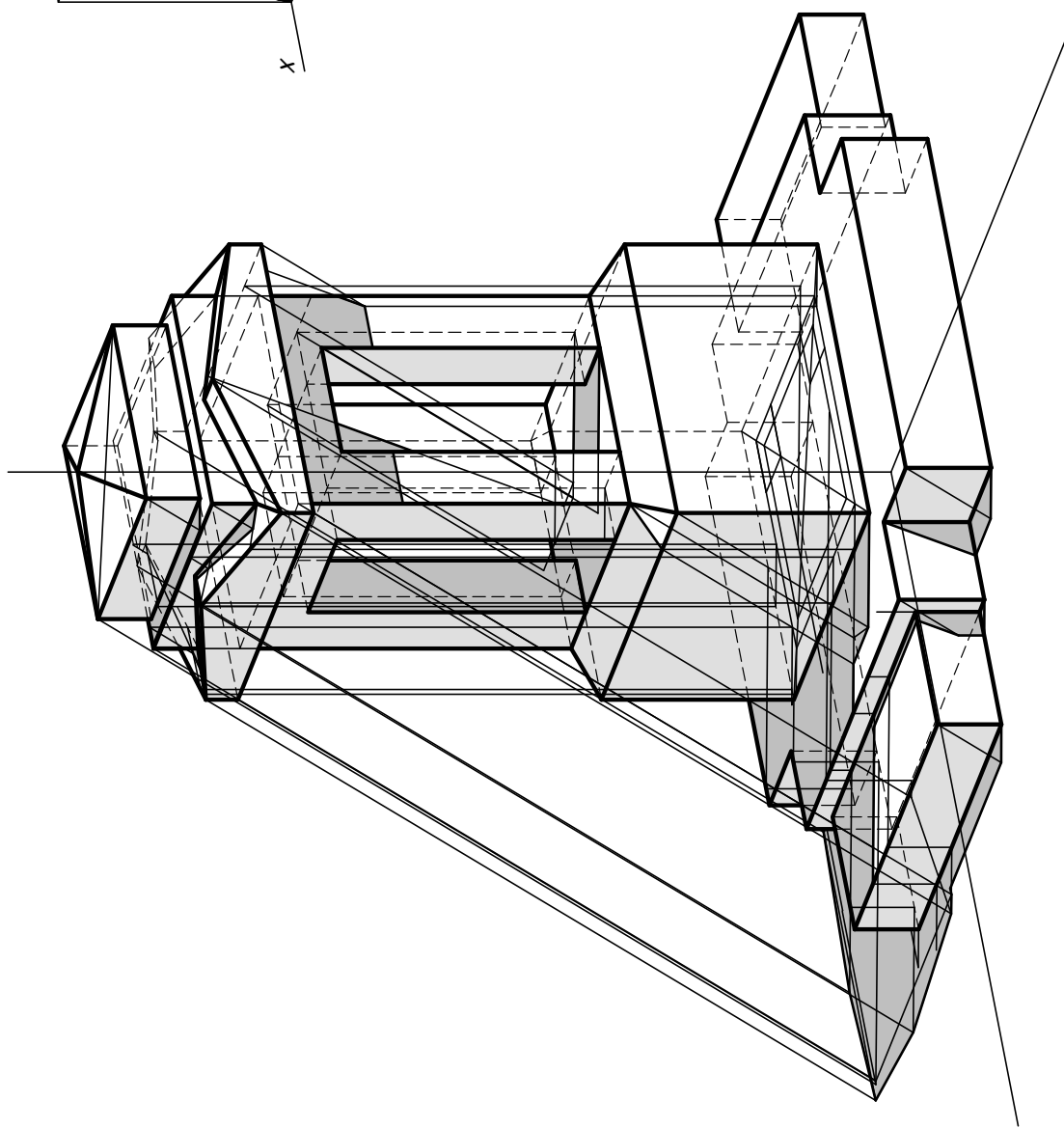
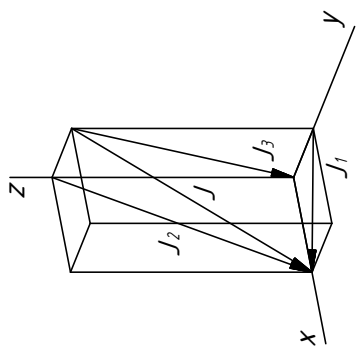


Рис. 64

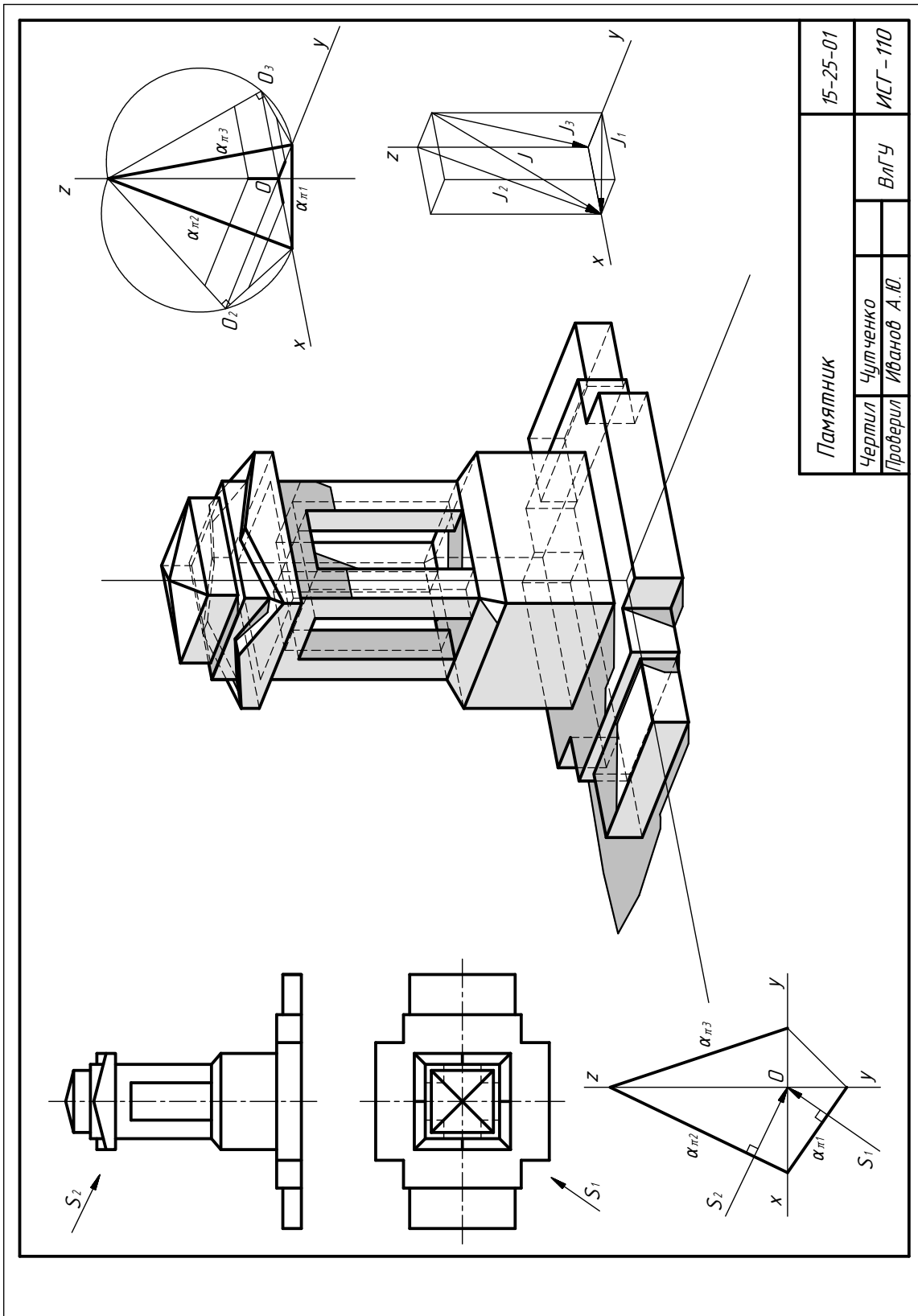


Рис. 65

Строим аксонометрию треугольника следов, располагая горизонтальный след  $\alpha_{\pi 1}$  горизонтально. Через вершины треугольника проводим высоты, которые укажут направления аксонометрических осей. Точка их пересечения  $O$  есть центр осей координат, а сами высоты определяют аксонометрические оси  $x, y, z$ .

Далее определим показатели искажения по осям (рис. 66, в). Строим натуральную величину  $\triangle AOB$  способом вращения вокруг фронтали (следа  $\alpha_{\pi 2}$ ).  $\triangle AOB$  – прямоугольный, следовательно, вершиной  $O$  он опирается на диаметр. Зная, что угол при вершине  $O$  прямой, вписывается прямоугольный треугольник в полуокружность.

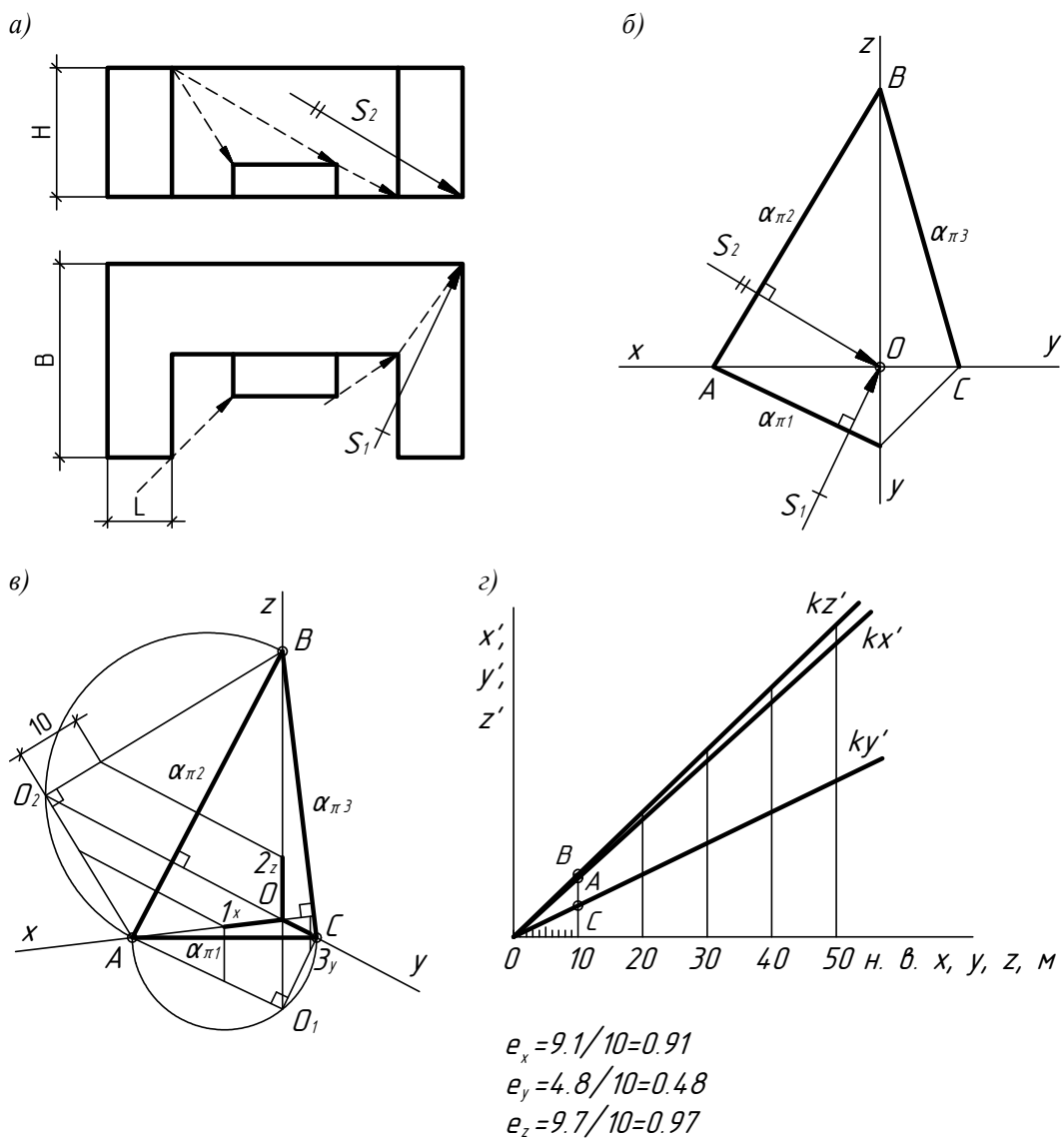


Рис. 66

На сторонах треугольника откладываются отрезки, равные единице измерения, а затем возвращается треугольник обратным вращением в исходное положение. При этом построенные на сторонах треугольника отрезки займут соответствующее положение на аксонометрических осях. Отрезки  $O1_y$  и  $O2_z$  окажутся аксонометрическими единицами измерения на осях  $x$  и  $z$ . Аналогичное построение отрезка  $OC$  на оси  $y$  понятно из чертежа. Отношения полученных аксонометрических единиц к истинной единице длины будут показателями искажений. Для упрощения определения измерения по аксонометрическим осям сокращенных величин целесообразно пользоваться графическим масштабом (рис. 66, з).

Для построения масштаба необходимо на его горизонтальной шкале отложить натуральные единицы измерения, а по вертикали – аксонометрические масштабы для осей  $x, y, z$  – отрезки  $OA, OB, OC$ . Через полученные точки и начало координат проводятся наклонные линии. Построение сокращенных аксонометрических величин отрезков, взятых из ортогональных проекций здания, происходит аналогично построению самого углового масштаба. На рис. 67 представлена прямоугольная триметрия объекта по выбранному направлению проецирования.

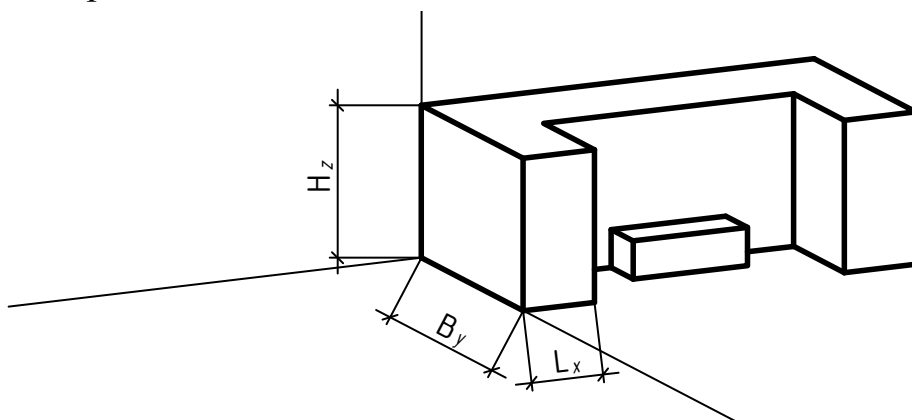


Рис. 67

Рекомендуемая последовательность выполнения работы:

1. Проанализировать задание: определить форму архитектурного объекта, выбрать направление осей в прямоугольной триметрии.

2. В верхнем левом углу чертежа начертить ортогональные проекции архитектурного объекта в масштабе 1:1 с указанием направления проецирования, а в правой части листа построить треугольник следов аксонометрической плоскости  $\alpha$ , определить направление осей прямоугольной триметрии и определить коэффициенты искажения по осям и направление лучей света для построения теней.

3. В центре листа построить выбранные оси прямоугольной триметрии.

4. Построить увеличенную в 2...3 раза по отношению к ортогональным проекциям прямоугольную триметрию памятника.

5. Построить собственные и падающие тени памятника по выбранным направлениям лучей света.

## ЗАДАНИЕ № 16. ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

### *Содержание задания.*

Дана топографическая поверхность, заданная горизонталями, и земляное сооружение (горизонтальная строительная площадка, наклонный и криволинейный участок дороги). Откосы выемок и насыпей имеют уклон 1:1, уклон дороги 1:4.

Требуется определить границы земляных работ при строительстве земляного сооружения и профиль топографической поверхности и сооружения.

### *Методические указания.*

Задание выполняется на листе формата А2 в масштабе 1:100. Центр сооружения «О» совпадает с точкой «О» участка топографической поверхности, ось сооружения наклонена к меридиану под заданным углом. Участок топографической поверхности задан на рис. 68, данные для выполнения задания берутся из табл. 12, 13.

При выполнении задания используется метод проекций с числовыми отметками. Сущность этого метода заключается в том, что данный участок земной поверхности ортогонально проецируется только на одну плоскость нулевого уровня, а фронтальная проекция заменя-

ется отметками, указывающими расстояние в метрах от точек до плоскости нулевого уровня.

Прямая линия задается проекциями двух точек и их отметками или отметкой одной точки и уклоном. Проекция прямой на плоскость нулевого уровня называется заложением, а разность отметок концов отрезка – превышением. Отношение превышения к заложению называется уклоном прямой. Заложение, соответствующее единице превышения, определяет интервал прямой. Проградуировать проекцию прямой значит определить на ней точки с разностью отметок, равной единице.

Плоскость в проекциях с числовыми отметками удобно задавать масштабом уклона – градуированной проекцией линии наибольшего ската плоскости. Масштаб уклона изображают двойной линией (утолщенной и тонкой) с нанесением интервала между горизонталями.

Проекции горизонталей плоскости перпендикулярны к масштабу уклонов. Линия пересечения плоскостей определяется точками пересечения двух пар одноименных горизонталей этих плоскостей. Линию пересечения откосов с топографической поверхностью можно построить, соединив точки пересечения одноименных горизонталей откосов и поверхности земли.

Пример выполнения задания представлен на рис. 69.

1. С заданного плана местности перечерчиваем горизонтали, увеличив расстояние между ними в соответствии с масштабом (см. рис. 68).

2. На плане местности вычерчиваем контуры строительной площадки и примыкающих к ней участков автодороги так, чтобы ось площадки была наклонена к меридиану (направление север-юг) под заданным углом, а также центр сооружения «О» совпадал с точкой «О» на топографической поверхности.

3. Построим график масштабов уклонов, приняв уклон выемок и насыпей 1:1 и уклон полотна автодороги 1:4.

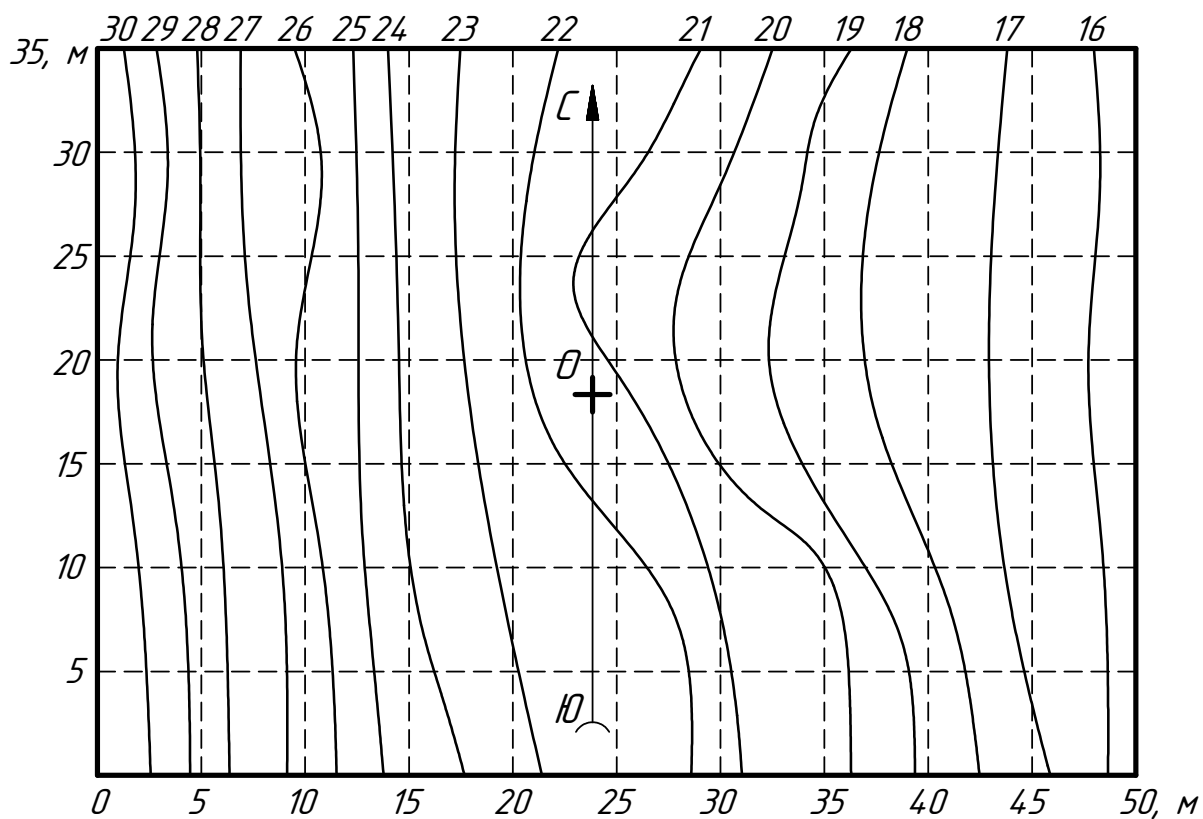


Рис. 68

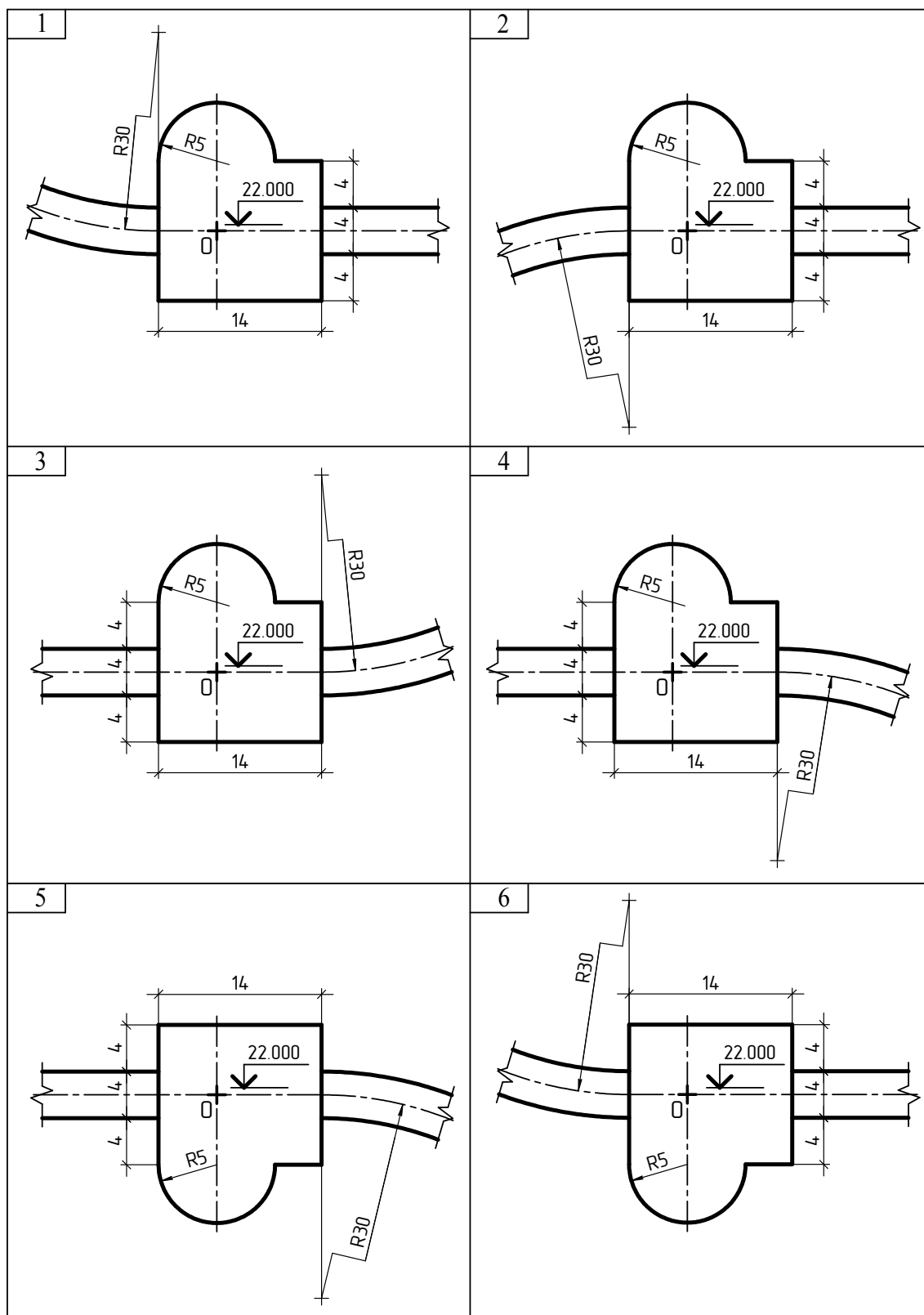
Таблица 12

Данные к заданию № 16

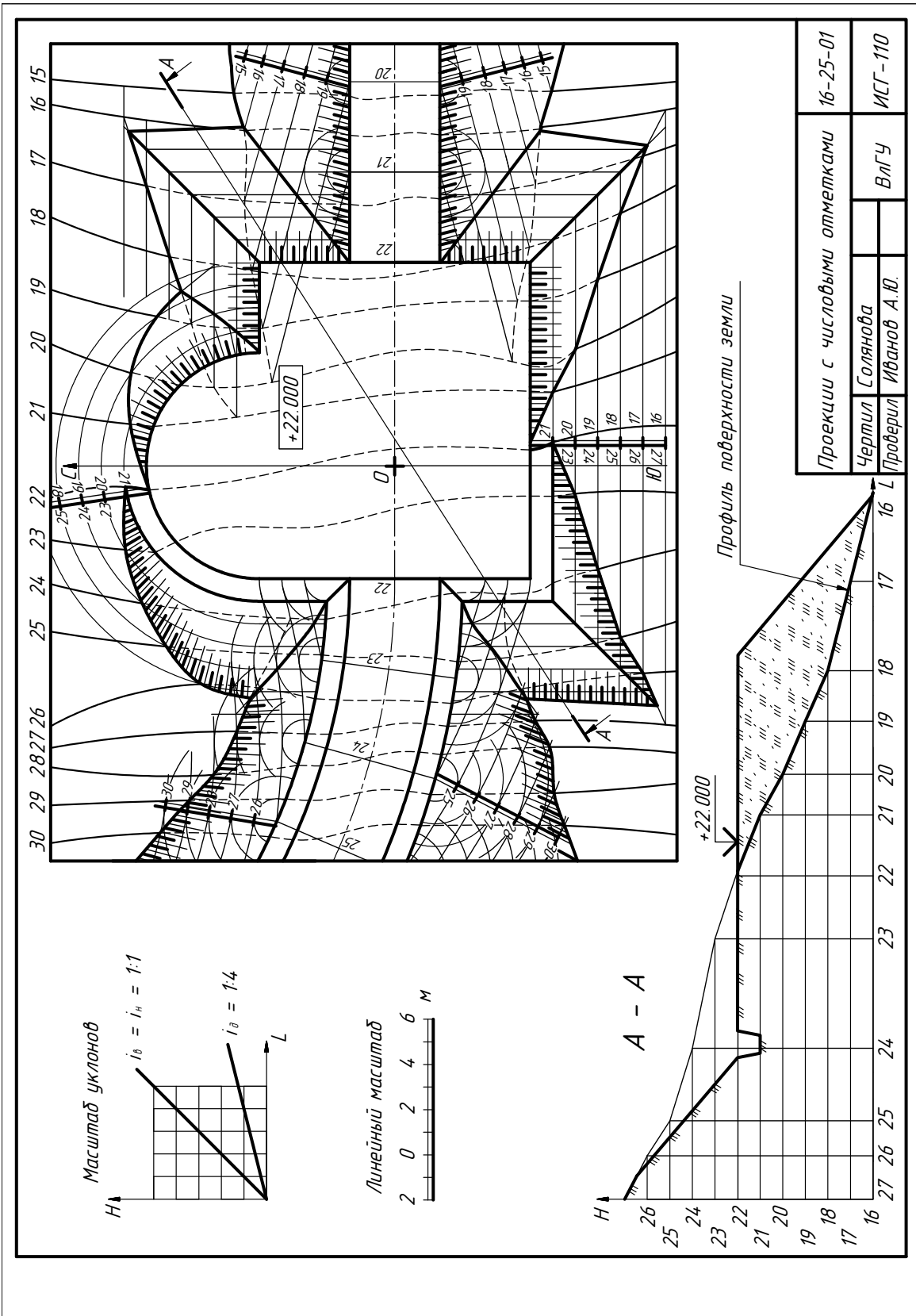
Ва- ри- ант	Тип со- ору- жения	Откло- нение оси от мери- диана	Ва- ри- ант	Тип со- ору- жения	Откло- нение оси от мери- диана	Ва- ри- ант	Тип со- ору- жения	Откло- нение оси от мери- диана
1	1	0°	11	5	СЗ 10°	21	3	СЗ 7°
2	2	СЗ 5°	12	6	СЗ 10°	22	4	СВ 7°
3	3	СЗ 5°	13	1	СЗ 10°	23	5	СВ 7°
4	4	СЗ 5°	14	2	СЗ 10°	24	6	СВ 10°
5	5	СЗ 5°	15	3	СВ 5°	25	1	СВ 10°
6	6	СВ 7°	16	4	СВ 5°	26	2	СВ 10°
7	1	СВ 7°	17	5	СВ 5°	27	3	0°
8	2	СВ 7°	18	6	0°	28	4	СВ 10°
9	3	СВ 7°	19	1	СВ 5°	29	5	СЗ 5°
10	4	0°	20	2	СЗ 7°	30	6	СВ 5°



## Земляное сооружение



Примечание. Все размеры в метрах.



Проекция с числовыми отметками		16-25-01
Чертил	Солянова	ВлГУ
Проверил	Иванов А.Ю.	ИСГ-110

Рис. 69

4. Сравнением горизонталей топографической поверхности и строительной площадки определяем линию нулевых работ (22-я горизонталь, отметка которой совпадает с проектной отметкой площадки). По этой линии никаких земляных работ производить не требуется. Сравнение отметок также показывает, что правая сторона площадки оказывается выше поверхности земли, а левая ниже. Таким образом, с правой стороны от линии нулевых работ надо производить насыпь, а с левой стороны – выемку.

5. В зоне выемки расширяем площадку и полотно дороги на 1 м для устройства водоотводных кюветов.

6. Для определения границ земляных работ в зоне строительной площадки построим масштабы уклонов плоскостей откосов перпендикулярно к бровкам площадки. Интервалы масштабов уклонов выемки и насыпи определяем из графика масштабов уклонов ( $l_n = l_v = 1$  м). Затем проводим горизонтали плоскостей откосов перпендикулярно к масштабам уклонов. В той части площадки, где имеются закругления, откосы насыпи и выемки должны представлять собой коническую поверхность, горизонтали которой есть концентрические окружности. Находим линии пересечения откосов между собой и с топографической поверхностью. Искомые линии определяем точками пересечения одноименных горизонталей откосов и топографической поверхности.

7. Для определения границ земляных работ на прямолинейном участке полотна автодороги сначала проградуйруем данный участок дороги, проводя горизонтали дороги с интервалом 4 м перпендикулярно к оси дороги.

Для определения направления проекций горизонталей плоскости откоса в любой точке бровки дороги, например в точке с отметкой 21.000 (см. рис. 69), располагаем вершину вспомогательного конуса, радиус основания которого равен интервалу откоса ( $R = 1$  м для насыпи и выемки). Из следующей точки с отметкой 20.000 проводим касательную к основанию конуса, которая представляет собой горизонталь плоскости откоса с отметкой 20.000. Перпендикулярно к по-

лученной горизонтали построим масштаб уклона откоса. Затем проводим остальные horizontали плоскости откоса параллельно 20-й горизонтали. Определив точки пересечения одноименных горизонталей насыпи и топографической поверхности, находим искомые границы земляных работ. В случае выемки вершины вспомогательных конусов обращаем вниз.

8. Определяем границы земляных работ на криволинейном наклонном участке автодороги (см. рис. 69). Сначала проградуйруем ось дороги и проведем horizontали полотна дороги. Horizontaliaми полотна дороги будут являться прямые линии, горизонтальные проекции которых пересекаются в одной точке – центре оси дороги.

Построим проекции поверхностей откосов как поверхностей равного уклона.

Построим horizontали семейства прямых круговых конусов, вершины которых расположены на бровках полотна дороги в случае насыпи и на краю кювета – в случае выемки.

Проводим horizontали откосов насыпи и выемки, каждая из которых является огибающей семейства окружностей с одинаковыми отметками.

Определяем границы земляных работ как множество точек пересечения откосов и поверхности земли, имеющих одинаковые отметки.

9. Вычерчиваем поперечный профиль земляного сооружения по направлению А – А. Для построения фигуры сечения по горизонтальной оси откладываем точки пересечения горизонталей топографической поверхности и следа секущей плоскости А – А; из полученных точек восстанавливаем перпендикуляры и на них откладываем высоты, соответствующие числовым отметкам горизонталей. Соединив последовательно найденные точки, построим профиль поверхности земли. Затем по числовым отметкам построим профиль земляного сооружения (как линию пересечения земляного сооружения с плоскостью А – А).

10. Направление ската откосов насыпи и выемки обозначаем чередующимися короткими толстыми и длинными тонкими отрезками –

бергштрихами, перпендикулярными к горизонталям откосов и направленными в сторону ската плоскости откоса.

11. Оформляем чертеж. Все вспомогательные построения сохраняем в тонких линиях. План земляного сооружения и границы земляных работ обводим сплошной толстой линией (0,8 мм), горизонтали топографической поверхности обводим коричневым цветом.

Выполняем отмывку поверхности земли и инженерного сооружения. При работе акварельными красками используем следующие цвета: зеленый – для отмывки топографической поверхности, серый – для строительной площадки и полотна автодороги, желтый – для отмывки откосов насыпи, коричневый – выемки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный практикум поможет студентам самостоятельно выполнять индивидуальные задания по курсу «Начертательная геометрия».

Осваивая курс начертательной геометрии, студент приобретает начальный профессиональный уровень в выполнении и чтении чертежей в ортогональных проекциях, аксонометрии, перспективе.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен продемонстрировать следующие результаты образования:

*Знать:* методы изображения пространственных объектов на плоскости; элементы геометрии деталей; алгоритмы решения геометрических задач с пространственными объектами.

*Уметь:* применять способы решения задач геометрического характера по изображениям пространственных объектов на плоскости; создавать и вносить изменения в чертежи объектов проектирования.

*Владеть:* навыками работы с технической и конструкторской документацией.

При написании практикума учтен большой опыт разработки научно-методических основ преподавания курса «Начертательной геометрии», приобретенный преподавателями кафедры ИКГ, разработаны возможности применения ПК для решения задач начертательной геометрии.

В практикуме приведены основные положения теоретического курса начертательной геометрии. Для более детального ознакомления с теоретическими положениями необходимо использовать источники, указанные в списке использованной литературы.

Знания, полученные при изучении дисциплины, необходимы студентам для изучения дисциплин «Инженерная графика», «Основы технического конструирования», «Компьютерная графика», «Основы дизайна», «Геометрическое моделирование», «Графический дизайн» и «Web-дизайн», при выполнении курсовых и дипломных проектов и в дальнейшей профессиональной деятельности.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ЕСКД.** Общие правила выполнения чертежей: ГОСТ 2.301-68 – ГОСТ 2.317-69. – М. : Изд-во стандартов, 1984. – 207 с.
2. **Брилинг, Н. С.** Справочник по строительному черчению / Н. С. Брилинг, С. Н. Балягин, С. И. Симонин. – М. : Стройиздат ; Казань : ГУП ПИК идеал-Пресс, 2003. – 450 с. – ISBN 5-274-01796-7.
3. **Гордон, В. О.** Курс начертательной геометрии / В. О. Гордон, М. А. Семенцев-Огиевский. – М. : Наука, 1988. – 272 с.
4. **Короев, Ю. И.** Начертательная геометрия : учеб. для вузов / Ю. И. Короев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Архитектура-С, 2004. – 424 с. – ISBN 5-9647-0017-9.
5. **Крылов, Н. Н.** Начертательная геометрия: учеб. для вузов / Н. Н. Крылов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2000. – 224 с. – ISBN 5-06-003651-09.
6. **Кузнецов, Н. С.** Начертательная геометрия: учеб. для вузов / Н. С. Кузнецов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1981. – 262 с.
7. **Романенко, И. И.** Практикум по инженерной графике / И. И. Романенко, А. Ю. Иванов, Т. Е. Краева ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2006. – 68 с. – ISBN 5-89368-641-1.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Общие указания к выполнению заданий.....	5
Задание № 1. Методы преобразования чертежа (комплексные задачи).....	8
Задание № 2. Пересечение многогранников.....	24
Задание № 3. Пересечение поверхностей.....	32
Задание № 4. Линии среза, перехода сферы.....	46
Задание № 5. Линии среза, перехода технической детали.....	57
Задание № 6. Формообразование поверхностей.....	72
Задание № 7. Тени здания.....	79
Задание № 8. Перспектива паркета.....	91
Задание № 9. Перспектива здания.....	91
Задание № 10. Перспектива застройки.....	99
Задание № 11. Фронтальная перспектива интерьера.....	103
Задание № 12. Угловая перспектива интерьера.....	114
Задание № 13. Реконструкция фронтальной перспективы интерьера.....	123
Задание № 14. Реконструкция угловой перспективы интерьера.....	126
Задание № 15. Аксонометрия памятника.....	129
Задание № 16. Проекция с числовыми отметками.....	134
Заключение.....	142
Список использованной литературы.....	143

*Учебное издание*

ИВАНОВ Алексей Юрьевич  
БУТУЗОВА Галина Николаевна

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ  
Практикум

Подписано в печать 14.02.12.  
Формат 60х84/8. Усл. печ. л. 16,74. Тираж 500 экз.  
Заказ  
Издательство  
Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.