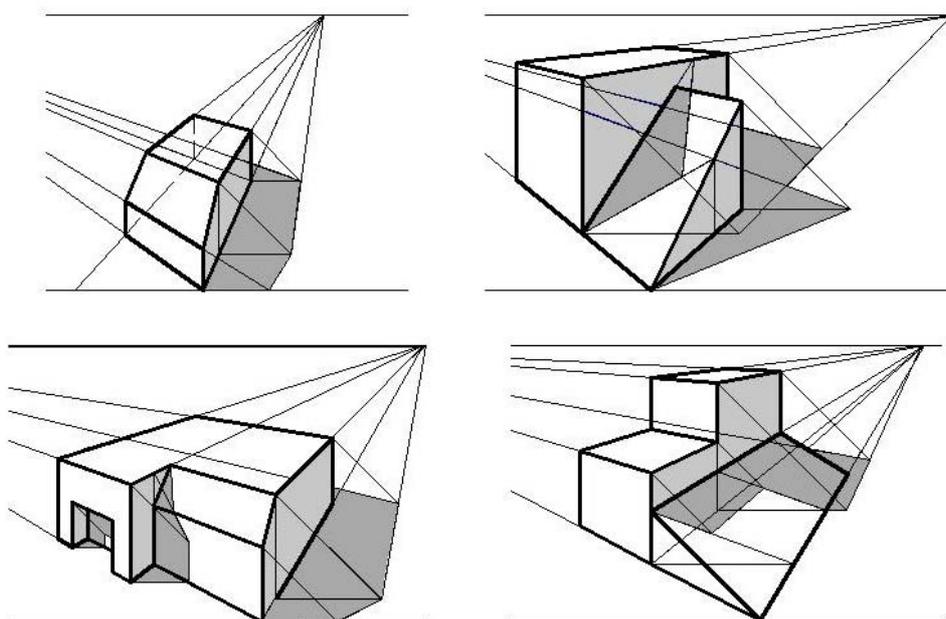


С.И. ЛАЗАРЕВ, А.А. ГОРЕЛОВ, Н.В. СТУКАЛИНА

**ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ
ГЕОМЕТРИЯ**



ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Тамбовский государственный технический университет»

С.И. ЛАЗАРЕВ, А.А. ГОРЕЛОВ, Н.В. СТУКАЛИНА

**ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ
ГЕОМЕТРИЯ**

Практикум для студентов первого курса
специальностей 270102, 270105, 270205, 270301



Тамбов
Издательство ТГТУ
2005

УДК 515.1
ББК В151.34я73-5
Л17

Рецензенты:
Доктор технических наук, профессор ТГТУ
В.В. Леденев

Доктор технических наук, профессор
А.А. Арзамасцев

Лазарев С.И., Горелов А.А., Стукалина Н.В.
Л17 Инженерно-строительная геометрия. Практикум. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 56 с.

Даны задания для выполнения индивидуальных графических работ по темам «Точка, прямая, плоскость», «Способы преобразования чертежа», «Пересечение поверхностей», «Тени в ортогональных проекциях», «Перспектива объекта и тени», «Проекция с числовыми отметками». Даны методические указания по их выполнению, приведены примеры выполнения заданий.

Практикум предназначен для студентов первого курса специальностей 270102, 270105, 270205, 270301, изучающих дисциплину «Начертательная геометрия. Инженерная графика».

УДК 515.1
ББК В151.34я73-5

© Лазарев С.И., Горелов А.А., Стукалина Н.В.,
2005

© Тамбовский государственный технический
университет (ТГТУ), 2005

ЛАЗАРЕВ Сергей Иванович,
ГОРЕЛОВ Александр Алексеевич,
СТУКАЛИНА Наталия Владимировна

**ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ
ГЕОМЕТРИЯ**

Редактор Т.М. Федченко
Компьютерное макетирование И.В. Евсеевой

Подписано к печати 31.08.2005.
Формат 60 × 84/8. Гарнитура Times New Roman. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Объем: 5,67 усл. печ. л.; 5,02 уч.-изд. л.
Тираж 100 экз. С. 600^М

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

ВВЕДЕНИЕ

Начертательная геометрия, рассматривая широкий круг вопросов, связанных с геометрическим моделированием, сопоставлением трехмерного объекта с его плоской проекционной моделью, решения позиционных и метрических задач, содержит отдельные направления, присущие различным инженерным специальностям. Среди них можно выделить такие, на которых базируется графическая подготовка будущего инженера строителя. Прежде всего, это такие разделы начертательной геометрии как: замена реального объекта его геометрической моделью, графическое изображение ортогональных проекций, построения аксонометрических и перспективных изображений, а также проекции с числовыми отметками. Все эти разделы можно условно объединить под названием «Инженерно-строительная геометрия».

В соответствии с действующим учебным планом в пособии представлены варианты домашних графических заданий и даны указания по их графическому оформлению. Здесь вы найдете примеры выполнения домашних графических работ, ссылки на соответствующие разделы в учебниках и справочных пособиях. Для подготовки к экзамену вы должны выполнить ряд упражнений и подготовить ответы на вопросы, которые приведены в данной разработке.

На ваших результатах в изучении курса начертательной геометрии, несомненно, скажутся знания, приобретенные в школе на уроках геометрии и черчения, а также развитие вашего пространственного воображения. Если, по какой-либо причине, хорошего пространственного воображения и хороших знаний по этим предметам у вас пока еще нет, – отчаиваться не стоит. Все будет зависеть от вашего упорства, трудолюбия и, конечно, студенческого везения.

Желаем успехов.

1 ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ (ГР) РАБОТ

Начертательная геометрия, изучаемая в I семестре, включает в себя основы образования чертежа. Особое внимание уделяется изучению метода прямоугольного проецирования (метод Г. Монжа), установленного ГОСТ 2.305–68 для изображения предметов на чертежах всех отраслей промышленности и строительства.

Работа над чертежами предполагает знакомство с основными стандартами ЕСКД, касающимися оформления чертежа. Студент должен быть ознакомлен с основным стандартом университета – СТП ТГТУ 07–97.

Чертежи графических работ (ГР) по начертательной геометрии выполняются на листах чертежной бумаги форматов: А1 (594×841); А2 (420×594); А3 (297×420); А4 (210×297). Размеры форматов установлены ГОСТ 2.301–68. Внутри формата рамкой выделяется рабочее поле чертежа. С левой стороны линия рамки проводится от линии обреза листа на расстоянии 20 мм, с верхней, правой и нижней сторон – на расстоянии 5 мм.

Надписи на чертежах ГР должны быть выполнены стандартным шрифтом размером 3,5 и 5 в соответствии с ГОСТ 2.304–81. Вначале чертежи выполняются тонкими линиями, после проверки правильности их выполнения преподавателем, обводятся мягким карандашом. При этом следует помнить о тщательности и опрятности выполняемых графических построений.

Толщину и тип линий принимают согласно ГОСТ 2.303–68. Видимые контуры геометрических объектов следует выполнить сплошной толстой линией толщиной $S = 0,8 \dots 1,0$ мм. Невидимые элементы показывают штриховой линией, толщина которой составляет $S/3 - S/2$ толщины линий видимого контура. Такой же толщиной следует выполнять сплошные линии построений и линии связи. Линии центров и осевые выполняют штрихпунктирной линией.

Желательно искомые элементы при обводке обводить красной пастой, тушью, гелиевой ручкой. Точки на чертеже желательно вычерчивать в виде окружностей диаметром 1,5...2 мм с помощью циркуля – «балеринки». Рекомендуется отдельные видимые элементы геометрических тел и поверхностей отмывать бледными тонами красок, используя акварель, разведенную в воде тушь, чай или цветные карандаши.

Основная надпись на чертежах

Основную надпись выполняют в соответствии с ГОСТ 2.104–68. Форма, размеры и содержание граф основной надписи даны на рис. 1.1. Основную надпись помещают в правом нижнем углу чертежа. Формат А4 располагают только короткой стороной к себе.

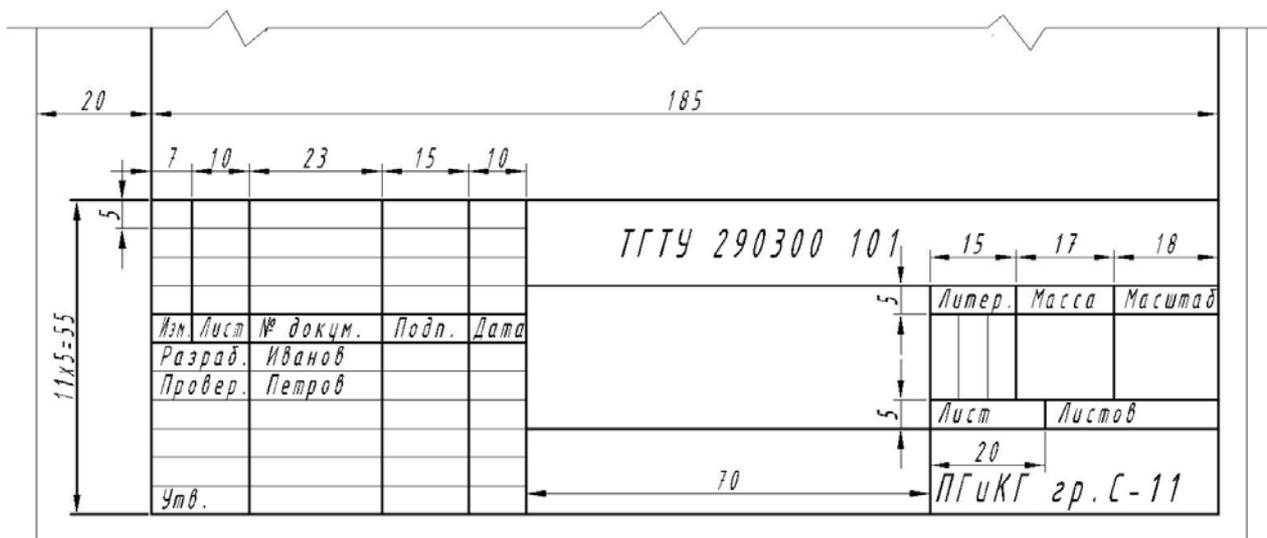


Рис. 1.1 Форма основной надписи на чертежах и схемах

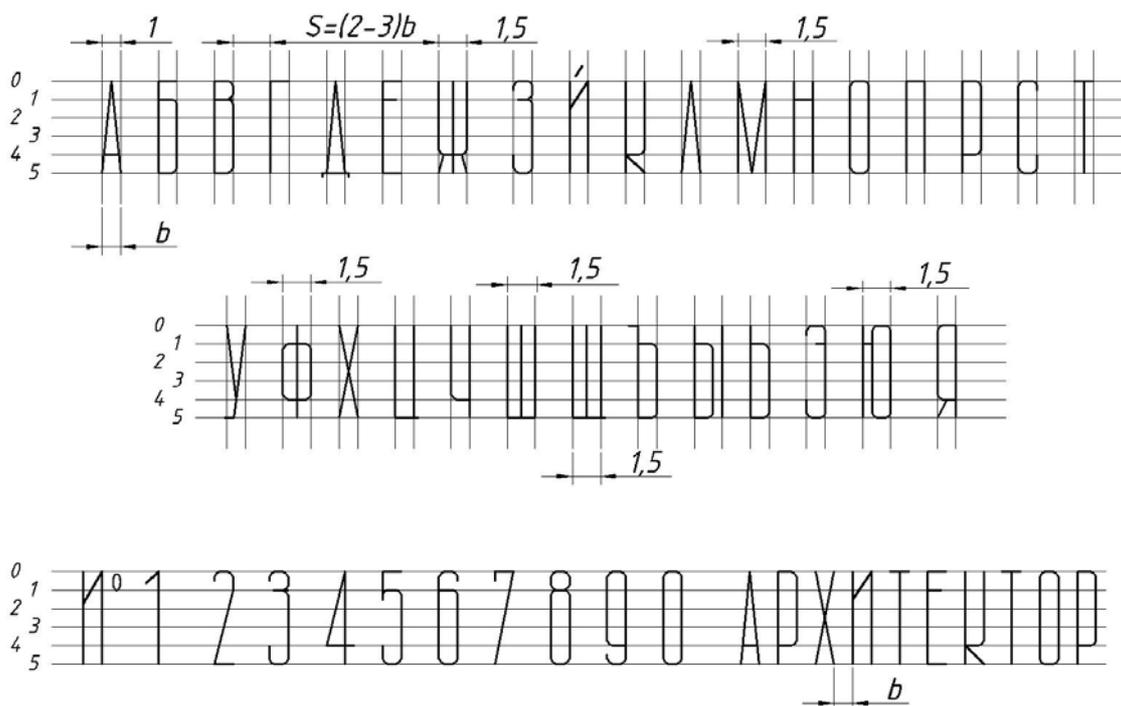


Рис. 2.1 Образец выполнения архитектурного шрифта

Все чертежи графических работ сопровождаются титульным листом, выполненным по образцу рис. 2.3.

Чертежи, помещенные как образец выполнения ГР, не являются эталонами исполнения, а служат лишь примерами расположения материала на листе, характеризуют объем и содержание изученной темы.

Листы чертежей выполненных ГР не складывают, а хранят в папке для черчения или сворачивают в трубочку.

2 ЗАДАНИЯ К ГРАФИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Графическая работа № 1

ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ. ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ

Шрифты чертежные. Титульный лист. ГР № 1 (Часть 1) (Пример выполнения приведен на рис. 2.2, 2.3)

Цель работы: изучить основные правила оформления чертежей, изложенных в стандартах ЕСКД, относящихся к линиям чертежа и шрифтам чертежным; получить навыки чертежной работы и выполнить надписи стандартным чертежным и архитектурным шрифтами.

Задание

Упражнение I Выполнить шрифтом размером 10 (высота букв в миллиметрах) все прописные и строчные буквы русского и латинского алфавита, цифры и наиболее используемые в качестве обозначений строчные буквы латинского алфавита, а так же буквы и цифры архитектурного шрифта. Правильность и размеры написания чертежного шрифта изучить по ГОСТ 2.304-81 –ЕСКД. Шрифты чертежные.

Упражнение II Выполнить стандартным чертежным шрифтом титульный лист графических работ.

Порядок выполнения работы

Упражнение I Упражнение выполнить на формате А4 (210×297) карандашом. В нижней части формата выполнить основную надпись (см. рис. 1.1).

Для написания шрифта по ГОСТ 2.304–81 для прописных букв и цифр следует разлиновать строки на расстоянии 10 мм друг от друга. Остальную разлиновку выполнить согласно следующему пояснению. Размер шрифта есть высота прописных (заглавных) букв и цифр, например 14; 10; 7; 5; 3,5 мм. Ширина большинства букв и высота строчных букв для каждого размера шрифта, например, соответственно высоте по размеру, 10; 7; 5; 3,5; 2,5. Ширина букв Д, Ж, Ф, Ш, Щ, Ъ равна их высоте (буква М немного уже). Расстояние между буквами приблизительно равно разности между соседними размерами шрифта, например $10 - 7 = 3$ мм. Отростки строчных букв р, б, в и других выступают на такую же высоту. Провести наклонные линии под углом, равным 75° . Рекомендуется, кроме того, проводить ориентировочные наклонные линии через 10...15 мм, писать на глаз, тщательно доводя каждую букву до разлиновки. Если рядом стоят буквы Г и Д или Г и Л просвет между ними не делается. Расстояние между словами равно высоте букв.

Надписи на чертежах рекомендуется выполнять шрифтом размером 7; 5; 3,5; 2,5, а размерные числа – шрифтами размером 5 и 3,5.

Для подписания архитектурных чертежей рекомендуют архитектурный шрифт. Шрифт прямой, буквы узкие. Ширину букв принимают равной 1/5 их высоты (см. рис. 2.1).

<p><i>Основной шрифт с наклоном</i></p> <p>АБВГДЕЖЗИКЛМНОПР</p> <p>СТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ</p> <p><i>абвгдежзиклмнопр</i></p> <p><i>стуфхцчшщъыьэюя</i></p> <p>1234567890№</p> <p>ABCDEFGHIJKLMNORQ</p> <p>RSTUVWXYZ</p> <p><i>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</i></p> <p>ШРИФТ АРХИТЕКТУРНЫЙ УЗКИЙ</p> <p>АБВГДЕЖЗИКЛМНОПРСТ</p> <p>УФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ</p> <p>№ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0</p>								
ТГТУ 290300 101								
					Шрифты	Литер	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Иванов							
Провер.	Петров							
						Лист	Листов	
Утв.						ПГ и КГ зр. С-11		

Рис. 2.2 Образец выполнения ГР № 1 (Часть 1)

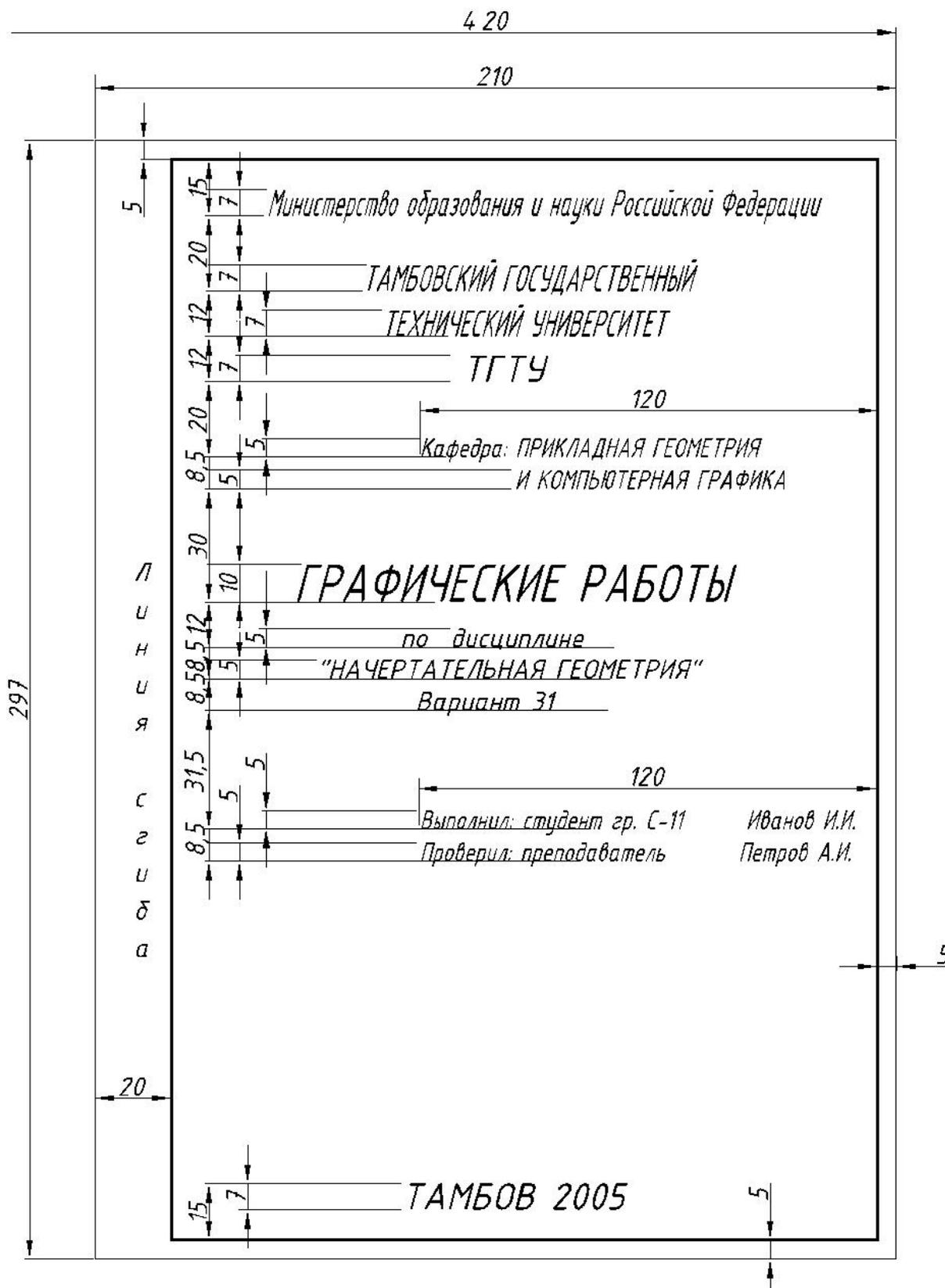


Рис. 2.3 Титульный лист

(Размеры на чертеже не проставлять)

Упражнение II Выполнить на формате А3 (297×420), сложенном пополам до формата А4. Буквы вычертить по сетке с наклоном к строке под углом 75° карандашом. Шрифт прописных букв принять размером 10; 7; %. Вычертить рамку.

Проработать: по учебнику [2, с. 22 – 34 и 4, с. 68 – 69], по справочнику [3, с. 21 – 38] и изучить основные требования стандартов ЕСКД [6];

ГОСТ 2.303–68. Типы линий;

ГОСТ 2.304–81. Шрифты чертежные.

Варианты индивидуальных заданий ГР № 1 (Часть 1)

Задание ГР № 1 (Часть 1) является общим для всех студентов.

Точка, прямая, плоскость. ГР № 1 (Часть 2)

(Пример выполнения приведен на рис. 2.4)

Цель работы: закрепление знаний при решении позиционных задач.

Задание

Задание содержит четыре задачи, выполняемые в определенной последовательности на одном комплексном чертеже в ортогональных проекциях на две плоскости.

На рис. 2.5 изображены план и фасад прямоугольного схематизированного здания с четырехскатной крышей. Все скаты крыши наклонены под одним и тем же углом α к горизонтальной плоскости проекций π_1 . На крыше укреплена антенна высотой Z на расстоянии 7 м от угла здания и 1 м от фасадной стены.

Вычертить в ортогональных проекциях в масштабе 1:200 часть здания, ограниченную горизонтально-проецирующими плоскостями в повернутом положении так, чтобы конек крыши EF составлял с фронтальной плоскостью проекций π_2 угол β , как показано на рис. 2.6.

Задача I Построить следы плоскостей P и Q скатов крыши $AEFD$ и DFC ;

Задача II Определить расстояние от верхней точки антенны G до ската крыши $AEFD$;

Задача III Построить плоскость, параллельную плоскости ската крыши $AEFD$ и расположенную на расстоянии 3 м от нее;

Задача IV Построить плоскость, перпендикулярную к плоскости ската крыши $AEFD$ и проходящую через конек крыши EF .

2.1 Данные к задачам I, II, III, IV

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
α°	30	30	30	30	30	45	45	45	45	45	30	30	30	30	30
β°	30	45	60	45	60	30	60	45	30	45	45	60	45	30	30
Z (м)	10	14	12	13	11	12	14	13	15	15	10	14	12	13	11

Вариант	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
α°	45	45	45	45	45	30	30	30	30	30	45	45	45	45	45

β°	30	60	45	45	60	60	45	30	60	45	30	60	45	60	30
Z (m)	13	13	14	11	15	10	14	12	13	11	14	12	12	11	11

- Начертить для своего варианта (значения параметров берутся из табл. 2.1) в масштабе $1 : 200$ план и фасад здания с установленной на крыше антенной высотой Z (рис. 2.5). Так как все скаты крыши имеют одинаковый угол α наклона к горизонтальной плоскости π_1 , то на плане они пересекаются по ребрам BE , AE , FC , FD , которые являются биссектрисами и, следовательно, $\angle BEA$ и $\angle CFD$ равны 90° .

- Начертить на плане и фасаде проекции части здания, ограниченной горизонтально-проецирующими плоскостями.

- Начертить в том же масштабе горизонтальную проекцию части здания, повернув ее под углом β к фронтальной плоскости проекций π_2 и расположив от оси X на 1 м, так как показано на рис. 2.6.

- Начертить горизонтальную, а затем фронтальную проекцию части здания и приступить к решению указанных задач.

Для решения **задачи I** рассмотреть примеры в учебнике [6, с. 46 – 47, рис. 135] и разобрать решение этой задачи на рис. 2.7.

Для построения следов плоскости P ската крыши $AEFD$ находят горизонтальный след M' прямой AE и фронтальный след N' прямой EF . Через горизонтальную проекцию M'_1 горизонтального следа параллельно A_1D_1 , так как AD – горизонталь плоскости $AEFD$, проводят горизонтальный след плоскости $P\pi_1$. Через полученную на оси X точку схода P_X и построенную фронтальную проекцию фронтального следа прямой EF точку N'_2 , проводят фронтальный след $P\pi_2$ плоскости ската крыши $AEFD$.

Аналогично строятся следы плоскости Q ската крыши CDF . Находят горизонтальную проекцию горизонтального следа N''_1 прямой CF и через нее параллельно горизонтальной проекции CD , так как CD – горизонталь плоскости ската CDF , проводят горизонтальный след $Q\pi_1$. Через полученную на оси X точку схода Q_X и построенный фронтальный след прямой CD проводят фронтальный след $Q\pi_2$ плоскости CDF .

Для решения **задачи II** рассмотреть примеры в учебнике [6, с. 56 – 57, рис. 169 – 170; с. 61, рис. 182] и разобрать решение этой задачи на рис. 2.8.

Для определения расстояния от верхней точки G антенны до плоскости ската $AEFD$, из нее опускают перпендикуляр на эту плоскость. Проекция перпендикуляра проводят используя правило проецирования прямого угла: горизонтальная проекция G_1L_1 перпендикулярна $P\pi_1$ горизонтальной проекции горизонтали плоскости P , а фронтальная проекция G_2L_2 перпендикулярна $P\pi_2$ фронтальной проекции фронтали плоскости P . Находят точку L пересечения перпендикуляра с плоскостью $AEFD$. Для этого через перпендикуляр проводят вспомогательную горизонтально-проецирующую плоскость T . Находят линию пересечения $1-2$ плоскости P и T , отмечают точку пересечения L перпендикуляра с построенной прямой $1-2$. Методом прямоугольного треугольника находят натуральную величину отрезка GL . В примере решения задачи прямоугольный треугольник построен на фронтальной проекции G_2L_2 . Отрезок G^*L_2 определяет абсолютную величину расстояния от точки G до плоскости $AEFD$.

Для решения **задачи III** рассмотреть примеры в учебнике [6, с. 62 – 63, рис. 187, 188] и разобрать решение этой задачи на рис. 2.9.

Для построения плоскости, расположенной параллельно заданной и удаленной от нее на определенное расстояние, следует на перпендикуляре, восстановленном из точки, принадлежащей плоскости, отложить заданное расстояние. Через вершину перпендикуляра провести параллельную плоскость. Для этого на отрезке G^*L_2 , являющимся абсолютной величиной

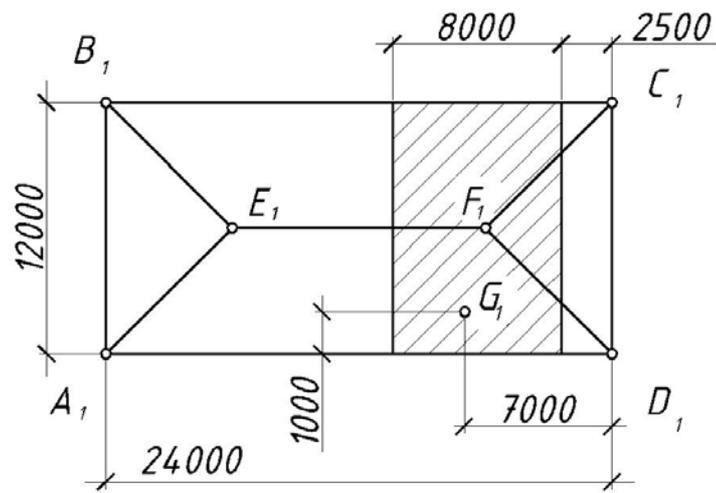
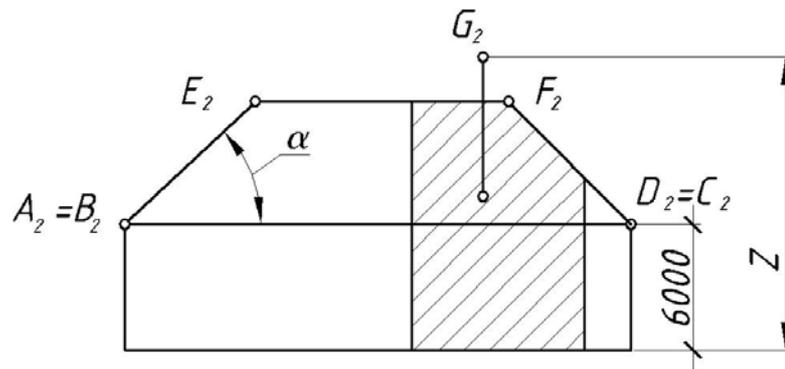


Рис. 2.5 Задание к ГР № 1 (Часть 2)

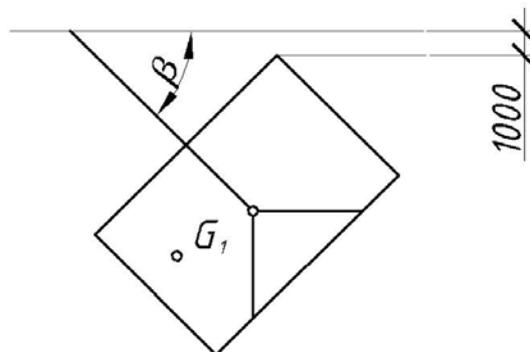


Рис. 2.6 Задание к ГР №1 (Часть 2)

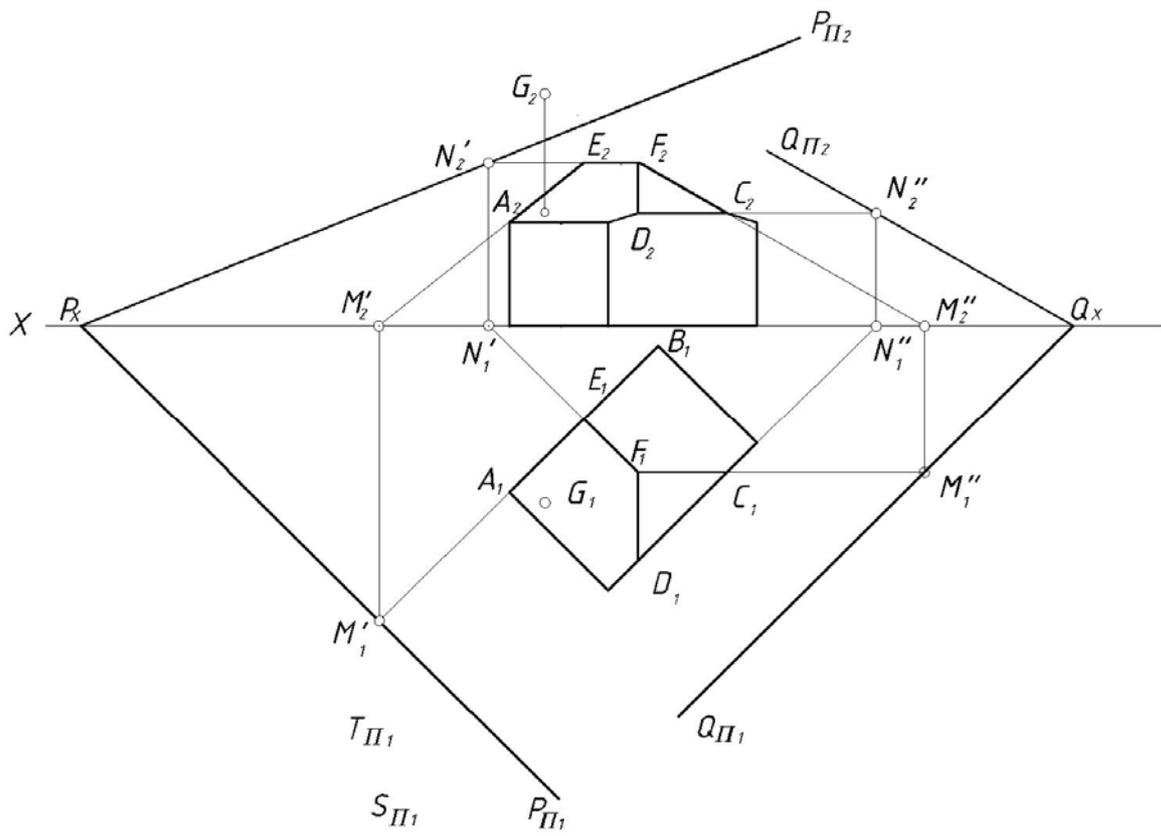


Рис. 2.7 Пример решения задачи I ГР № 1 (Часть 2)

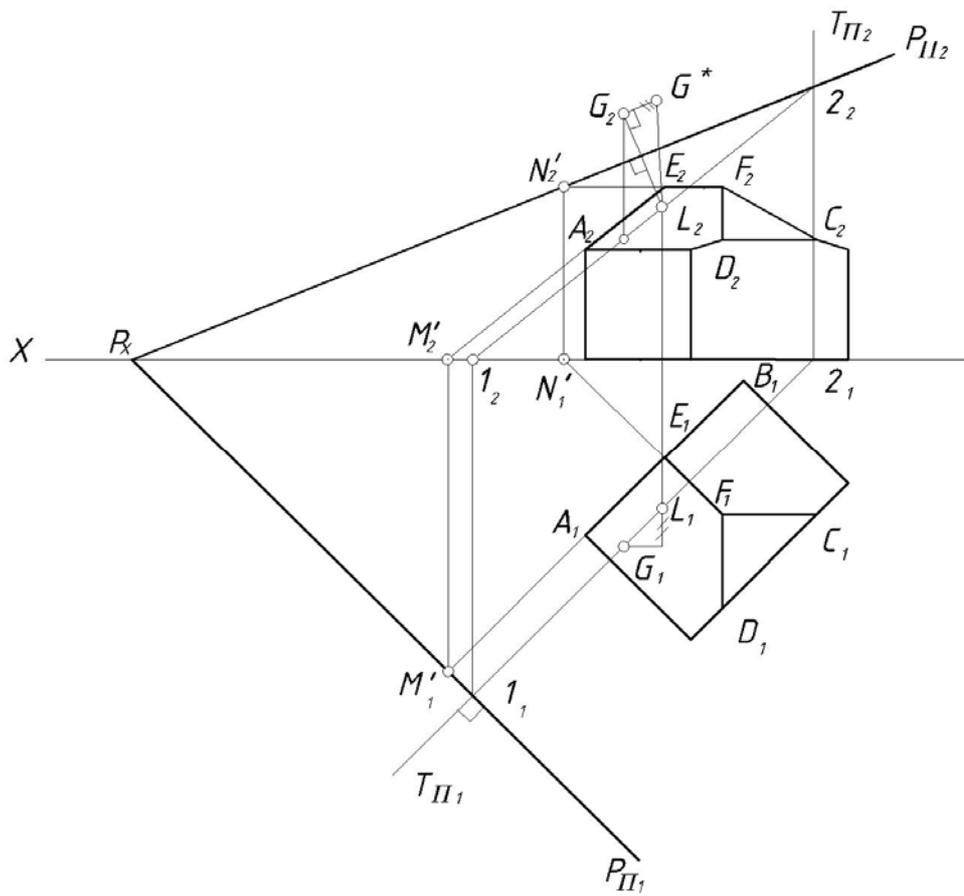


Рис. 2.8 Пример решения задачи II ГР № 1 (Часть 2)

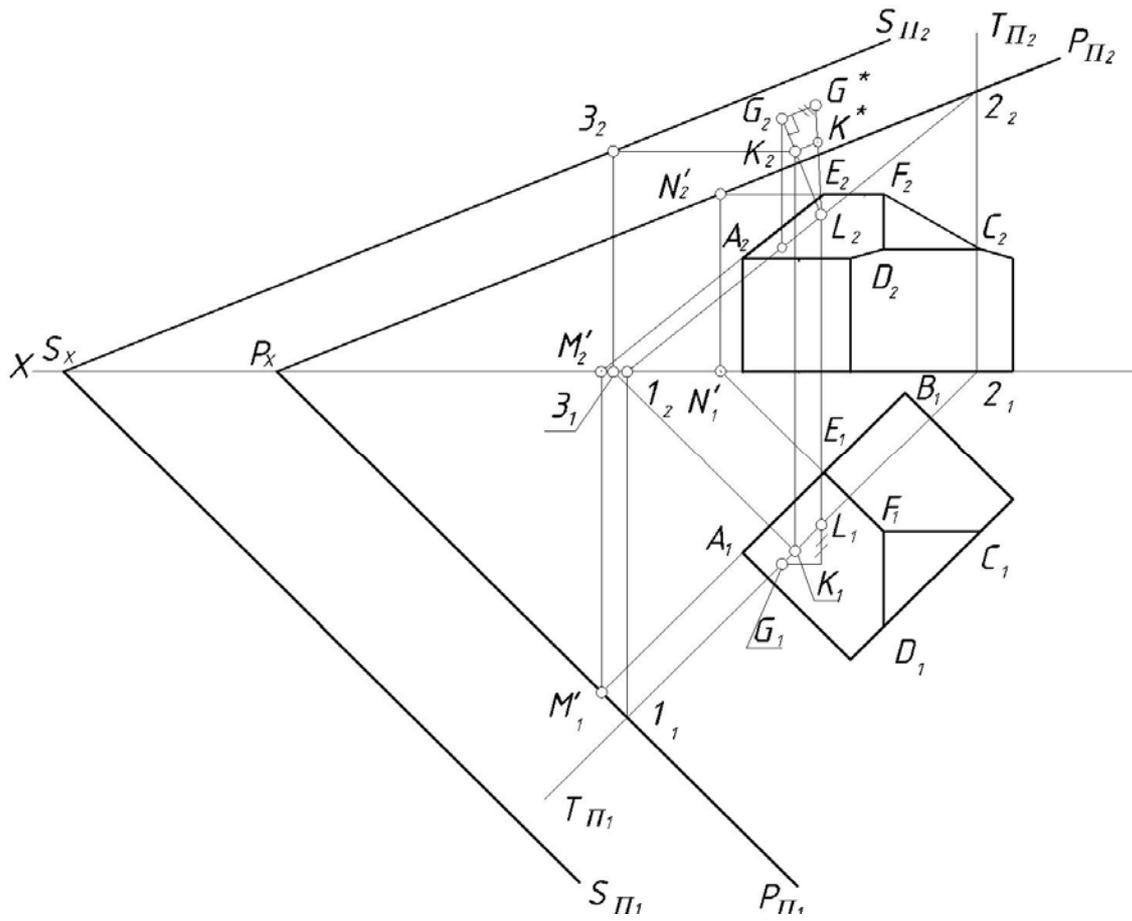


Рис. 2.9 Пример решения задачи III ГР № 1 (Часть 2)

(Пример выполнения приведен на рис. 2.11)

Цель работы: закрепление знаний и основных приемов при решении метрических задач.

Задание

Даны ортогональные проекции здания (план и фасад), положение проецирующей плоскости P .

Задача V Построить в ортогональных проекциях наложенное сечение поверхности здания плоскостью P и определить натуральную величину сечения с использованием одного из существующих способов преобразований проекций.

Задача VI Определить способом плоско-параллельного перемещения расстояние от точки A до ребра BC .

Задача VII Способом замены плоскостей проекций определить величину двугранного угла между плоскостями BSC и BCE .

Для большей наглядности и выразительности чертежа рекомендуется поверхность здания отмыть

Порядок выполнения работы

Для решения **задачи V** рассмотреть пример в учебнике [4, с. 99 – 101, рис. 4.52 и 4.53; 7, с. 55, рис. 127, 128].

Задание выполняют на чертежной бумаге формата А3. В левой части чертежа, согласно своему варианту (см. рис. 2.12), увеличив исходные размеры в 1,4 раза, строят проекции здания.

Так как секущая плоскость P занимает фронтально-проецирующее положение, то фронтальная проекция фигуры сечения совпадает с фронтальным следом секущей плоскости. Из фронтальных проекций точек, принадлежащих элементам фигуры сечения, проводят линии связи и находят их горизонтальные проекции. Горизонтальную проекцию фигуры сечения заштриховать. Теперь, имея горизонтальную и фронтальную проекции фигуры сечения, находят ее натуральную величину. Для этого надо, чтобы плоскость фигуры сечения была параллельна плоскости проекций. Поэтому новую плоскость проекций Π_4 располагают параллельно фронтально-проецирующей проекции фигуры сечения и перпендикулярно плоскости проекций Π_2 . Строят проекции точек в системе $\Pi_1|\Pi_4$ помня, что проекции точек лежат на линиях связи перпендикулярных осей, а расстояние от новой проекции точки до новой оси должно равняться расстоянию от заменяемой проекции точки до предыдущей оси. Стороны полученной натуральной величины фигуры сечения обвести красной пастой или карандашом и заштриховать.

Для решения **задачи VI** рассмотреть пример в учебнике [6, с. 95, рис. 265, 266].

Расстояние от точки до прямой на чертеже будет проецироваться в натуральную величину в том случае, если прямая займет проецирующее положение. Соблюдая правила вращения геометрических фигур вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций, задачу решают в два действия.

1 Привести прямую BC в частное положение, т.е. параллельное плоскости проекций. Для получения фронтальной прямой необходимо горизонтальную проекцию прямой вместе с точкой A не изменяя их геометрических размеров расположить параллельно оси X . При этом фронтальные проекции точек будут перемещаться по прямым параллельным оси X .

2 Привести прямую BC из положения фронтальной прямой в положение проецирующей прямой, т.е. перпендикулярной плоскости проекций. Для получения горизонтально-проецирующей прямой необходимо фронтальную проекцию прямой вместе с точкой A не изменяя их геометрических размеров расположить перпендикулярно оси X . При этом горизонтальные проекции точек будут перемещаться по прямым параллельным оси X . Определить расстояние от точки A до прямой BC . Оно равно отрезку перпендикуляра AK опущенного из точки A на прямую BC , выродившуюся в горизонтальной плоскости проекций в точку. Используя правило проецирования прямого угла достроить фронтальную проекцию перпендикуляра AK . Проекцию перпендикуляра обвести красной пастой или карандашом.

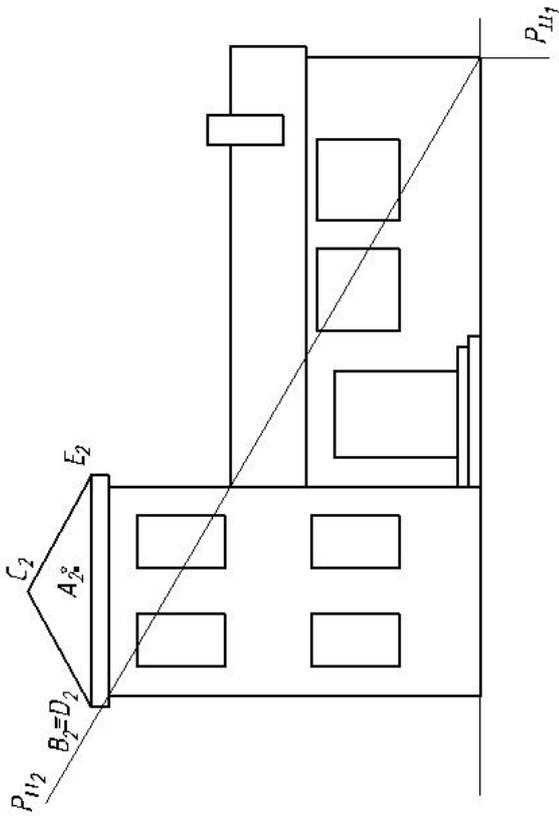
Для решения **задачи VII** рассмотреть пример в учебнике [6, с. 56, рис. 167].

Двугранный угол измеряется линейным углом, составленным линиями пересечения граней двугранного угла с плоскостью, перпендикулярной к его ребру. Для того, чтобы линейный угол проецировался на плоскость проекций в натуральную величину, надо новую плоскость проекций поставить перпендикулярно к ребру двугранного угла.

При применении способа замены плоскостей проекций нужно иметь в виду, что фигура не меняет своего положения в пространстве, плоскость же проекций Π_1 , а затем Π_2 заменяют новой плоскостью, соответственно Π_4 и Π_5 . Решение задачи выполняется в два действия. Во время первого преобразования чертежа плоскость Π_4 располагают параллельно ребру BC , во время второго – перпендикулярно.

Натуральную величину двугранного угла обвести красной пастой или карандашом.

1, 11, 21



2, 12, 22

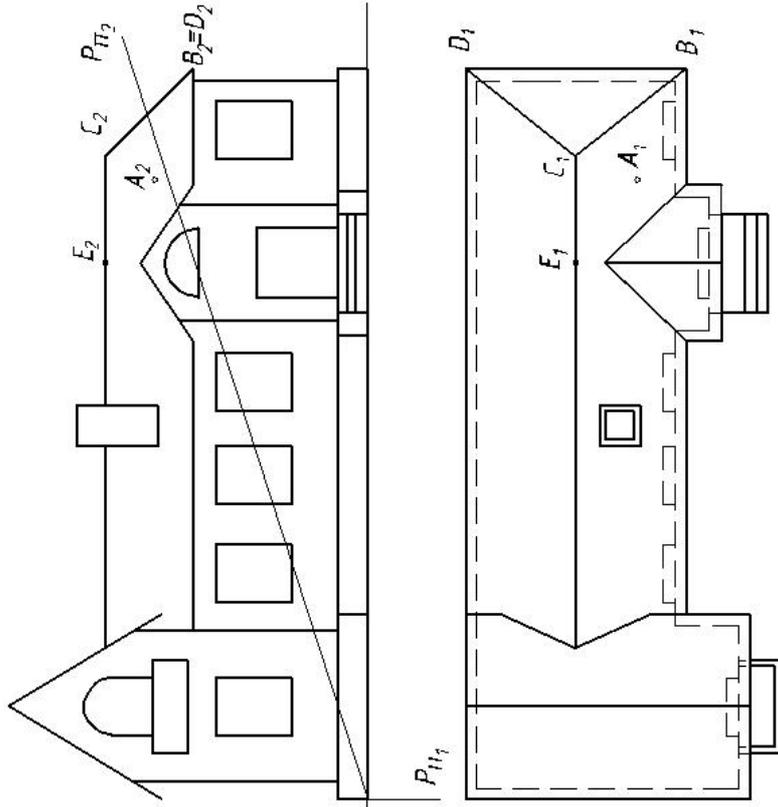


Рис. 2.12 Варианты индивидуальных заданий к ГР № 2 и 4

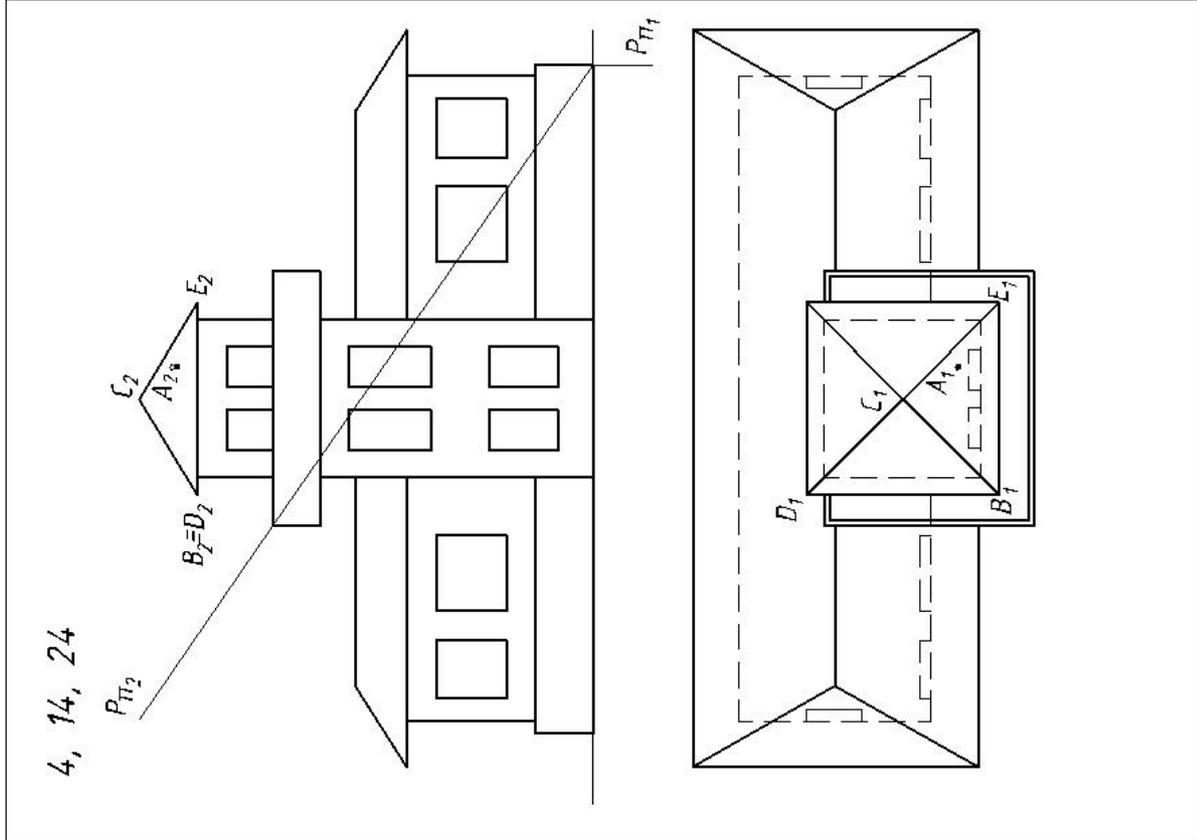
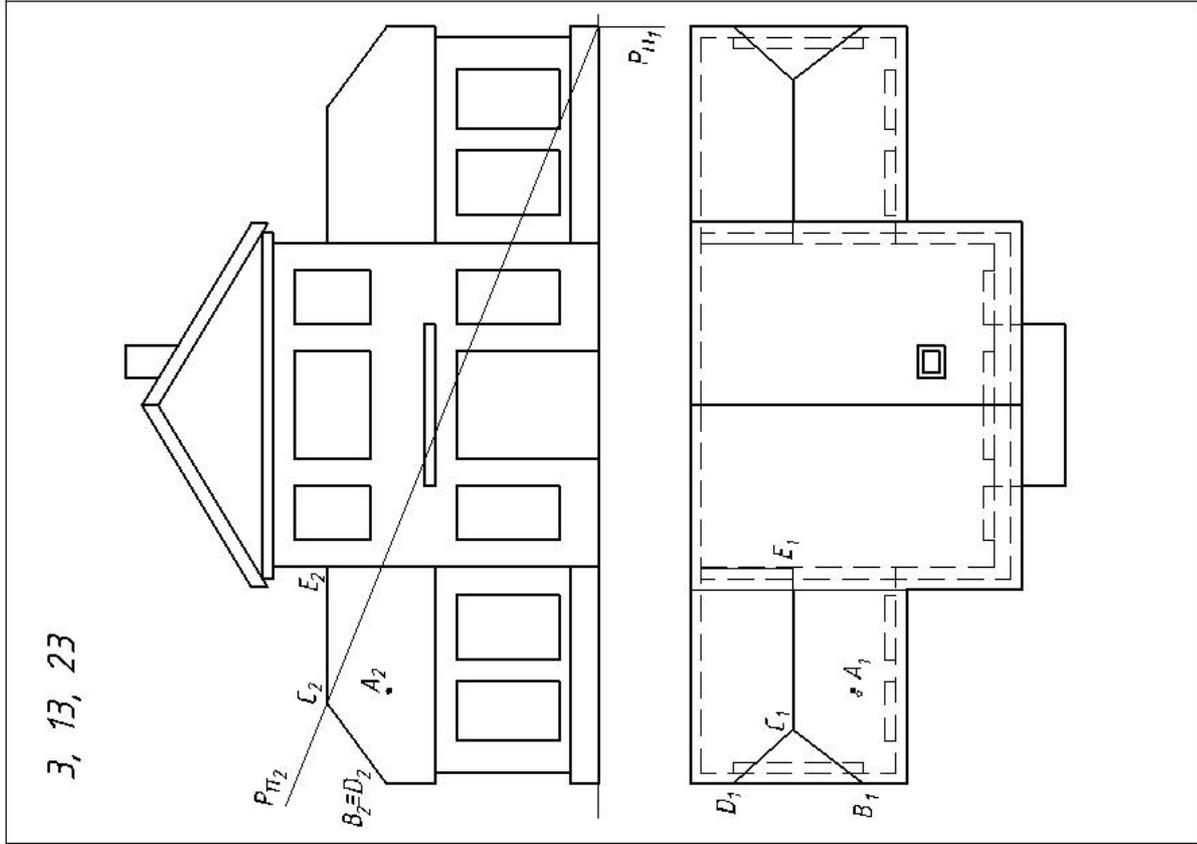


Рис. 2.12 Продолжение

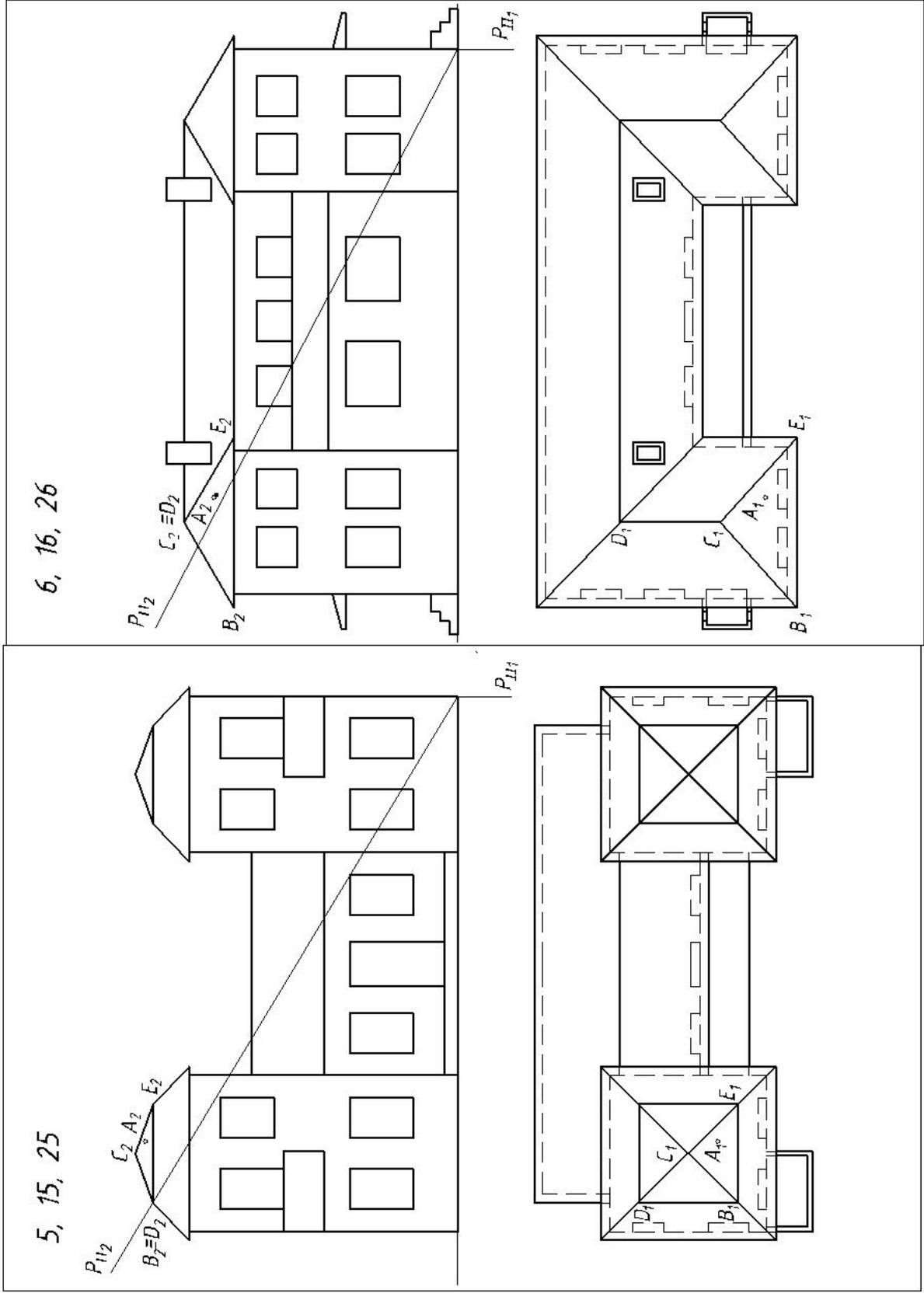
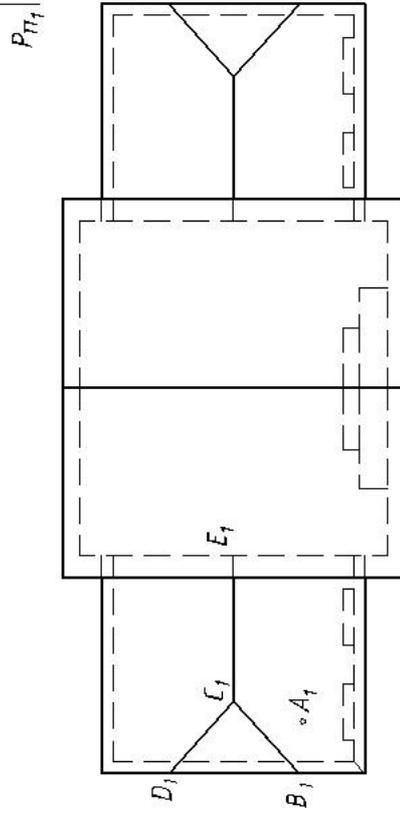
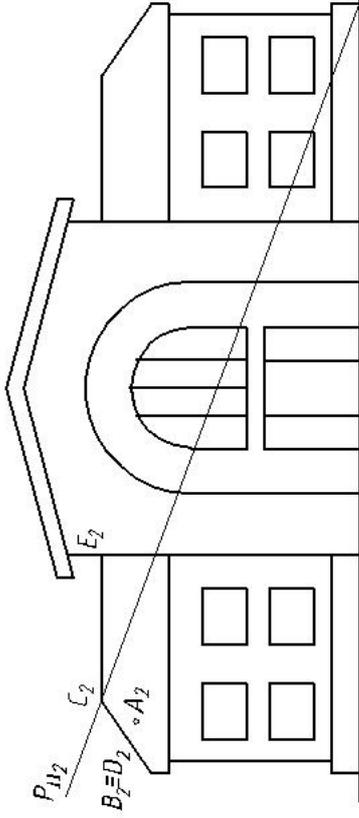


Рис. 2.12 Продолжение

7, 17, 27



8, 18, 28

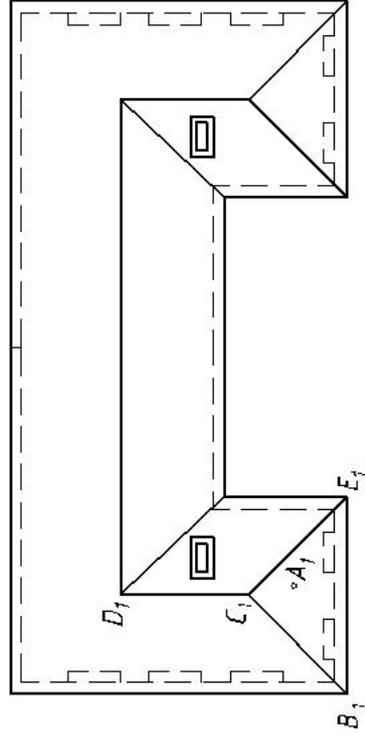
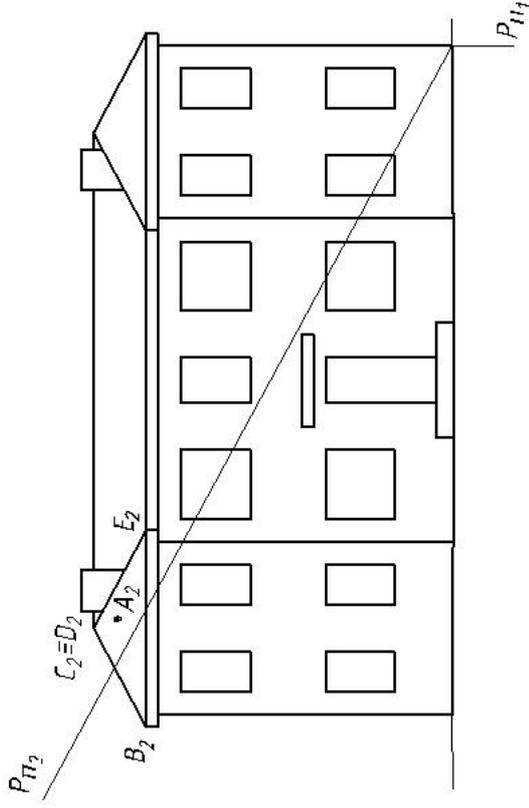


Рис. 2.12 Продолжение

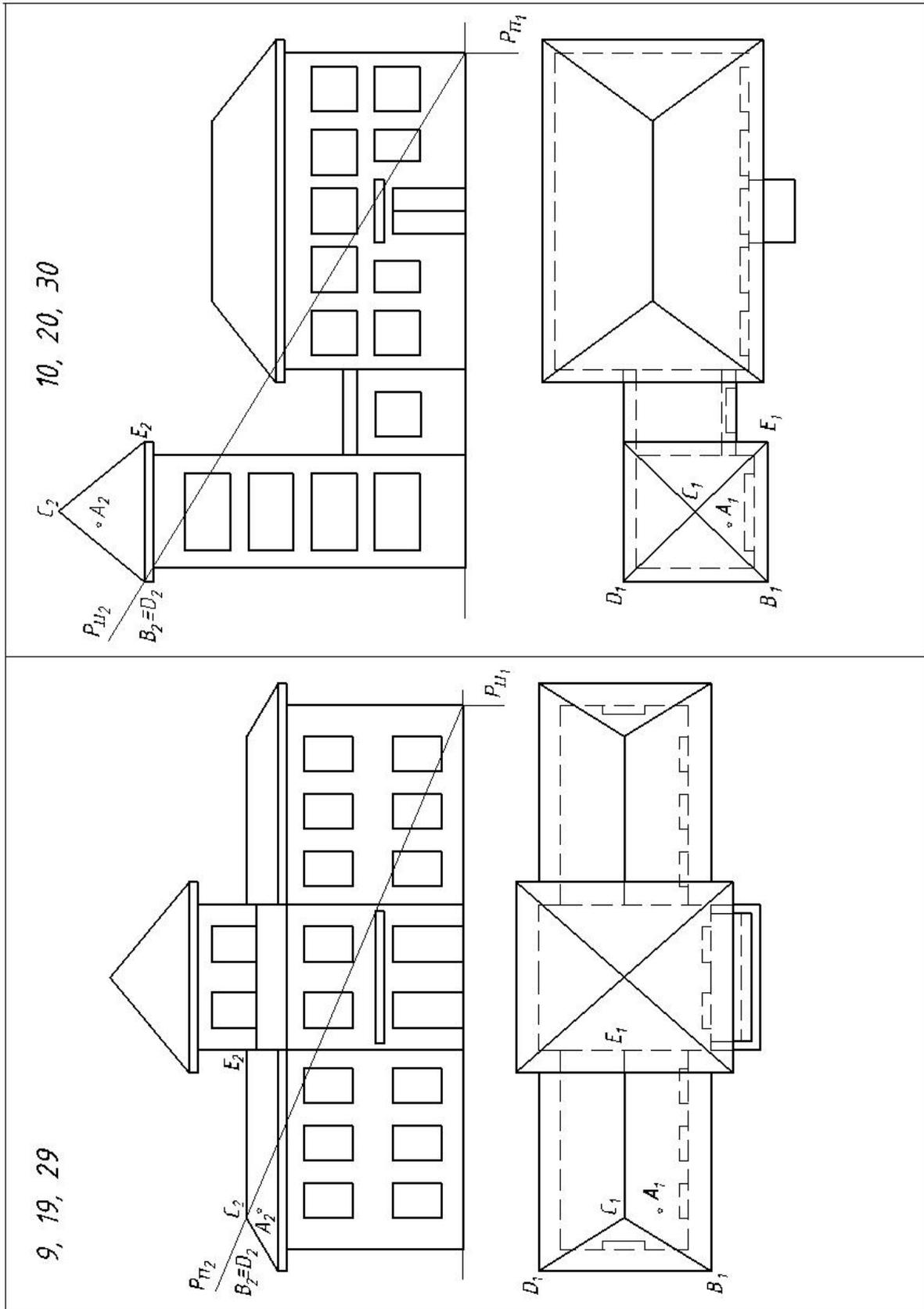


Рис. 2.12 Окончание

ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ. РАЗВЕРТКА КОНУСА

(Пример выполнения приведен на рис. 2.13)

Цель работы: Закрепление знаний и приобретение навыков в решении позиционных задач на поверхностях вращения и построение Развертки боковой поверхности конуса.

Задание

Задача VIII Построить проекции линии пересечения двух поверхностей способом вспомогательных секущих плоскостей.

Задача IX Построить проекции линии пересечения двух поверхностей способом концентрических сфер.

Задача X Построить развертку боковой поверхности конуса с нанесением линии пересечения по условию задачи VIII или задачи IX.

Порядок выполнения работы

Для решения **задачи VIII** рассмотреть пример в учебнике [1, с. 200, рис. 398; с. 217 – 220, рис. 426, 428].

Задание выполняют на чертежной бумаге формата А3. В левой половине листа строят проекции трех поверхностей вращения согласно своему варианту из таблицы 2.2 и рис. 2.14. Способом вспомогательных секущих плоскостей решают ту задачу, в условии которой проекции осей вращения смещены относительно друг друга в обеих плоскостях проекций.

Для построения линии пересечения находят ряд точек, принадлежащих линии пересечения. Для этого проводят секущую плоскость, строят линии по которым она рассекала каждую поверхность и в пересечении построенных линий пересечения находят искомые точки. Для нахождения верхней точки линии пересечения тел вращения, проводят секущую плоскость через оси вращения обеих поверхностей. В рассмотренном примере для построения натуральных величин образующих, лежащих в секущей плоскости \square , использован способ перемены плоскостей проекций. В плоскости проекций P_4 образующие конуса и тора пересекаются в точке I^V , проведя линии связи находят горизонтальную и фронтальную проекции точки I . Между верхней и нижними точками линии пересечения проводят промежуточные горизонтальные секущие плоскости. Каждая плоскость рассекает тор и конус по окружностям. Их горизонтальные проекции пересекаются в двух точках, принадлежащих искомой линии пересечения. Проведя линии связи этих точек до фронтального следа секущей плоскости, получают их фронтальные проекции. Построив определенное количество точек, принадлежащих линии пересечения, соединяют их горизонтальные проекции. Выделяют на горизонтальной проекции линии пересечения точку, лежащую на горизонтальной проекции очерковой образующей той поверхности, которая ближе расположена к наблюдателю В примере это точка 10 . Она будет определять видимость линии пересечения во фронтальной плоскости проекций. Линию пересечения выделить красным цветом.

Для решения **задачи IX** рассмотреть пример в учебнике [1, с. 206 – 212, рис. 409, 413, 416].

Для решения задачи методом вспомогательных концентрических сфер в условии задачи необходимо присутствие следующих пунктов:

- обе поверхности должны быть поверхностями вращения;
- оси вращения должны пересекаться;
- оси вращения должны лежать в одной плоскости, параллельной одной из плоскостей проекций.

Центром сфер является точка пересечения осей вращения. Сфера пересекает обе поверхности по окружностям. Фронтальные проекции окружностей изображаются отрезками прямых линий, которые пересекаются в искомой точке. Сначала проводят сферу минимального радиуса, она касается поверхности одного тела и пересекает другое. При этом находят ближайшую к центру сфер точку линии пересечения, в примере это точка 3''. Построив горизонтальную проекцию окружности, на которой она расположена и проведя линию связи, находят ее горизонтальную проекцию. Изменяя радиус вспомогательной секущей сферы, можно получить последовательный ряд точек линий пересечения. Точки пересечения фронтальных меридианов заданных поверхностей вращения принадлежат искомой линии пересечения. Они определяются на чертеже без каких-либо дополнительных построений. Построив определенное количество точек, принадлежащих линии пересечения, сначала соединяют их фронтальные проекции. Определив точку видимости, в примере это точка 4, строят горизонтальную проекцию линии пересечения. Линию пересечения выделить красным цветом.

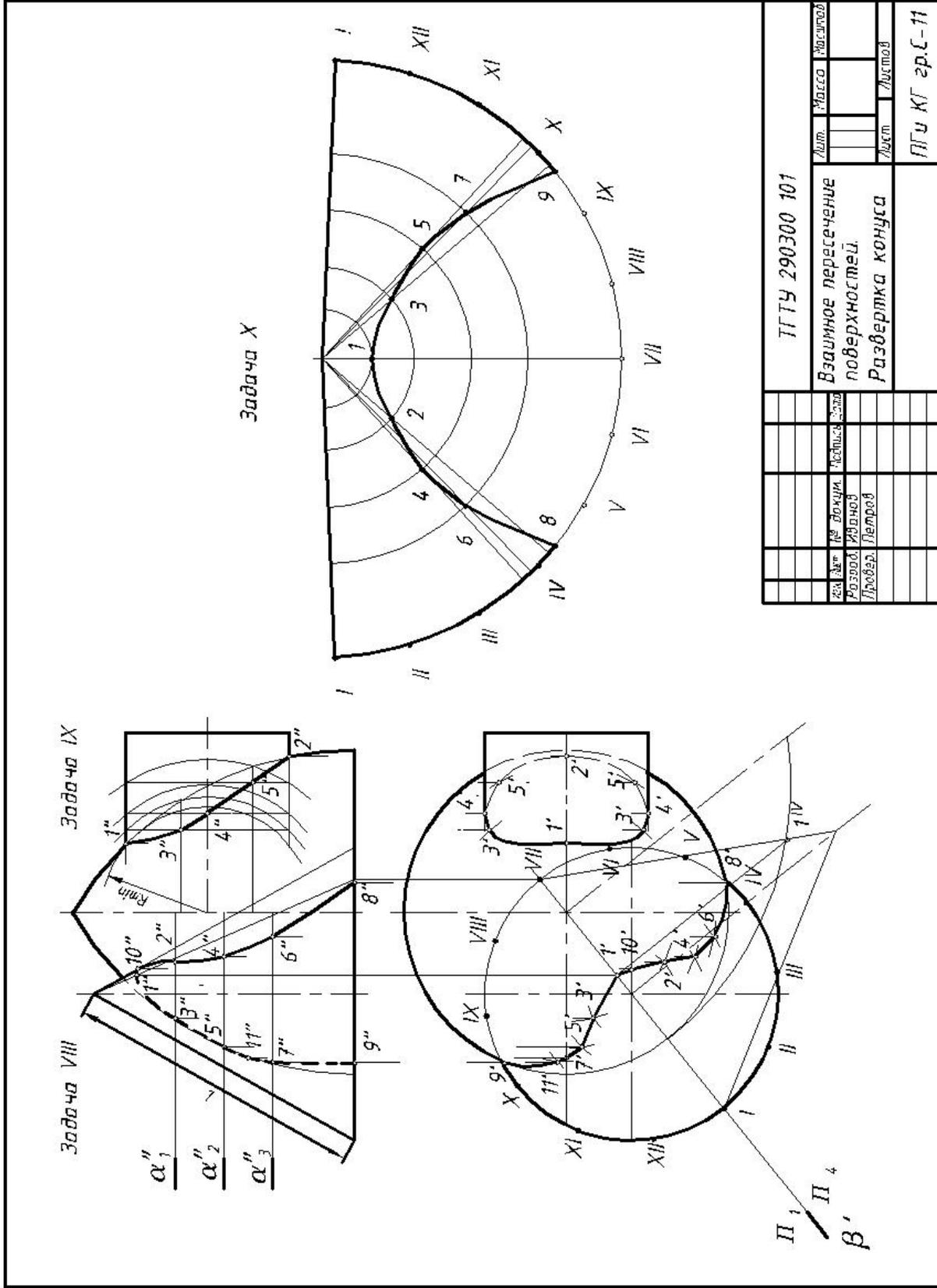
Для решения *задачи X* рассмотреть примеры в учебнике [1, с. 183 – 185, рис. 378].

В правой половине листа строят развертку боковой поверхности конуса.

Разверткой поверхности конуса вращения является круговой сектор с углом $\alpha = R/L \cdot 360$, где R – радиус окружности основания конуса вращения; L – длина образующей. На развертке конуса вращения точки, принадлежащие линии пересечения, строят с помощью прямых образующих и параллелей. Линию пересечения выделить красным цветом.

2.2 Данные к задачам VIII, IX, X (размеры в мм)

№ варианта	$a(\alpha^\circ)$	b	c	№ варианта	$a(\alpha^\circ)$	b	c	№ варианта	$a(\alpha^\circ)$	b	c
1	40	20	50	11	40	10	45	21	50	20	40
2	40°	20	30	12	50°	20	40	22	50°	40	30
3	50	40	20	13	55	30	20	23	60	40	10
4	25	40	20	14	25	30	20	24	20	40	25
5	90	35	20	15	85	40	15	25	95	35	15
6	20	5	25	16	10	5	20	26	0	10	20
7	10	35	30	17	10	25	35	27	5	25	40
8	50	20	35	18	40	15	35	28	35	20	30
9	90	15	25	19	80	15	20	29	70	10	25
10	65	15	20	20	60	20	15	30	55	20	20



ТГТУ 290300 101		Лист	Масштаб
Взаимное пересечение поверхностей.		Лист	Листов
Развертка конуса		Лист	Листов
		ПГУ КГ гр.С-11	

Рис. 2.13 Образец выполнения ГР № 3

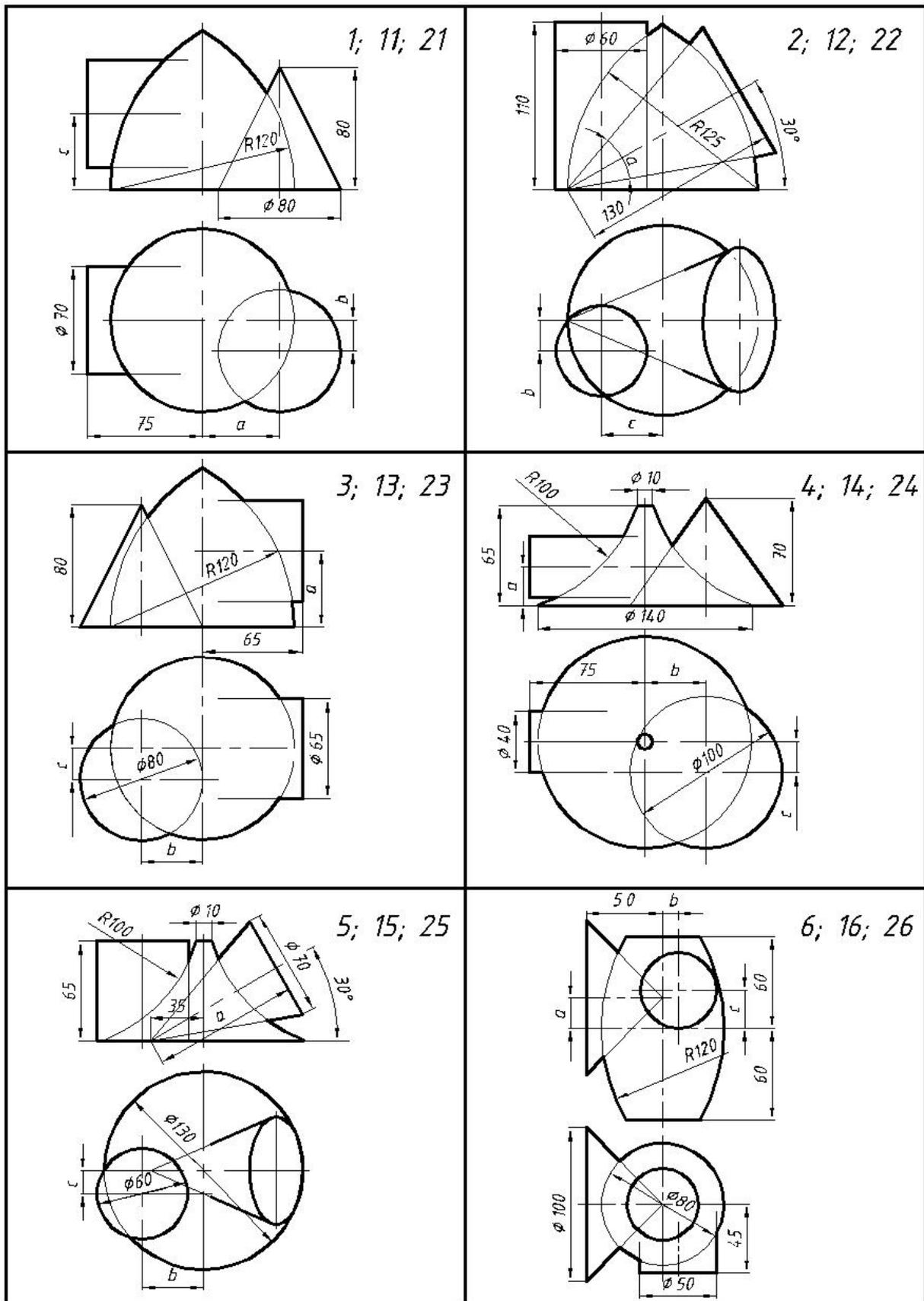


Рис. 2.14 Варианты индивидуальных заданий к ГР № 3

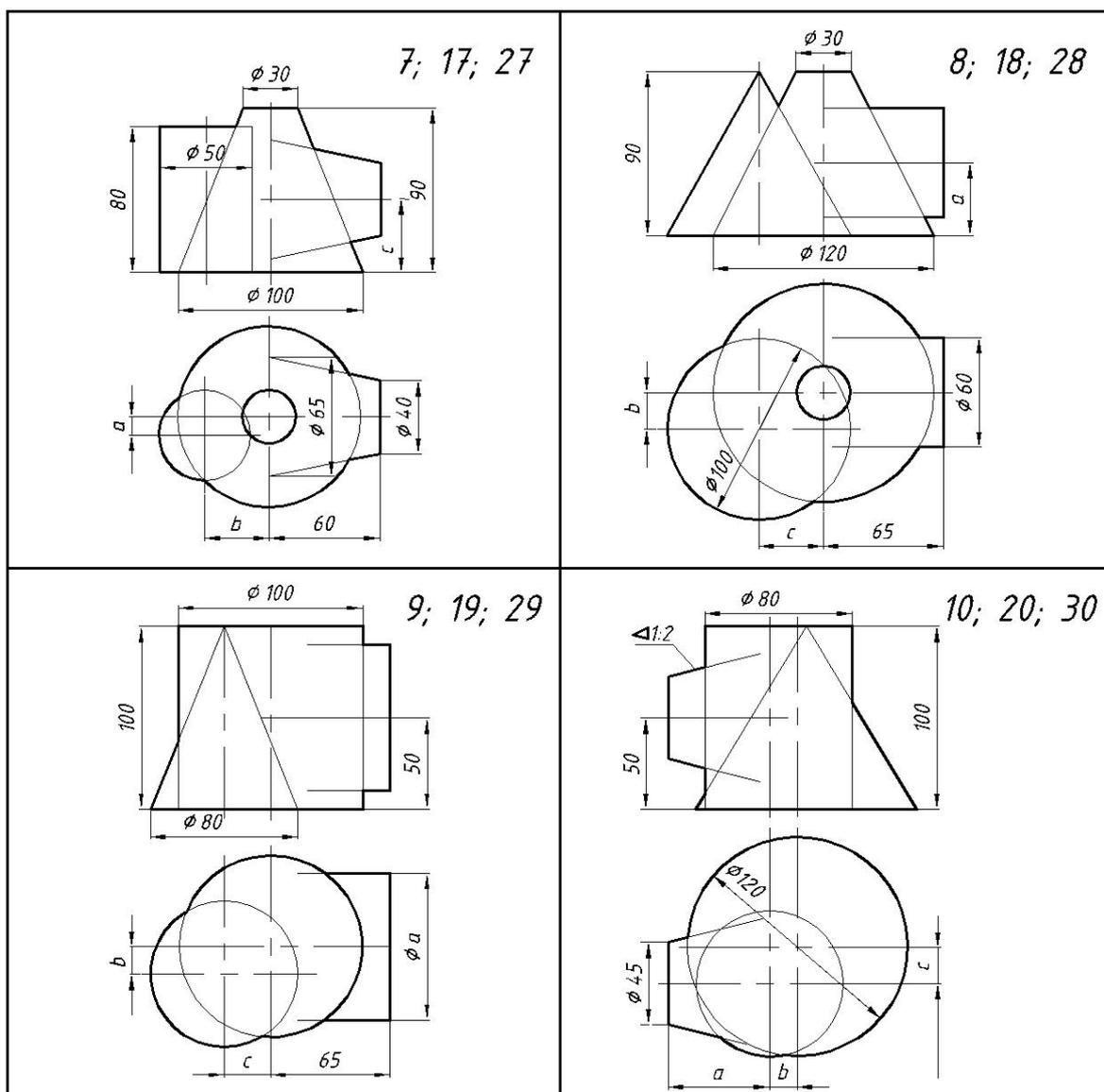


Рис. 2.14 Окончание

ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

ТЕНИ В ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЯХ

(Пример выполнения приведен на рис. 2.15)

Цель работы: изучение способов построения теней в ортогональных проекциях и приобретение навыков в их построении.

Задание

На плане и фасаде здания построить собственные и падающие тени, тени от здания на землю.

Порядок выполнения работы

Для выполнения задания рассмотреть пример в учебнике [6, с. 241, рис. 598 и с. 245 – 247, рис. 604 – 609; 7, с. 190 – 191, рис. 403, 404].

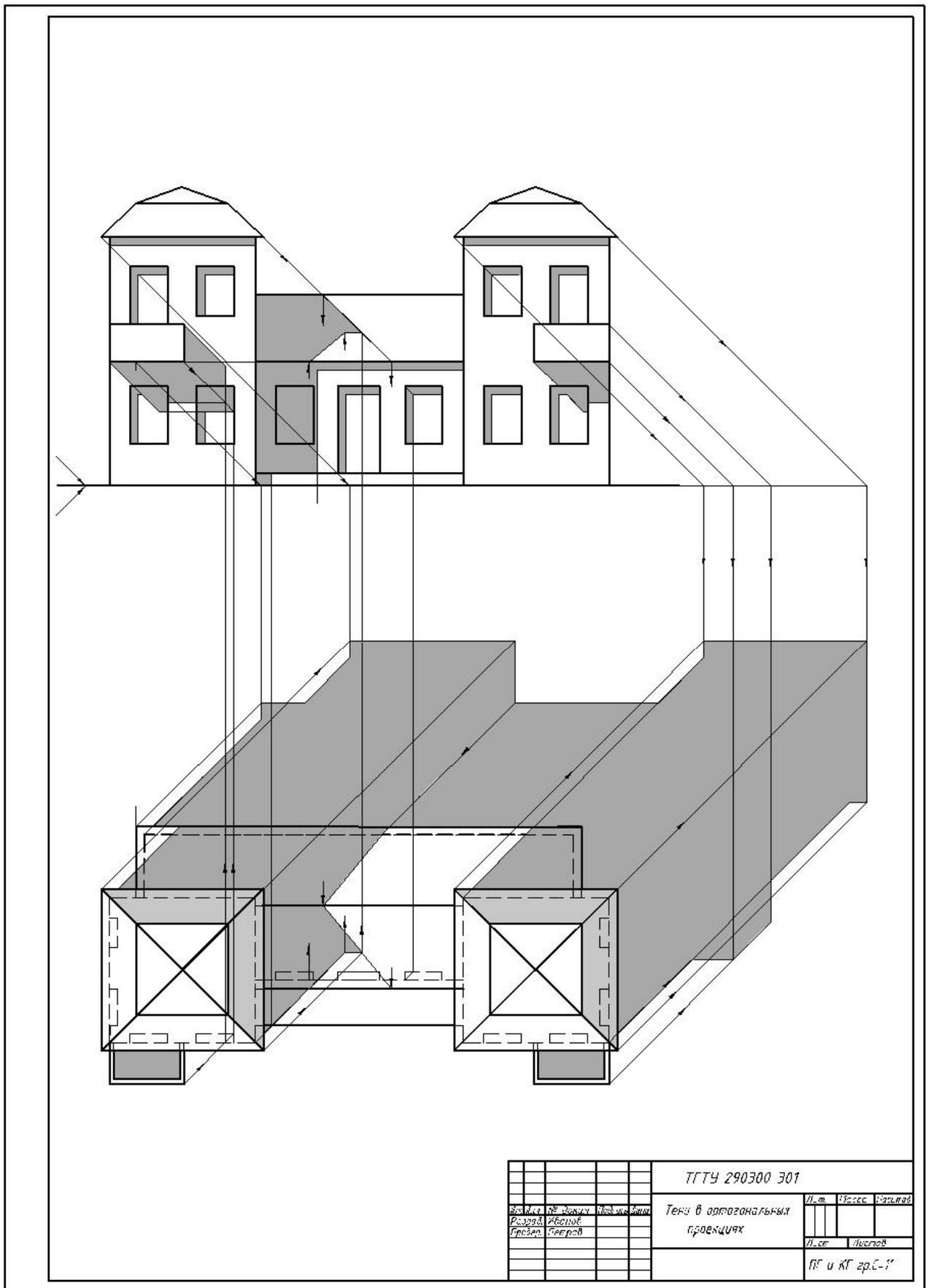


Рис. 2.15 Построение теней на плане и фасаде здания

Задание выполняют на чертежной бумаге формата А2. Согласно своему варианту (см. рис. 2.12), увеличив исходные размеры в 3 раза, строят проекции здания, располагая фасад и план на достаточном расстоянии друг от друга, необходимом для построения падающей на землю тени. Положение проекций светового луча указывает преподаватель. В тонких линиях строят контуры собственных и падающих теней. После проверки преподавателем выполненных построений чертеж отмыывают. Отмывка выполняется сильно разведенной тушью или акварелью. Поверхности объекта покрываются одним слоем, собственные тени – двумя слоями, падающие тени – тремя слоями.

Чертеж обводят и заполняют основную надпись.

Построение теней на фасадах зданий основано на определении точек пересечения световых лучей с вертикальными и горизонтальными плоскостями фасада и его элементов.

Примеры построения теней от некоторых элементов здания рассмотрены на рис. 2.16

На рис. 2.17 рассмотрено построение падающих теней от трубы на скаты крыши, основанное на определении точек пересечения световых лучей с плоскостями общего положения.

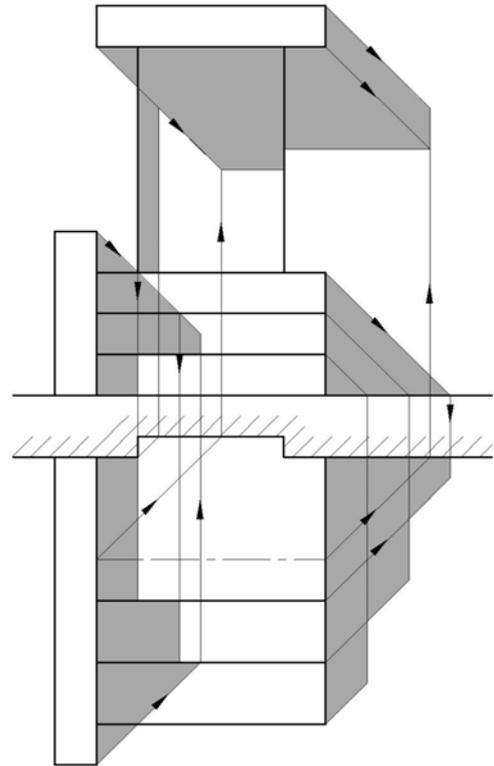


Рис. 2.16 Тени от козырька и бокового ограждения ступеней

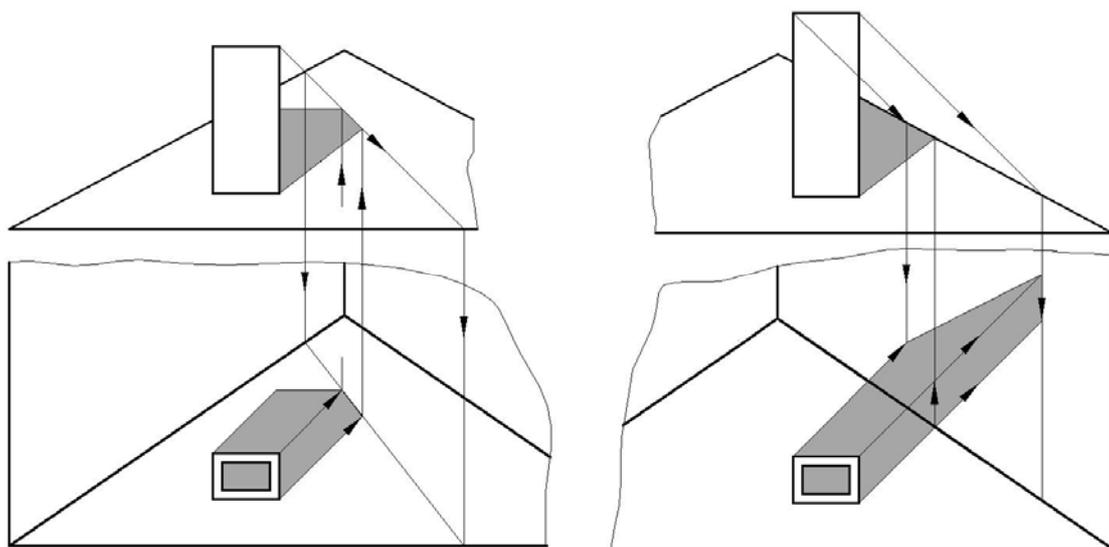


Рис. 2.17 Построение падающих теней от трубы на скаты крыши

ПЕРСПЕКТИВА ОБЪЕКТА И ТЕНИ

(Пример выполнения приведен на рис. 2.20)

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗНАНИЙ И ПРИОБРЕТЕНИЕ НАВЫКОВ В ПОСТРОЕНИИ ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ И ТЕНЕЙ В ПЕРСПЕКТИВЕ.

Задание

По заданным ортогональным проекциям объекта (фасаду и плану) методом архитекторов построить его перспективную проекцию с опущенным планом, тени собственные и падающие.

Порядок выполнения работы

Для выполнения задания рассмотреть пример в учебнике [6, с. 226 – 227, рис. 567 – 569 и с. 255 – 257, рис. 629 – 631; 7, с. 151 – 156, рис. 322 – 330].

Задание выполняют на листе чертежной бумаге формата А1 карандашом. В левом верхнем углу располагают ортогональные проекции объекта, которые выбирают согласно своему варианту (см. рис. 2.22), увеличив размеры проекций в 1,5 раза.

Построение перспективы

Выполняют определенный геометрический аппарат для построения перспективы (см. рис. 2.18). Для того чтобы обеспечить удачное перспективное изображение предмета, рекомендуется руководствоваться следующими правилами, выработанными практикой.

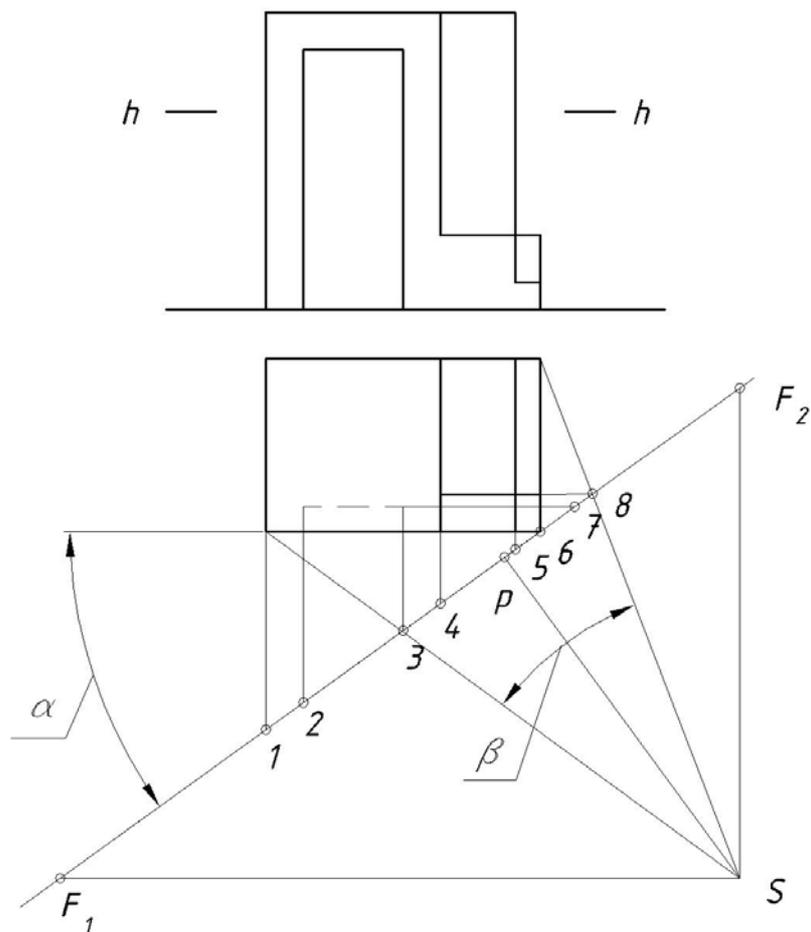


РИС. 2.18 ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АППАРАТ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВЫ

1 Картинную плоскость ориентируют так, чтобы ее горизонтальный след $O - O$ составлял с главным фасадом угол α от 25° до 30° . Боковой фасад при этом получит сильное перспективное искажение, а изображение в целом получится более выразительным.

2 Точку стояния s следует выбирать так, чтобы угол между проецирующими лучами, направленными в крайние точки плана предмета, угол β составлял величину от 18° до 53° . Оптимальное значение угла зрения равно 28° . При этом главная точка p должна располагаться в пределах средней трети участка картинной плоскости, охватываемой углом зрения.

3 Высоту горизонта обычно принимают на уровне глаза человека, стоящего на земле, т.е. $h = 1,5 \dots 1,7$ м. В задании положение линии горизонта указано в исходных данных.

Поскольку метод архитекторов предусматривает построение перспективы с использованием точек схода параллельных прямых двух основных направлений, то определяют точки схода горизонтальных и вертикальных линий плана. Для этого через точку стояния s проводят вертикальные и горизонтальные линии. Пересечение их с основанием картинной плоскости и дает точку схода горизонтальных линий – точку F_1 и вертикальных линий – точку F_2 . Определяется начало всех вертикальных линий плана – точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, а также горизонтальных – точки 7 и 8.

Для большей наглядности перспективы ее построение лучше выполнить в масштабе увеличения относительно размеров всех элементов ортогональных проекций. Размеры построения перспективы увеличить во столько раз, сколько раз расстояние между точками схода отложится на линии горизонта. При построении перспективы объекта прежде строится перспектива его основания, т.е. перспектива плоской фигуры, лежащей в предметной плоскости, а именно перспектива плана заданного объекта. Строят картину (рис. 2.19) и перено-

сят на нее главную точку картины P , для этого на основании картины $O - O$ намечают горизонтальную проекцию точки P_0 и из нее восстанавливают перпендикуляр до пересечения с линией горизонта. На линии горизонта наносят точки F_1 и F_2 на соответственных расстояниях от точки P . На основании картины $O - O$ наносят точки начала прямых $1, 2 \dots 8$, которые наносят также на соответственных расстояниях вправо и влево от точки p . Эти расстояния переносятся с ортогонального чертежа.

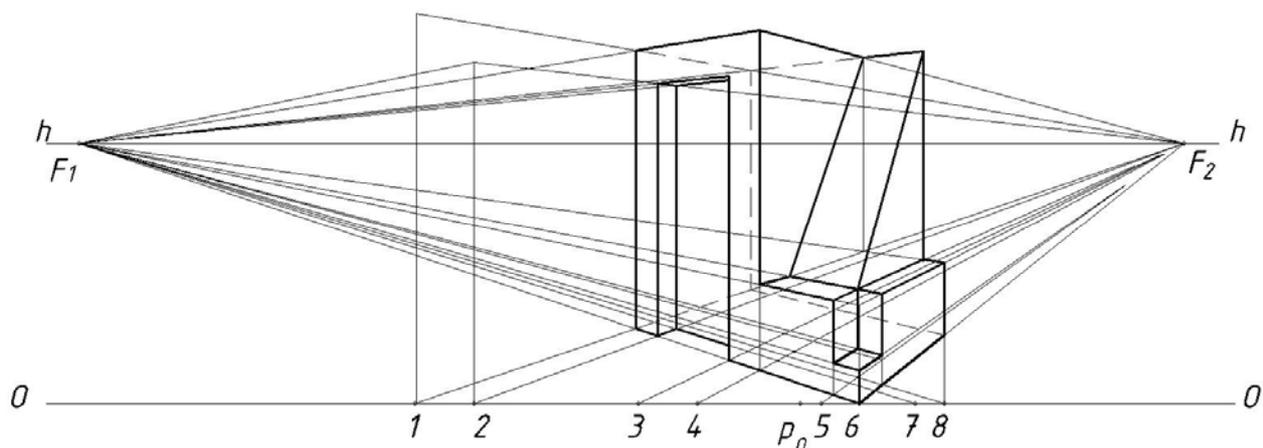


Рис. 2.19 Построение перспективы

Затем точки $1, 2, 3 \dots 6$ соединяют с точкой F_2 , а точки $6, 7, 8$ – с точкой F_1 . Пересечение этих линий дает перспективу плана, также как и в ортогональных проекциях.

После того, как построена перспектива основания объекта, приступают к построению его ребер. Через все угловые точки перспективы основания проводят вертикальные прямые. От точки 6 на вертикальной линии откладывают истинную величину высоты ребра, которую берут с ортогонального чертежа в соответствующем масштабе, так как этот отрезок расположен в плоскости картины. Учитывая направление горизонтальных ребер объекта, через вершину ребра 6 проводят соответствующие линии в точки F_1 и F_2 . Точки их пересечения с вертикальными прямыми определяют высоту некоторых ребер объекта.

Для того, чтобы построить перспективу ребра, основанием которого является точка пересечения линии $1 - F_2$ и $6 - F_1$, его по прямой $1 - F_2$ как бы выводят на картинную плоскость, т.е. высота этого ребра на картинной плоскости проецируется в натуральную величину, значение которой берут с ортогональных проекций и с учетом масштаба откладывают на вертикальной прямой, проведенной через точку 1 . Из вершины построенного отрезка проводят линию в точку F_2 . В пересечении с вертикальными прямыми, проведенными из вершин перспективы плана, получают перспективу искомых ребер. Аналогично определяют высоту перспективных проекций ребер ниши.

Построение опущенного плана

Если высота горизонта мала и перспектива основания заданного объекта оказывается очень сжатой, то в таком случае рекомендуется пользоваться построением так называемого опущенного плана. Перспектива основания заданного объекта строится не на предметной плоскости, а на некоторой вспомогательной горизонтальной плоскости, смещенной к низу от

основания $O - O$ на произвольное расстояние. Прямая $O_1 - O_1$, параллельная линии горизонта, является линией пересечения вспомогательной плоскости с картиной; ее обычно называют опущенным основанием картины. Перспектива основания предмета строится между линией $O - O$ и $O_1 - O_1$. Построение показано на рис. 2.20.

ПОСТРОЕНИЕ ТЕНИ В ПЕРСПЕКТИВЕ

ПОСТРОЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ И ПАДАЮЩИХ ТЕНЕЙ РЕКОМЕНДУЕТСЯ ВЫПОЛНЯТЬ ДЛЯ СЛУЧАЯ, КОГДА СВЕТОВЫЕ ЛУЧИ ПАРАЛЛЕЛЬНЫ ПЛОСКОСТИ КАРТИНЫ. ВТОРИЧНЫЕ ПРОЕКЦИИ ТАКИХ ЛУЧЕЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫ ОСНОВАНИЮ КАРТИНЫ, А ПЕРСПЕКТИВЫ ЛУЧЕЙ ПАРАЛЛЕЛЬНЫ МЕЖДУ СОБОЙ. ДЛЯ УДОБСТВА ПОСТРОЕНИЯ РЕКОМЕНДУЕТСЯ УГОЛ НАКЛОНА ЛУЧЕЙ К ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ ПРИНИМАТЬ РАВНЫМ 45° .

Принцип построения теней в перспективе такой же, как в ортогональных проекциях. На рис. 2.20 дано построение теней в перспективе для данного объекта.

После выполненных построений поверхности объекта отмываются слабым тоном акварели или разведенной туши. Освещенные поверхности отмывают одним слоем, собственные тени – двумя, падающие тени – тремя.

Обводку линий построения перспективы и теней, а также видимые контуры теней следует выполнять тонкими линиями карандашом твердости T без нажима. Обводку линий перспективы объекта следует выполнять линиями толщиной $0,6 \dots 0,8$ мм.

На рис. 2.21 представлены примеры построения теней в перспективе для объектов различной конфигурации.

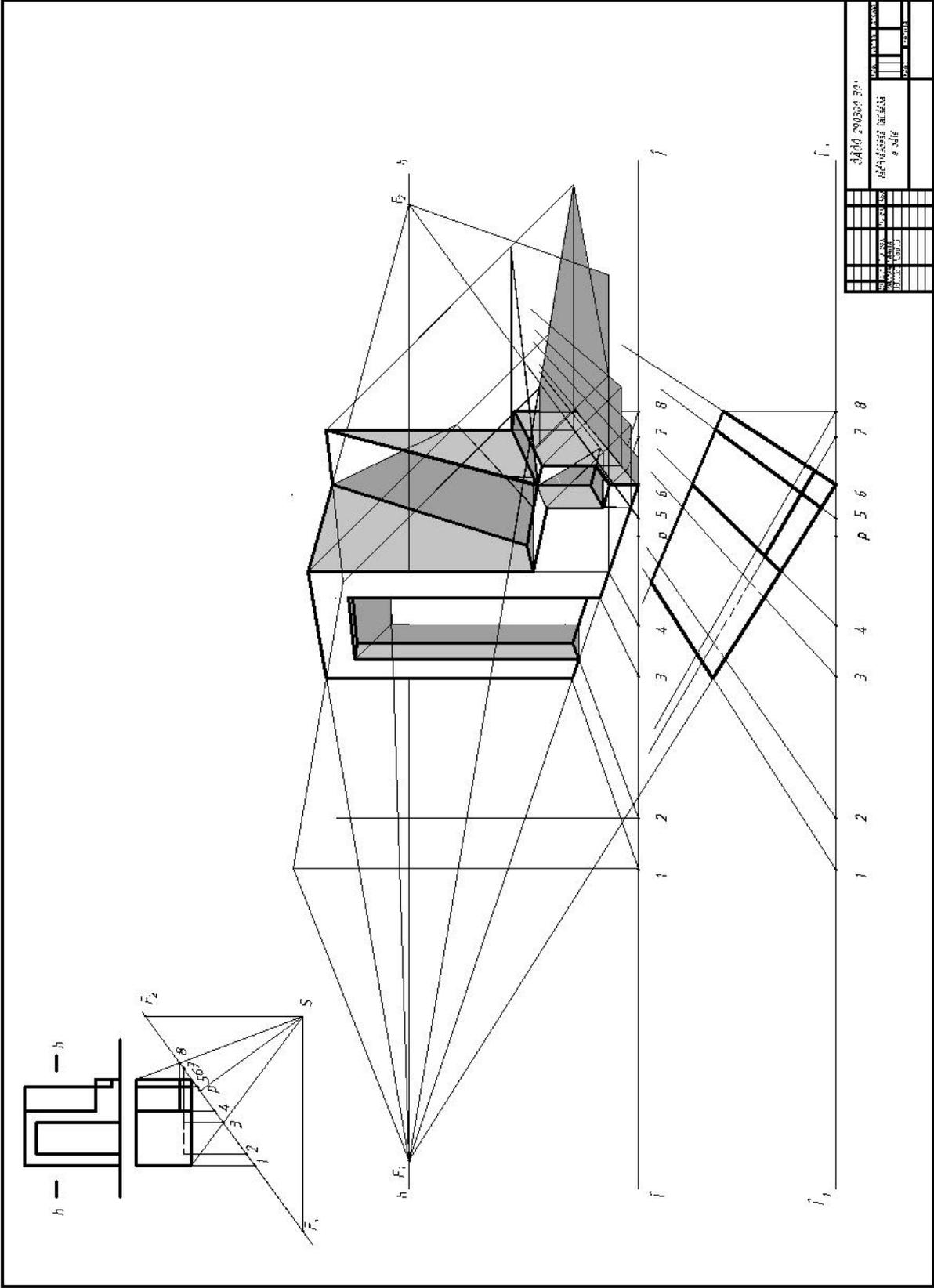


Рис. 2.20 Перспектива объекта и тени

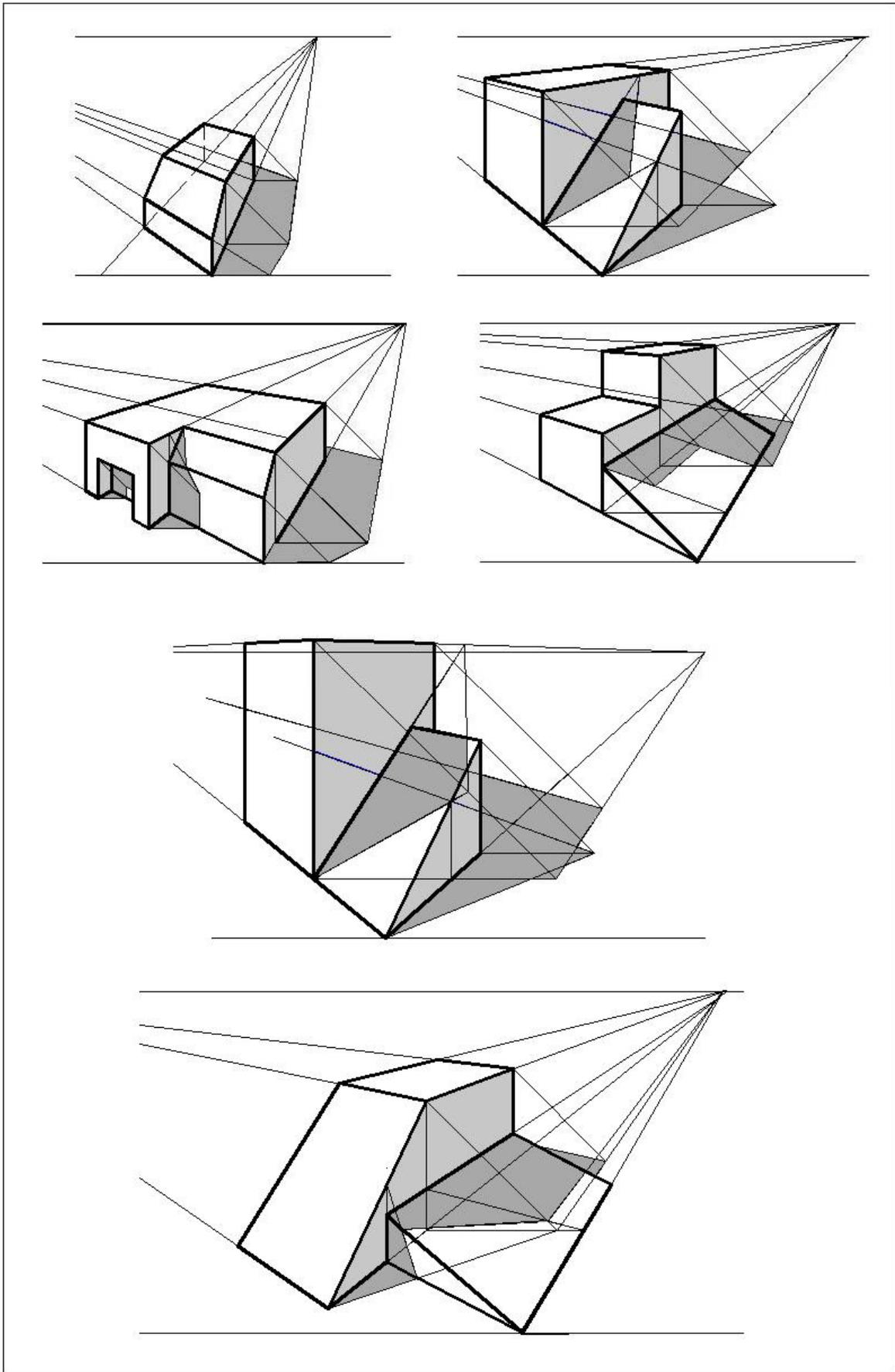


Рис. 2.21 Примеры построения теней в перспективе

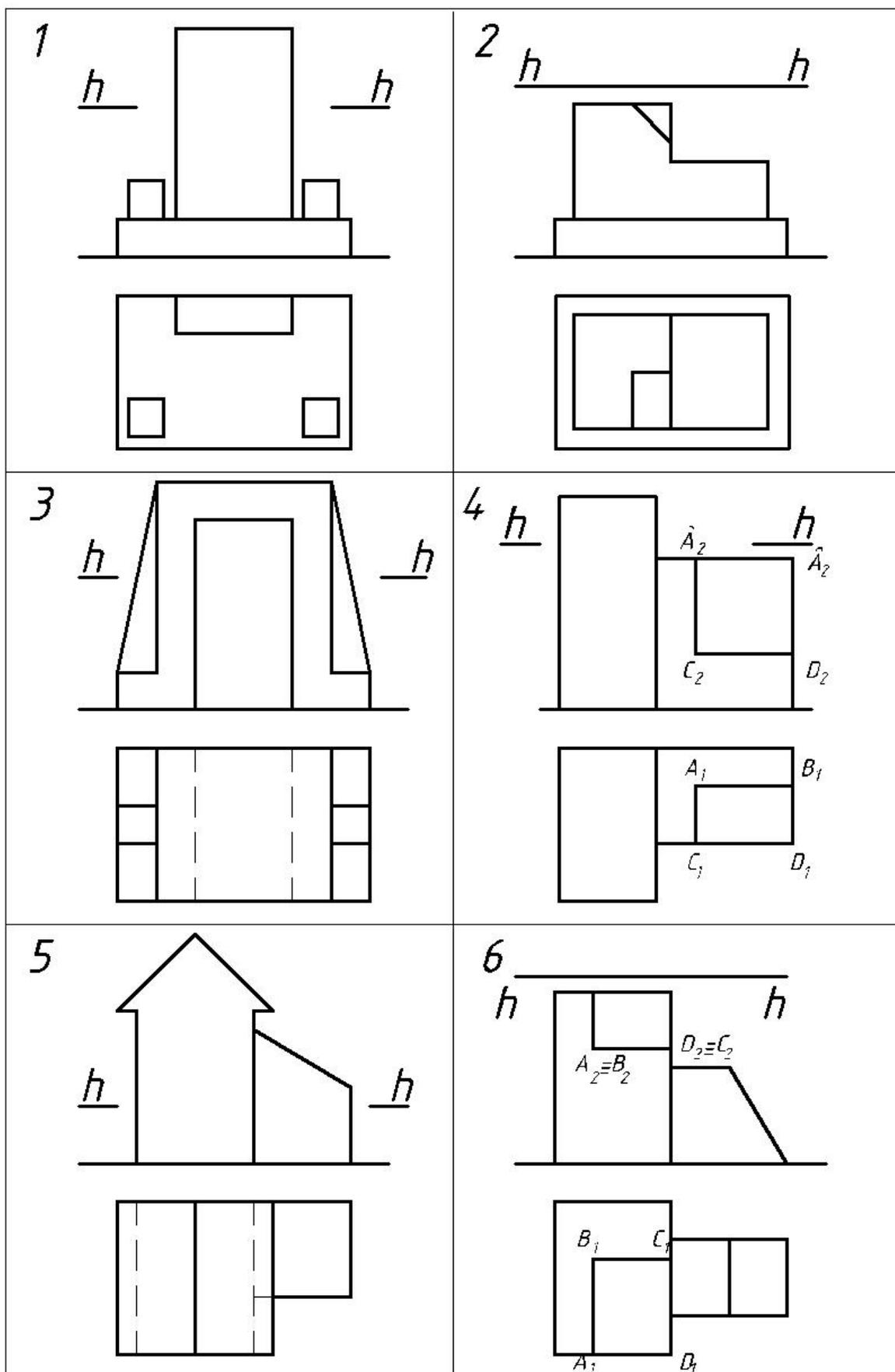


Рис. 2.22 Варианты индивидуальных заданий к ГР № 5

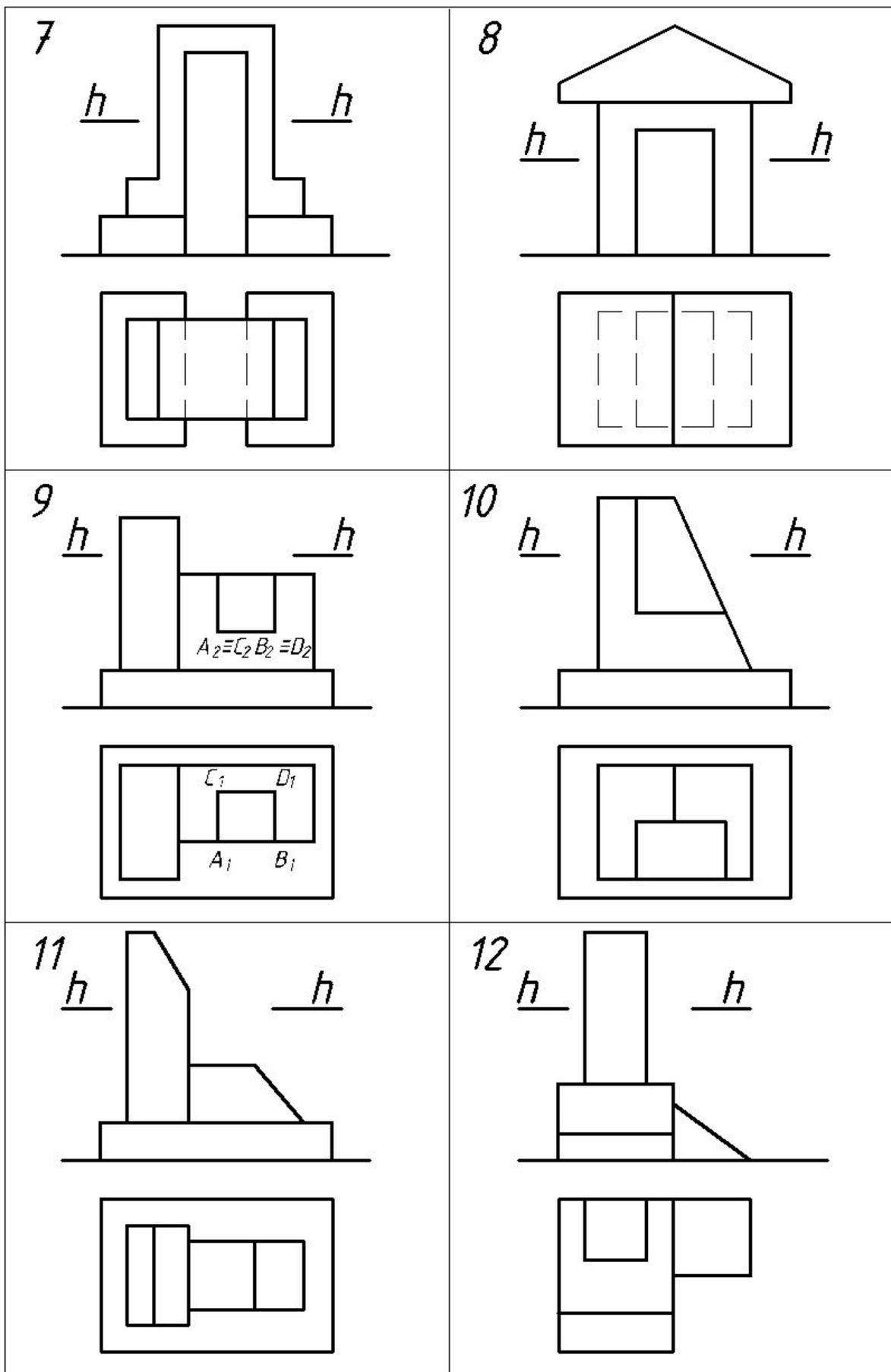


Рис. 2.22 Продолжение

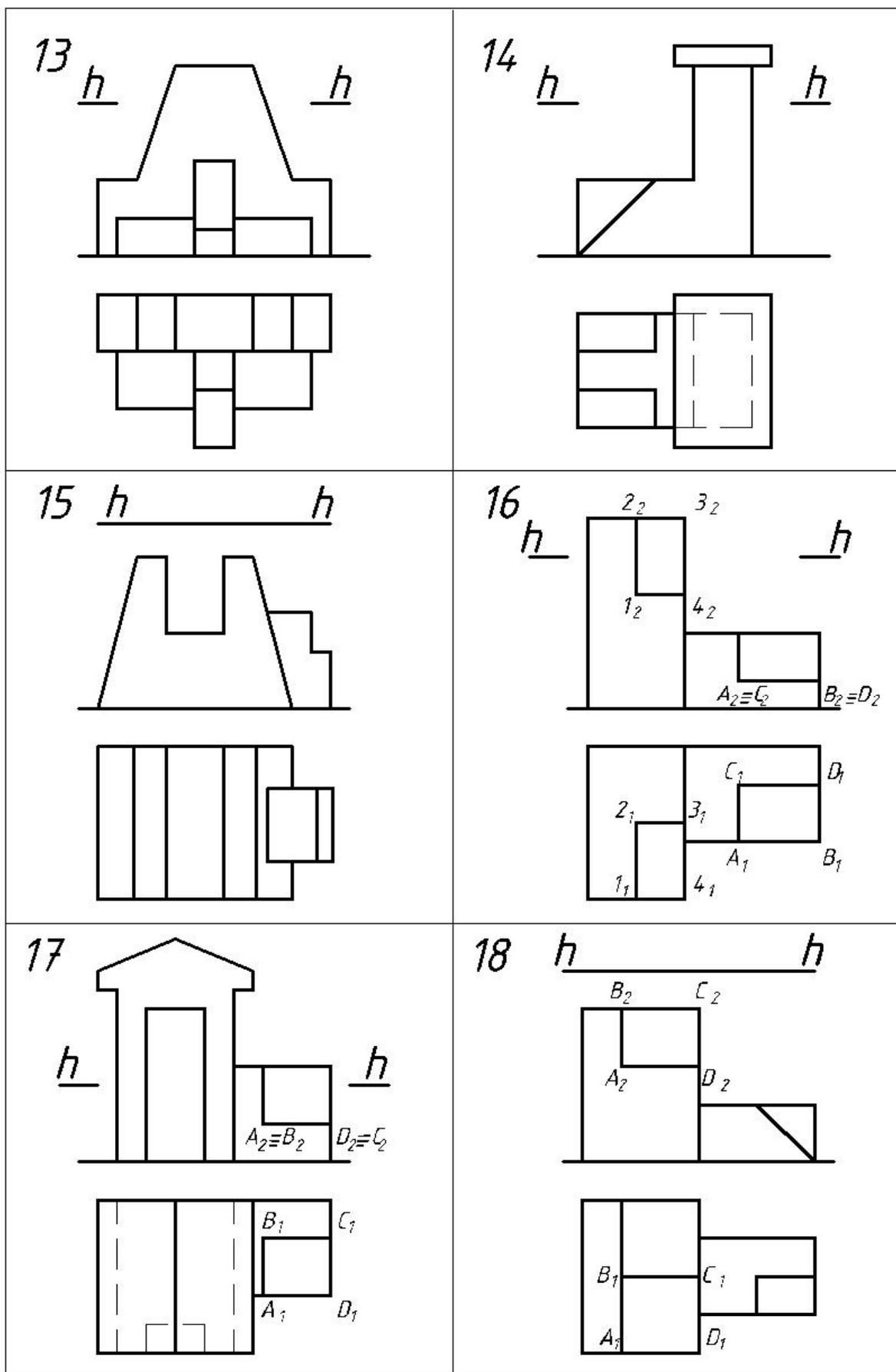


РИС. 2.22 ПРОДОЛЖЕНИЕ

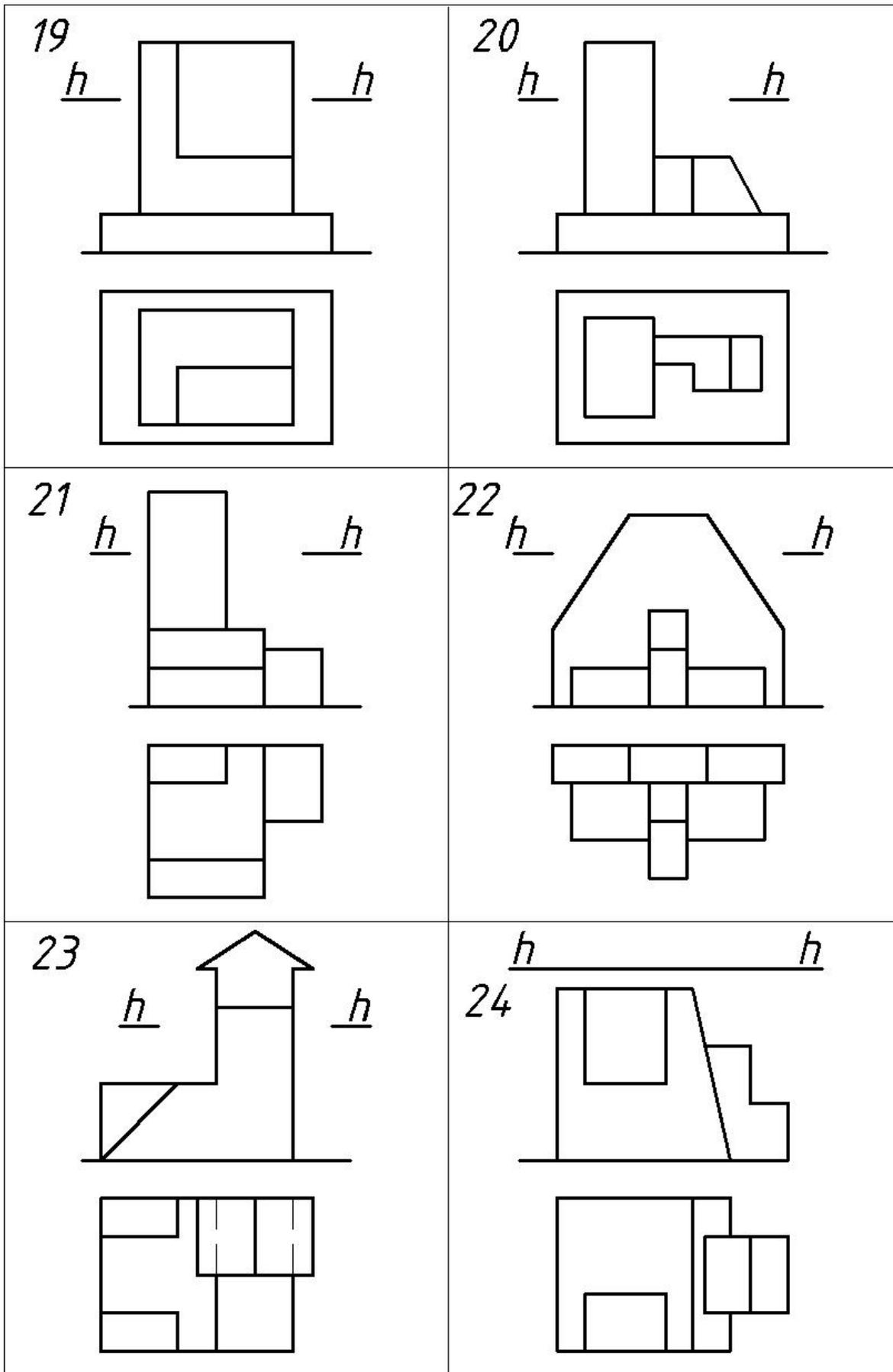


РИС. 2.22 ПРОДОЛЖЕНИЕ

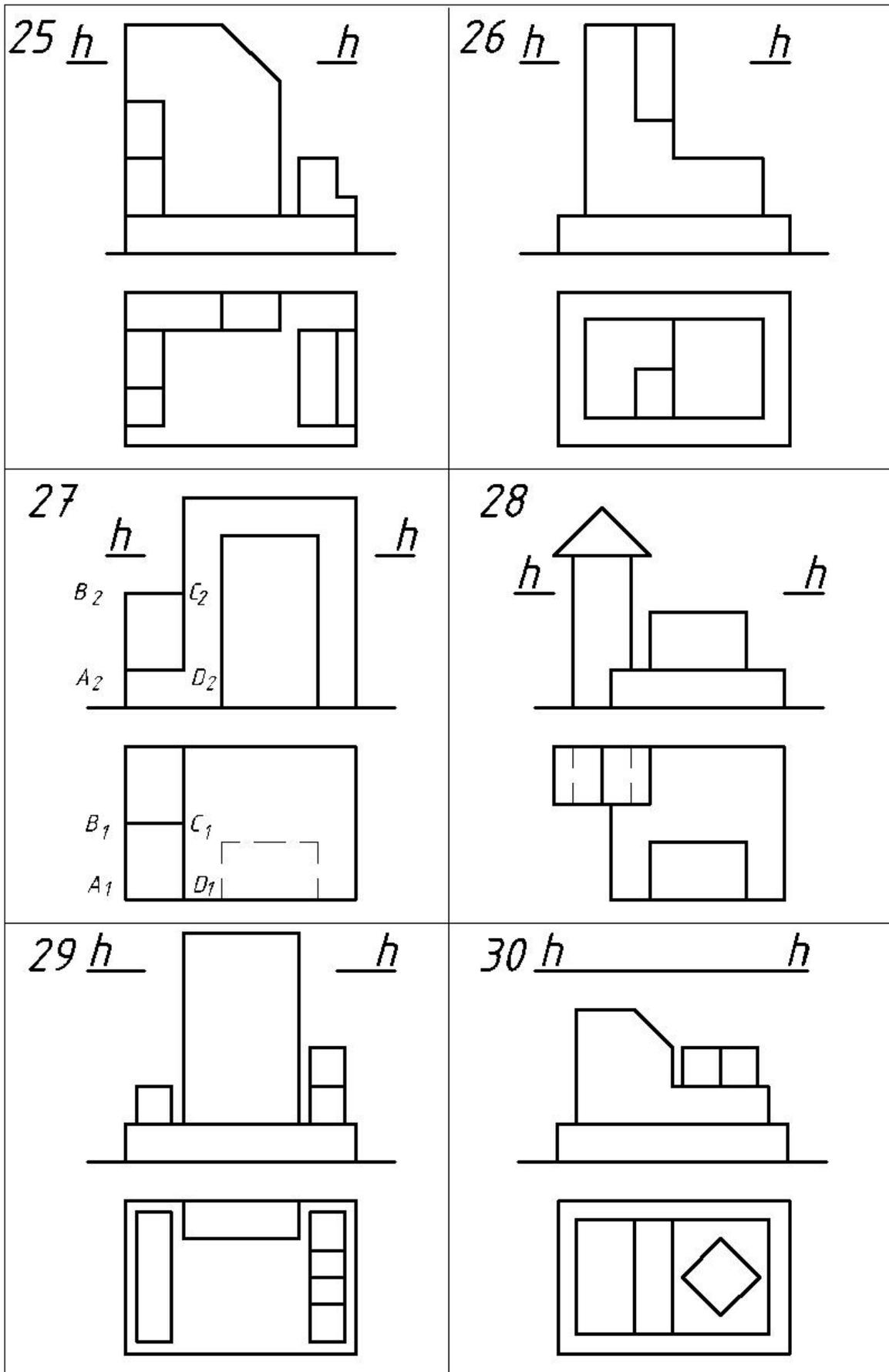


РИС. 2.22 ОКОНЧАНИЕ

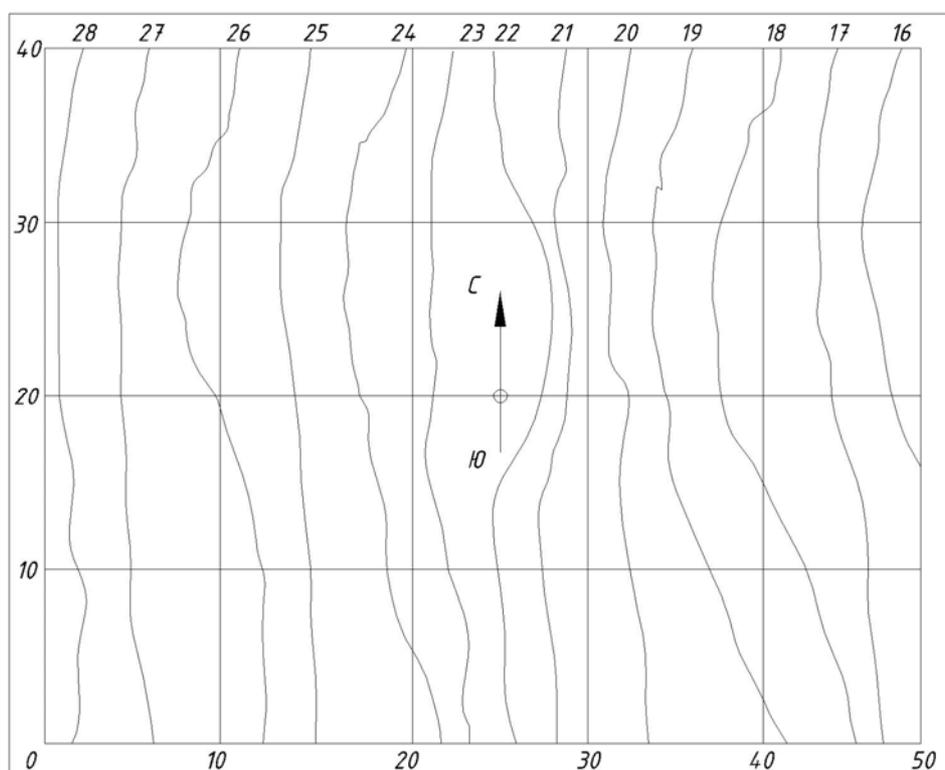
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

(Пример выполнения приведен на рис. 2.24)

Цель работы: закрепление знаний и приобретение навыков по решению задач в разделе начертательной геометрии проекции с числовыми отметками, которые используются в строительном деле для изображения участков земной поверхности с расположенными на них сооружениями сравнительно небольшой высоты (дорог, мостов, плотин, каналов и других гидравлических сооружений)

Задание

На бумаге формата А3 начертить в масштабе 1:200 план земельного участка размером 40×50 м, рельеф которого задан горизонталями (рис. 2.23). Нанести на него в том же масштабе план земельного сооружения так, чтобы центр сооружения O совпал с центром участка O , и ось сооружения была наклонена к меридиану под углом α .

**Рис. 2.23 План земельного**

Тип земельного сооружения и величина угла α определяется номером варианта по табл. 2.3 и рис. 2.25. Топографическую поверхность заключить в рамку, состоящую из двух линий, проведенных на расстоянии 10 мм друг от друга.

ТРЕБУЕТСЯ ОПРЕДЕЛИТЬ:

- 1 Положение линии нулевых работ;
- 2 Границы земляных работ, т.е. построить линии пересечения откосов насыпей и выемок как между собой, так и с топографической поверхностью;

3 Построить профиль земляного сооружения по секущей плоскости А – А.

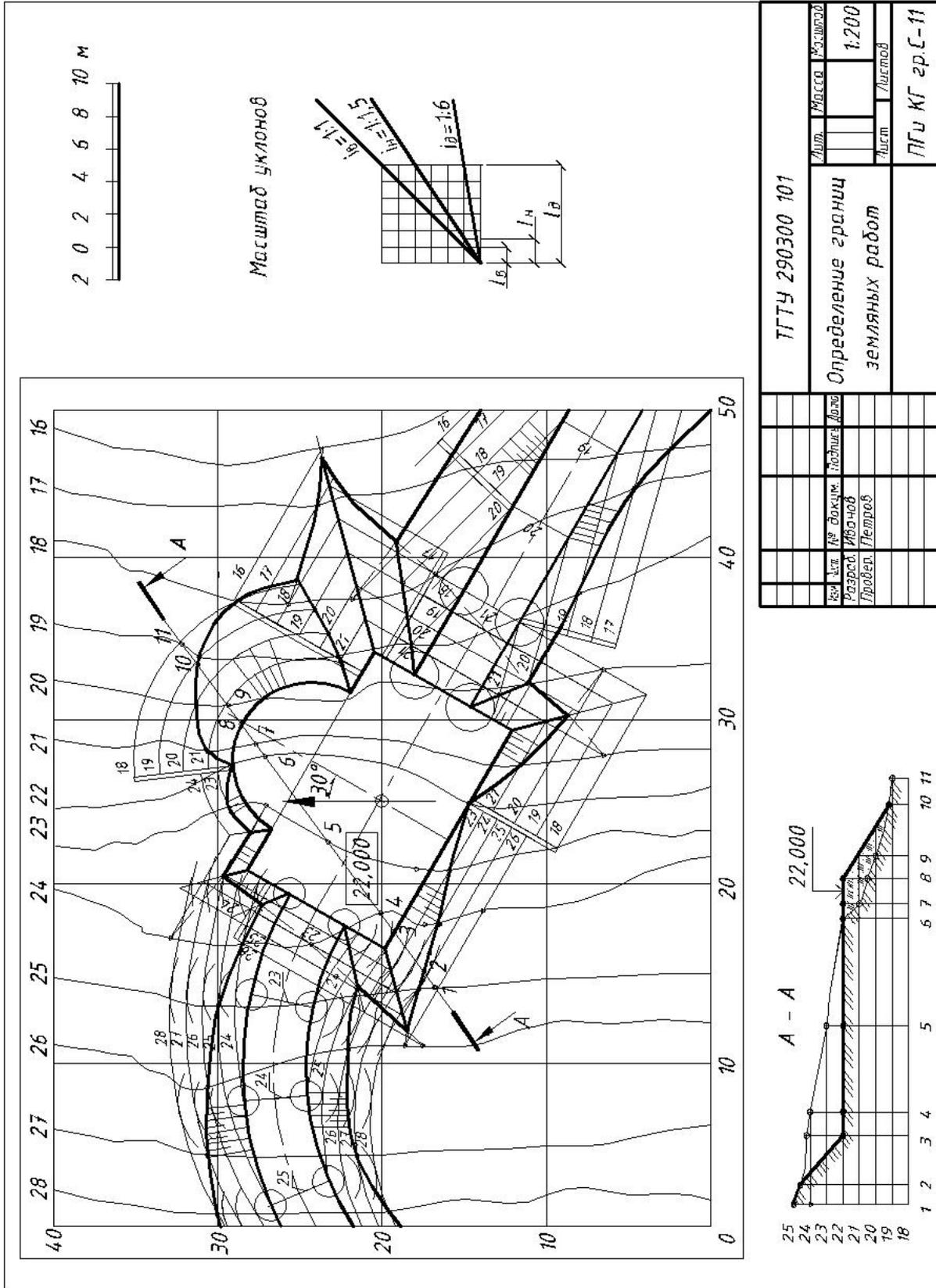


Рис. 2.24 Определение границ земляных

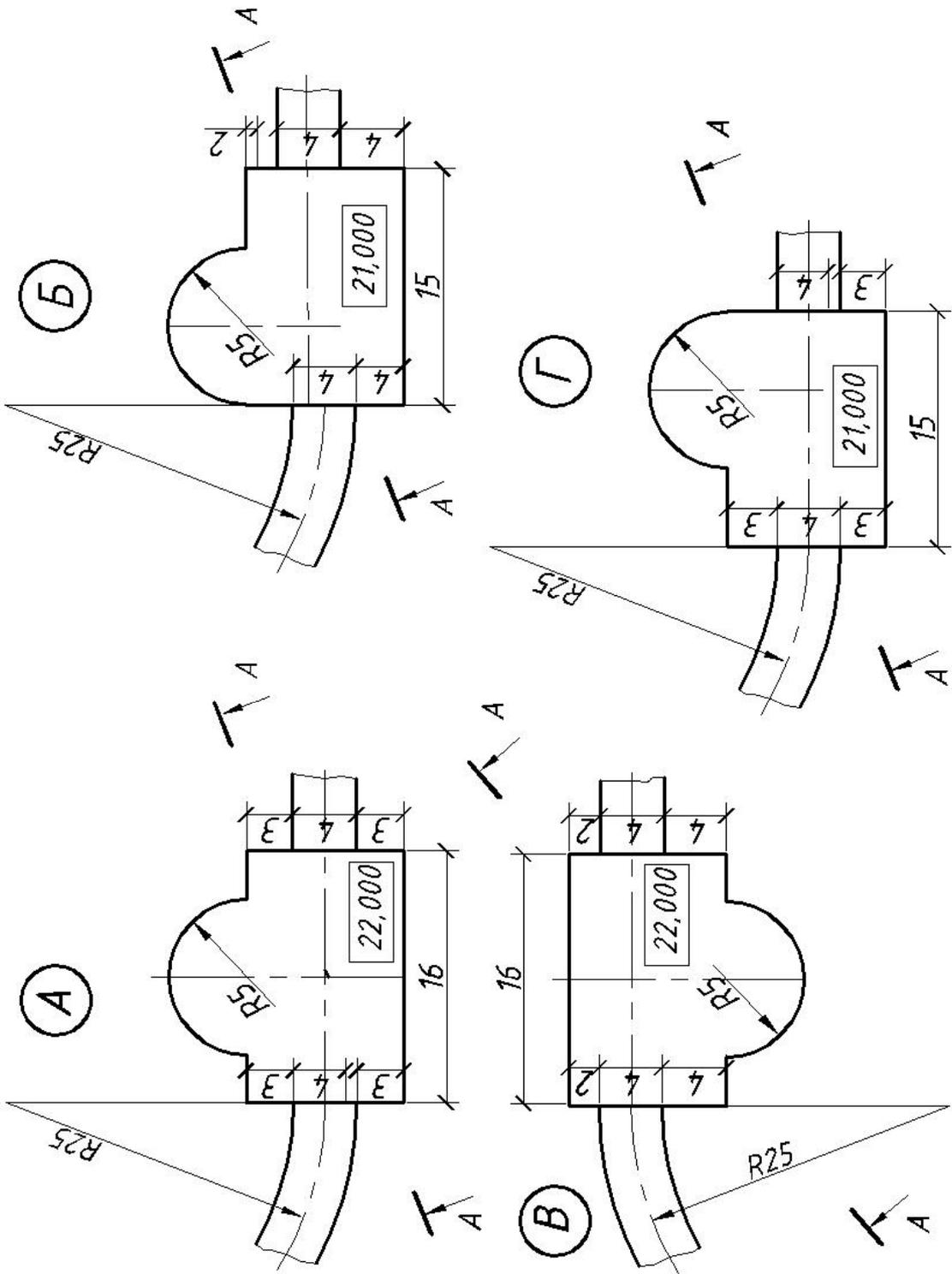


Рис. 2.25 Типы земляного

2.3 Данные к графической работе № 5

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип сооружения	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б
Отклонение оси	СЗ	СЗ	СЗ	СЗ	СВ	СВ	СВ	СВ	ЮЗ	ЮЗ
Угол отклонения	15°	15°	15°	15°	30°	30°	30°	30°	15°	15°
№ варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Тип сооружения	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
Отклонение оси	ЮЗ	ЮЗ	С	С	С	С	СЗ	СЗ	СЗ	СЗ
Угол отклонения	15°	15°	0°	0°	0°	0°	30°	30°	30°	30°
№ варианта	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Тип сооружения	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б
Отклонение оси	ЮВ	ЮВ	ЮВ	ЮВ	СВ	СВ	СВ	СВ	ЮВ	ЮВ
Угол отклонения	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	15°	30°	30°

Порядок выполнения работы

Для выполнения задания рассмотреть примеры в учебнике [6, с. 169 – 175, рис. 441 – 453].

- 1 Вычертить в масштабе 1:200 план земляного сооружения.
 - 2 Построить линейный масштаб и масштаб уклонов.
 - 3 Определить точки нулевых работ на кромке сооружения.
 - 4 В местах нулевых работ построить объединенный масштаб уклона откоса выемки с масштабом уклона откоса насыпи.
 - 5 Выполнить градуирование масштаба уклонов откосов, а также оси дороги.
 - 6 Построить линии пересечения откосов выемок и насыпей земляного сооружения между собой.
 - 7 Построить линии пересечения откосов выемок и насыпей земляного сооружения с топографической поверхностью.
 - 8 Построить профиль земляного сооружения по секущей плоскости $A - A$.
 - 9 Все горизонталы следует обвести тонкими (0,1 мм), но четкими линиями – как горизонталы выемок и насыпей, так и горизонталы топографической поверхности. Контур земляного сооружения и линии пересечения откосов с топографической поверхностью и между собой обводят карандашом линиями толщиной 0,4...0,6 мм. Надписи и цифры выполняются чертежным шрифтом № 3,5 по ГОСТ 2.304–81. Отметки горизонталей топографической поверхности проставляют между рамками, ограничивающими поверхность. Внутренняя рамка должна иметь толщину линий 1 мм, а наружная – 0,5 мм.
 - 10 Для большей наглядности и выразительности чертежа рекомендуется выполнить отмывку. Площадке и полотну дороги придать светло-серый, откосам насыпей и выемок – светло-коричневый, местности – светло-зеленый тон.
 - 11 Перед отмывкой и обводкой чертежа необходимо тщательно проверить правильность графических построений, проконсультироваться у преподавателя.
- Уклон прямой определяется тангенсом угла наклона прямой к плоскости уровня и обозначается i . Заложение отрезка прямой – длина его горизонтальной проекции ($A_1B_1 = L$, см. рис. 2.26). Подъем отрезка – разность числовых отметок его конечных точек (H). Уклон отрезка – отношение его подъема к заложению ($i = H/L$). Интервал прямой l – величина за-

ложения при единичном подъеме $A_1C_1 = 1$. Точка C на прямой выше точки A на 1 м. Градуирование прямой – построение проекций ее точек, имеющих целостное значение.

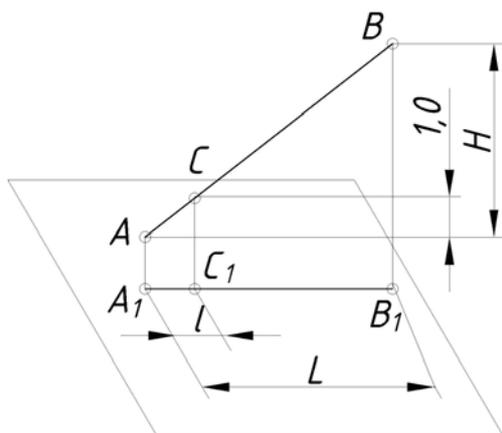


Рис. 2.26 Градуирова-

В проекциях с числовыми отметками плоскость задается масштабом уклона. Масштаб уклона плоскости – проградуированная линия наибольшего ската плоскости (рис. 2 27).

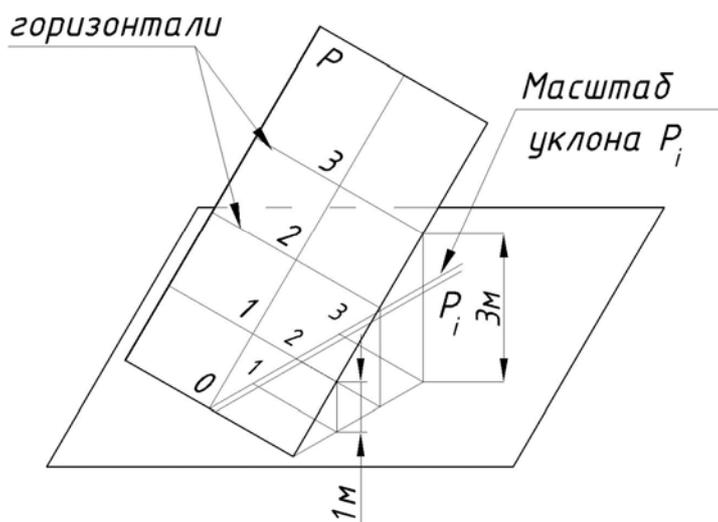


Рис. 2.27 Построение масштаба уклона плоскости

Интервал плоскости – интервал ее линии наибольшего ската (рис. 2.28)

Определим на линейном масштабе отрезок, соответствующий одному метру на местности, учитывая заданное значение масштаба 1 : 200. Подставляя единицу измерения длины, получим 1 см : 200 см. Следовательно, 5 мм соответствуют 1 м на местности.

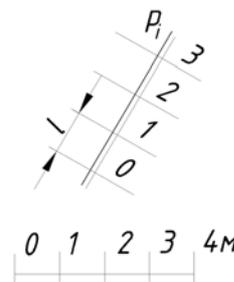


Рис. 2.28 Задание плоскости на чертеже

Приступаем к вычерчиванию сетки плана топографической поверхности, горизонталей топографической поверхности, вычерчиваем контур земляного сооружения – площадку и прилегающие дороги.

Для построения горизонталей нужно определить интервал откоса насыпей l_n , интервал откоса выемки l_b и интервал уклона дороги l_d . Интервал можно определить по формуле $l = 1/i$, где i – уклон.

Уклон откосов выемок 1:1, т.е. $i_b = 1:1$

Уклон откосов насыпей 1:1,5, т.е. $i_n = 1:1,5$

Уклон дорог 1:6, т.е. $i_d = 1:6$

$l_b = 1/i_b = 1:1/1 = 1$

$l_n = 1/i_n = 1:1/1,5 = 1,5$

$l_d = 1/i_d = 1:1/6 = 6$

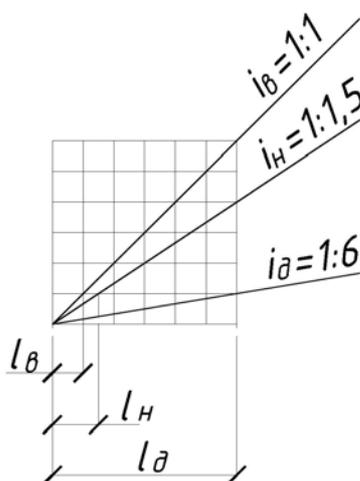


Рис. 2.29 Масштаб уклонов

В правой части чертежа строят угловой масштаб уклонов. Для этого на линейном масштабе строят сетку квадратов, сторона каждого квадрата равна единице длины. Через начальную точку проводят прямую заданного уклона. Например, для построения углового масштаба уклонов насыпи $i_n = 1:1,5$ или $i_n = 2:3$ необходимо отсчитать от начальной точки в горизонтальном направлении 3 единицы (заложение), а в вертикальном направлении 2 единицы (превышение) и полученную точку соединить отрезком прямой линии с начальной точкой. Отрезок прямой отсекает на горизонталях масштаба расстояния, кратные длине интервала l_n . Также строят прямую уклона выемки l_b и дороги l_d (рис. 2.29).

Точки нулевых работ A и E на кромке строительной площадки можно определить отыскиванием мест пересечения горизонталей поверхности земли с кромкой площадки, имеющими одинаковые числовые отметки. В точках (пересечения горизонталей топографической поверхности с площадкой) проводят линии наибольшего ската. Градуируют их, откладывая полученные значения интервалов: для выемок – слева линии наибольшего ската; для насыпи – справа. Градуирование можно проделать на каждой стороне площадки и через полученные точки провести горизонтали параллельно кромкам площадки. На масштабе уклонов выемки откладываем интервалы $l_b = 1:1 = 5$ мм и проводим горизонтали параллельно кромкам площадки AB , BC и CD . Для изображения тел с кривыми поверхностями наносят горизонтали, представляющие собой линии пересечения поверхности данного тела плоскостями параллельными горизонтальной плоскости. Так прямой круговой конус будет проецироваться на горизонтальной плоскости в виде concentric окружностей – горизонталей с центром в точке проекции оси вращения конуса. Расстояние между проекциями горизонталей определяют интервалы образующей данной конической поверхности.

Построение плана откоса выемки на горизонтальном криволинейном участке кромки ничем не отличается от предыдущего примера, разница состоит в том, что поверхность отко-

са, идущая вверх от части окружности, представляет коническую поверхность, уклон которой равен $i_b = 1:1$. Проекции горизонталей поверхности откоса представляют равноудаленные друг от друга линии – концентрические окружности, расстояние между которыми равно интервалу.

Определим линию пересечения откосов выемки BK , которая делит угол ABC пополам (рис. 2.30). Аналогично строят линию пересечения откосов выемки CL , которая делит угол BCD пополам. Линия пересечения откосов DM – кривая линия, так как коническая поверхность EDM пересекается плоскостью $CDML$.

Строят горизонталю на правой части строительной площадки. Здесь интервал будет соответствовать интервалу насыпи $l_n = 7,5$ мм. Получаем линии пересечения откосов насыпи FN , GP , HR . Причем, FN – кривая линия, так как коническая поверхность EFN сечется плоскостью $FGPN$.

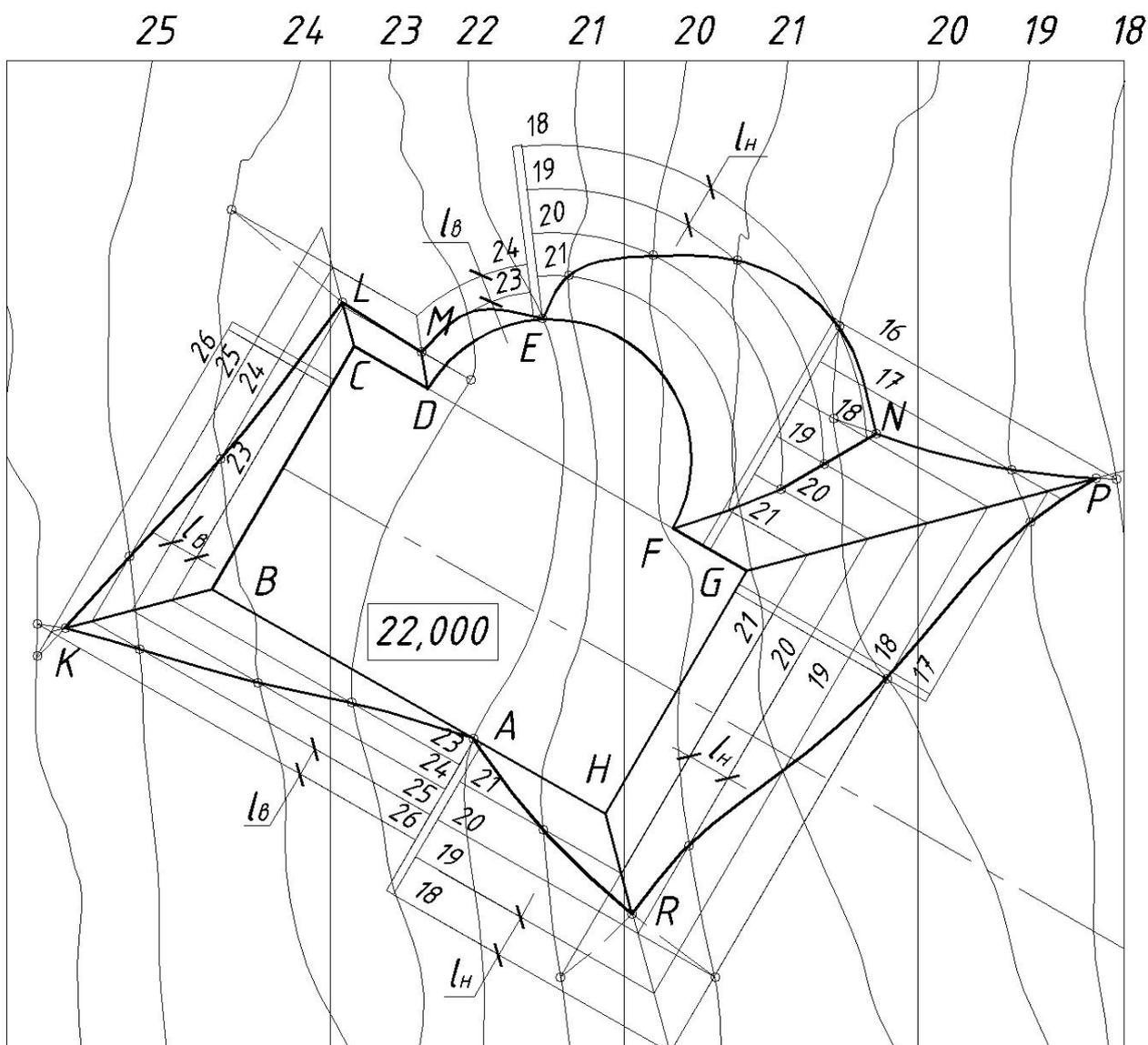


Рис. 2.30 Границы откосов вокруг площадки

Так как топографическая поверхность в проекциях с числовыми отметками изображается с помощью горизонталей, то линию пересечения поверхностей откосов выемок и насыпей – AK , KM , ML и т.д., строят, соединив точки пересечения однозначных горизонталей откосов и поверхности земли.

Рассмотрим построение плана откосов насыпи на прямолинейном наклонном участке дороги (рис. 2.31).

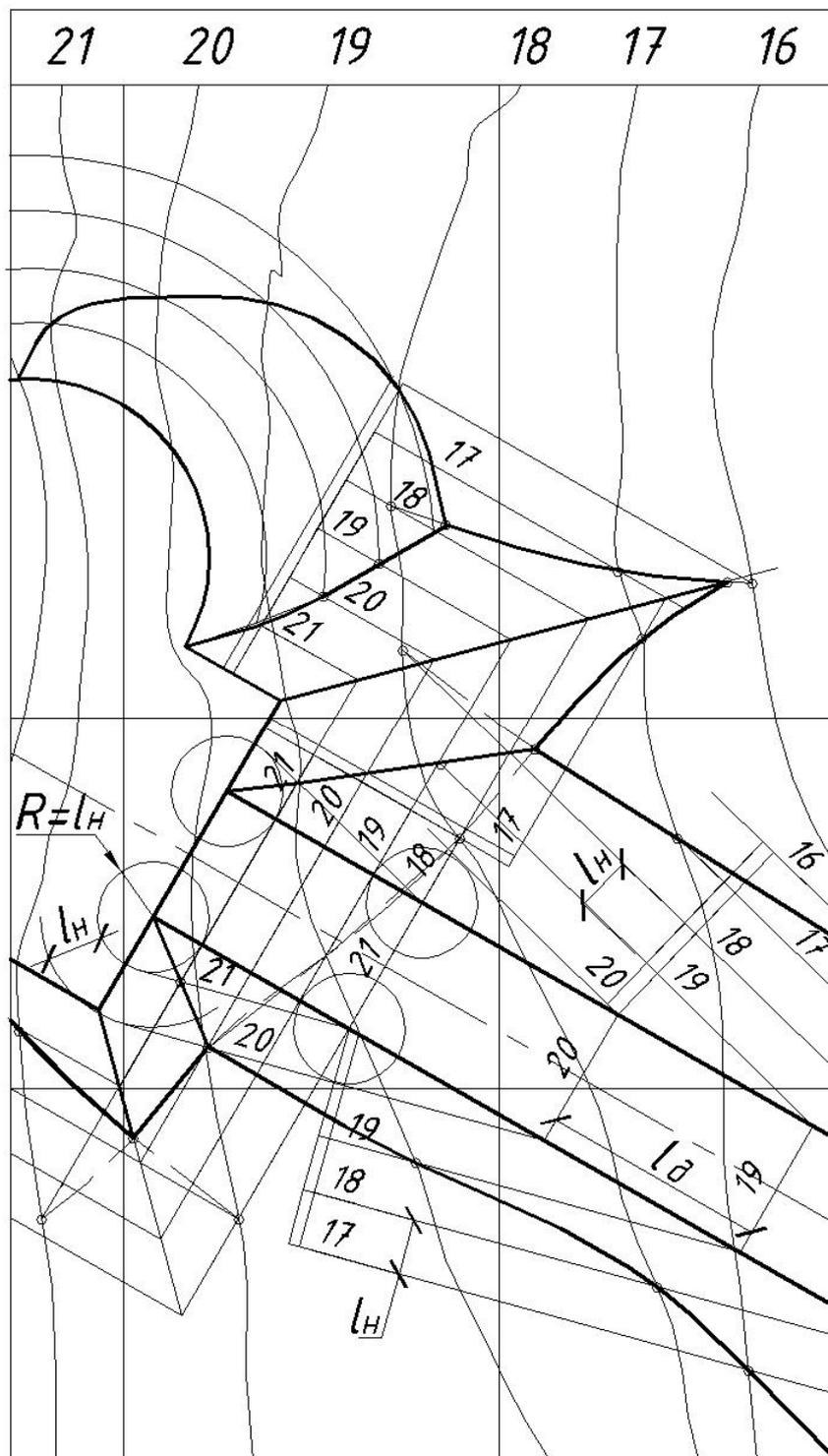


Рис. 2.31 План откосов насыпи на прямолинейном участке дороги

Кромки откосов насыпей, расположенные вдоль дороги, не горизонтальны, поэтому горизонталь откоса не параллельна ей. Так как откос насыпи представляет плоскость, имеющую интервал $l_n = 7,5$ мм, то горизонталь 20 пересекающая кромку дороги в точке с отметкой 20, расположена на расстоянии одного интервала от точки с отметкой 21, а от точки 22 – на расстоянии двух интервалов. Проекция горизонтали 20 коснется окружности, проведенной из точки на кромке дороги с отметкой 21 радиусом $R = l_n = 7,5$ мм, а также коснется окружности, проведенной из точки с отметкой 22 радиусом $R = 2l_n = 15$ мм. Проведя одну горизонталь, например, с отметкой 20, перпендикулярно ей проводим масштаб уклонов и откладываем на нем интервалы $l_n = 7,5$ мм. Затем проводим остальные горизонталь откоса насыпи. Линии пересечения откосов насыпей вдоль дороги с откосами вдоль кромки площадки, так же как с поверхностью земли, строят аналогично ранее построенным на других участках земляных работ.

Рассмотрим построение плана откосов на криволинейном наклонном участке дороги.
(рис. 2.32).

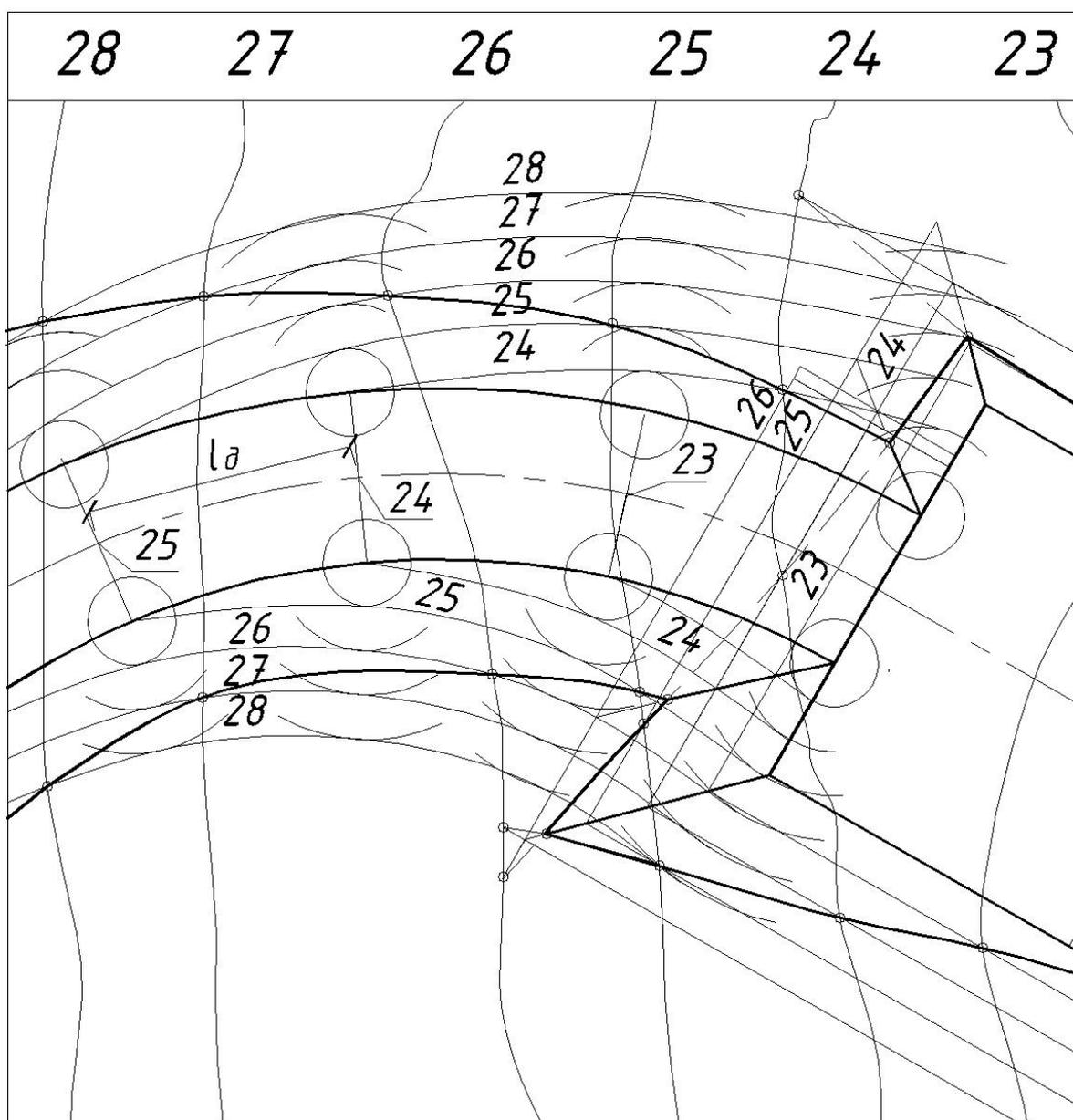


Рис. 2.32 План откосов насыпи на криволинейном участке дороги

На криволинейном участке дороги ее полотно градуируют по оси, откладывая интервал $l_d = 6$ м. Получаем точки 23, 24, 25, через которые радиально проводят горизонтали дороги. Откосы выемок в данном случае являются поверхностями одинакового ската, которые представляют собой огибающую семейства прямых круговых конусов, вершины которых расположены на некоторой пространственной кривой, а ось каждого конуса вертикальна. Огибающая такого семейства конусов представляет собой линейчатую поверхность, у которой все образующие составляют с горизонтальной плоскостью одинаковые углы, равные углу наклона образующих конуса к горизонтальной плоскости. Расстояния между проекциями соседних горизонталей одинаковы и равны интервалу откоса выемки $l_b = 5$ м. Для построения плана горизонталей из точек с числовыми отметками 23, 24, 25, расположенными на кромке дороги, проводят окружности радиусом соответственно $R = l_b = 5$ м, $R = 2l_b = 10$ м и т.д. Теперь, к примеру, горизонталь 25 начинают чертить из точки 25 на кромке дороги таким образом, чтобы она представляла плавную кривую, касающуюся проведенных окружностей-горизонталей с однозначными числовыми отметками. Аналогично чертят другие горизонтали откоса выемки. Построение этой плавной кривой представлено на рис. 2.33. Прежде, чем решить задачу по ее проведению, нужно уяснить, что поверхность одинакового ската – это поверхность, все прямолинейные образующей которой составляют с некоторой плоскостью одинаковый угол. Если эту поверхность, ребром возврата которой служит цилиндрическая винтовая линия, пересечь плоскостью, перпендикулярной к оси цилиндра (горизонтальной плоскостью), то в сечении получим эвольвенту, эволютой которой является окружность цилиндра – ортогональная проекция ребра возврата на ту же плоскость. В нашем примере горизонталь 25 (плавная кривая) – эвольвента. Эволютой является окружность, проведенная из центра w радиусом R_0

$$R_0 = (R + L / 2) i_d / i_o,$$

где R – радиус оси дороги; L – ширина дороги; i_d – уклон дороги; i_o – уклон откоса (в нашем примере – выемки).

Таким образом, величина R_0 определяется в общем случае тремя независимыми параметрами: радиусом дороги (R_H и R_B); уклоном дороги i_d ; уклоном откоса i_o , причем

$$R_H = R + L/2 = 25 + 4/2 = 27 – \text{радиус внешней кромки дороги};$$

$$R_B = R - L/2 = 25 - 4/2 = 23 – \text{радиус внутренней кромки дороги}.$$

При значительной величине R и малой ширине дороги принимается $R_H = R_B = R$.

Подставляем значения величины нашего примера в формулу:

$$R_0^H = R_H i_d / i_b = 27 \cdot 1:6/1:1 = 4,5 \text{ м}$$

$$R_0^B = R_B i_d / i_b = 23 \cdot 1:6/1:1 = 3,84 \text{ м},$$

где R_0^H , R_0^B – радиусы эволют для наружной и внутренней кромок дороги. На чертеже радиусами R_0^H и R_0^B опишем окружности из центра w с учетом масштаба чертежа. Положение центра w дано на рис. 2.33.

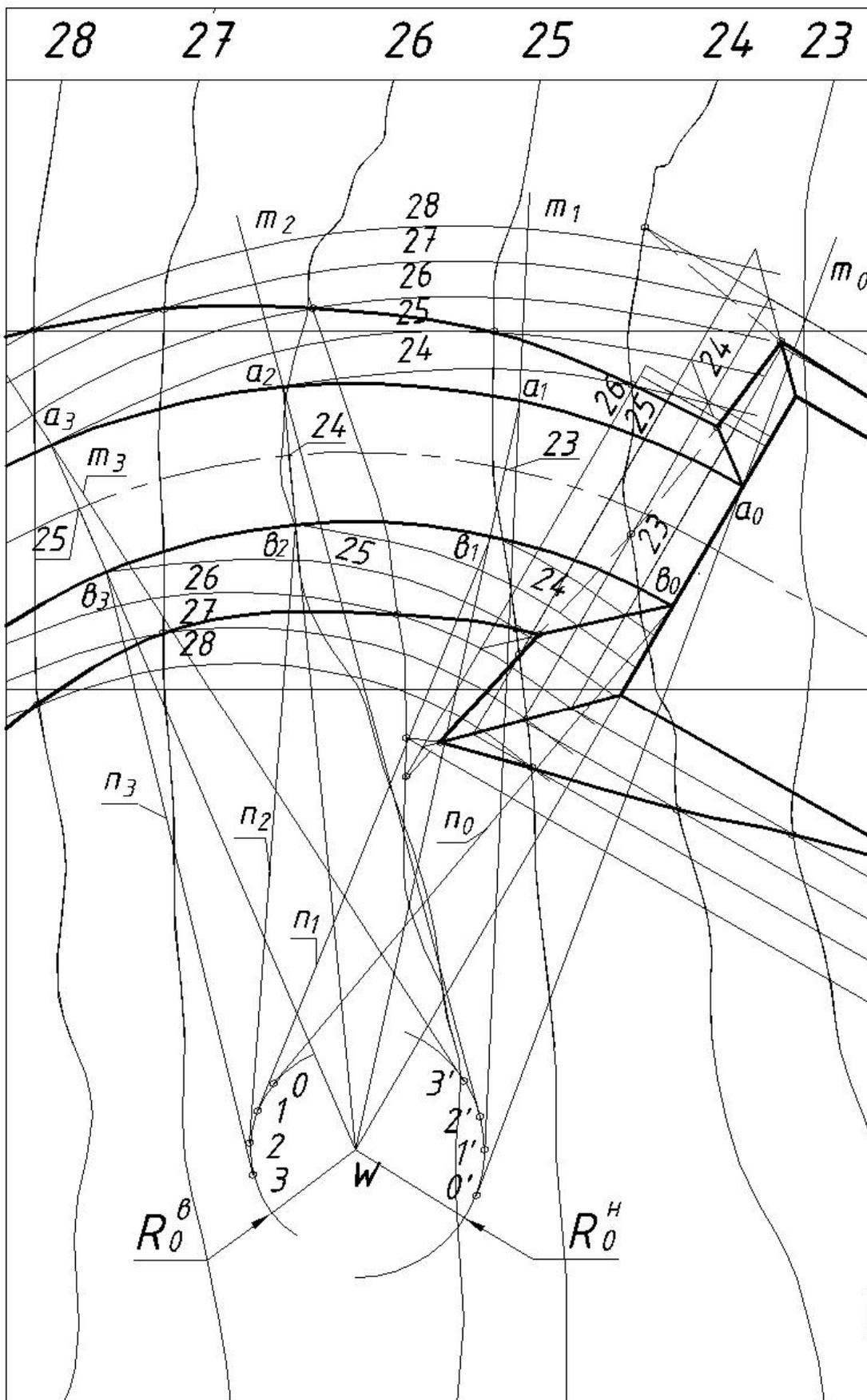


Рис. 2.33 Построение горизонталей откосов выемок на криволинейном участке дороги

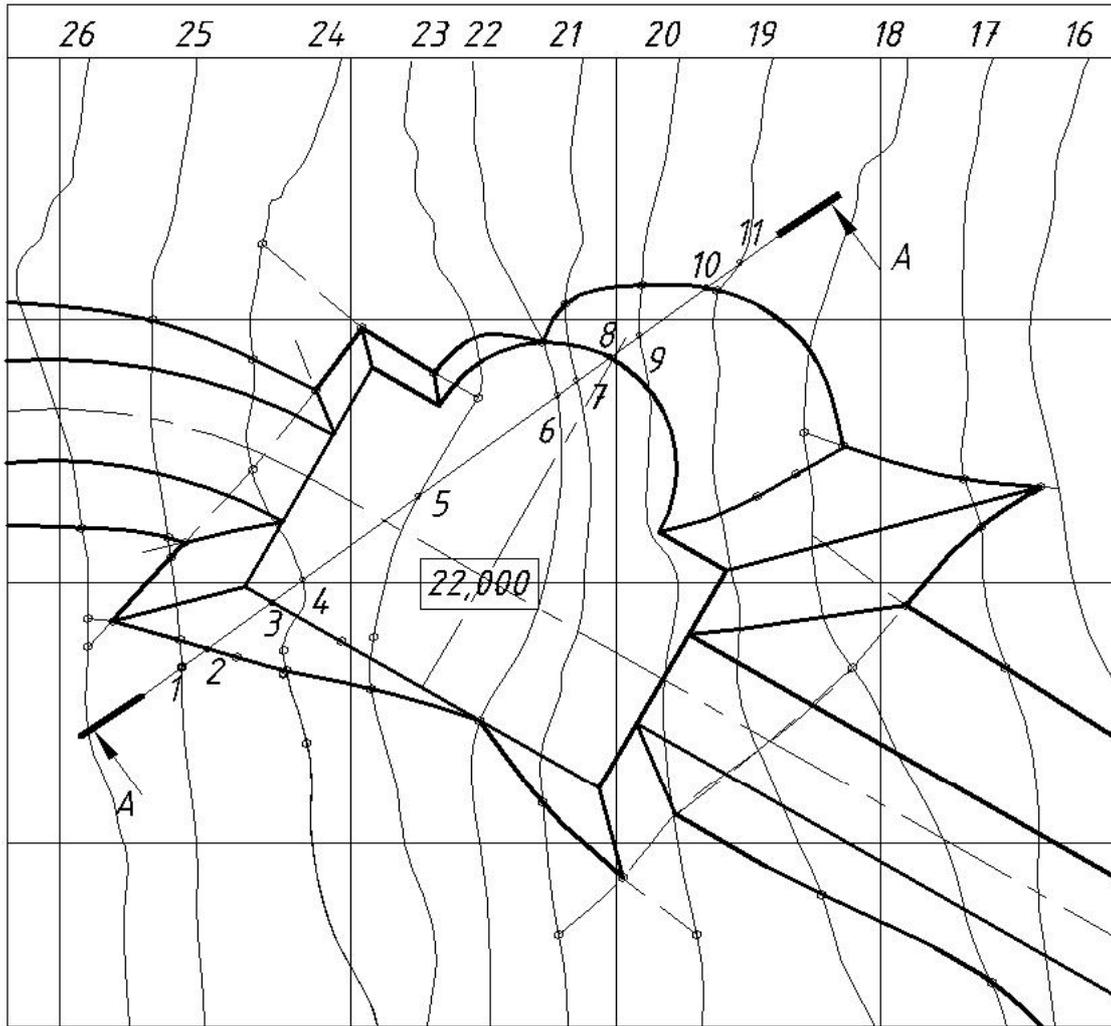
Теперь проведем касательные прямые из точек $a_3 \dots a_0$ к соответствующим точкам большей эволюты, а из $b_3 \dots b_0$ – к меньшей. Касательные прямые $m_3 \dots m_0$ и $n_3 \dots n_0$ являются линиями наибольшего ската на откосах выемки, а точки касания $0, 1, 2, 3$ и $0', 1', 2', 3'$ – центрами, воспользовавшись которыми, начертим горизонтали. Для этого ставим циркуль в точку касания $3'$ и радиусом $3' - a_3$ чертим дугу до следующей линии наибольшего ската m_2 . Переставляем циркуль в точку касания $2'$, увеличиваем раствор циркуля до ранее начерченной дуги и продолжаем чертить ее до линии ската m_1 и т.д. Для большей точности графической работы точки $0', 1', 2', 3'$ определяем засечками циркуля. Для этого после определения точки касания $3'$, берем раствором циркуля размер $3' - a_3$ ($3 - b_3$), ставим циркуль в точку a_2 (b_2) и на соответствующей эволюте делаем засечку – это будет точка $2'$ (2), из точки a_1 (b_1) делаем засечку тем же раствором циркуля и получаем точку $1'$ (1) и т.д. Расстояния между точками $3'-2', 2'-1', 1'-0', 3-2, 2-1, 1-0$ равны интервалу l_b . Горизонталы откоса выемки с отметками $23, 24, 25 \dots$, таким образом, выполняются циркулем с достаточной графической точностью. Следует считать этот способ приближенным, так как эвольвента – лекальная кривая.

После выполнения всех построений на плане, контурными линиями оформляют кромки дороги и строительной площадки, а также линии пересечения откосов с поверхностью земли и откосов между собой.

Построение профиля земляного сооружения

Профилем называется сечение топографической поверхности вертикальной плоскостью, след которой показывают на плане согласно ГОСТ 2.307–68. На профиле видно, где и на сколько надо насыпать или снять грунт. Профилями пользуются при подсчете объема земляных работ и для определения границ земляных работ. Построение профиля $A - A$ сводится к построению вертикальной проекции сечения. Для этого на выбранном месте строят сетку: горизонтальные линии обозначают горизонтальные плоскости, расположенные через 1 м (в масштабе – 5 мм), вертикальные линии проводят в местах характерных точек линии $A - A$ и расстояния между ними снимаются с плана чертежа (рис. 2.34).

Откосы искусственных сооружений обозначаются условной штриховкой в направлении линии ската и состоящей из попеременно проведенных коротких и длинных штрихов. Штрихи начинаются у верхней кромки откоса и в зависимости от сложности и величины чертежа проводятся по всей верхней кромке или только в свободных от различных обозначений местах чертежа. По расположению и направлению штрихов можно судить о направлении спуска плоскости откоса (рис. 2.34).



A - A

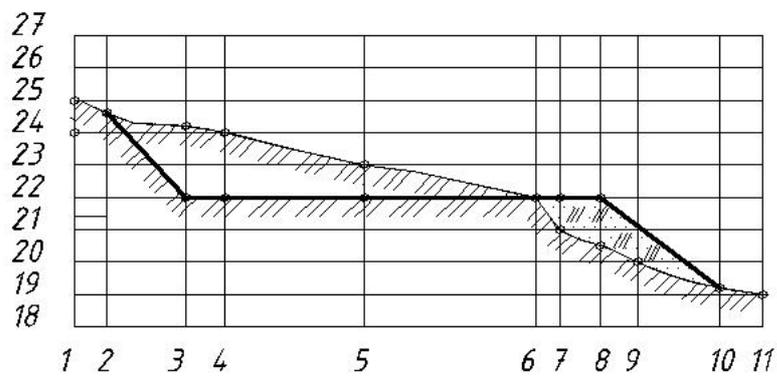


Рис. 2.34 Построение профиля земляного сооружения

3 ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНАМ

- 1 Методы проецирования.
- 2 Проецирование точки и прямой на две и три плоскости проекций.
- 3 Прямые общего и частного положения.
- 4 Взаимное положение прямых в пространстве. Метод конкурирующих точек.
- 5 Определение натуральной величины отрезка прямой общего положения и углов его наклона к плоскости проекций.
- 6 Деление отрезка прямой в данном отношении.
- 7 Проецирование прямого угла.
- 8 Следы прямой.
- 9 Задание плоскости на чертеже.
- 10 Плоскости общего и частного положения.
- 11 Принадлежность точки и прямой плоскости.
- 12 Главные линии плоскости.
- 13 Общий прием построения точки пересечения прямой линии с плоскостью.
- 14 Признак параллельности и перпендикулярности прямой и плоскости.
- 15 Признак параллельности и перпендикулярности двух плоскостей.
- 16 Построение линии пересечения двух плоскостей. Определение видимости.
- 17 Сущность способов преобразования чертежа вращением и заменой плоскостей проекций.
- 18 Способ вращения и его разновидности. Вращение вокруг проецирующей оси.
- 19 Способ вращения вокруг линии уровня и следа плоскости. Способ плоско-параллельного перемещения.
- 20 Плоские и пространственные кривые линии.
- 21 Поверхности. Многогранные поверхности.
- 22 Способ граней. Развертывание многогранных поверхностей способом нормального сечения.
- 23 Способ ребер. Развертывание многогранных поверхностей способом триангуляции.
- 24 Кривые поверхности (поверхности линейчатые развертываемые и неразвертываемые, поверхности нелинейчатые, поверхности вращения).
- 25 Пересечение кривых поверхностей прямой линией и плоскостью.
- 26 Взаимное пересечение кривых поверхностей. Метод вспомогательных секущих плоскостей.
- 27 Метод концентрических сфер для построения линии пересечения двух поверхностей вращения.
- 28 Развертывание кривых поверхностей.
- 29 Тени. Выбор направления светового луча при построении теней в ортогональных проекциях. Понятия о собственных и падающих тенях.
- 30 Тени от точки, прямой и плоскости.

- 31 Методы построения теней. Метод лучевых сечений.
- 32 Методы построения теней. Метод обратного луча.
- 33 Перспектива. Геометрические основы линейчатой перспективы.
- 34 Перспектива точки, прямой и плоскости.
- 35 Выбор проведения основания картинной плоскости, угла зрения и высоты горизонта.
- 36 Методы построения перспективных изображений.
- 37 Построение перспективных изображений методом архитекторов.
- 38 Построение теней в перспективе.
- 39 Проекция с числовыми отметками. Сущность метода.
- 40 Проекция точек и прямых в числовых отметках.
- 41 Взаимное положение прямых в проекциях с числовыми отметками.
- 42 Плоскость в проекциях с числовыми отметками. Взаимное положение плоскостей.
- 43 Поверхности в проекциях с числовыми отметками.
- 44 Топографическая поверхность в проекциях с числовыми отметками.
- 45 Взаимное пересечение поверхностей в проекциях с числовыми отметками.
- 46 Аксонометрические проекции. Сущность метода. Теорема Польке.
- 47 Виды аксонометрических проекций. Прямоугольная диметрия.
- 48 Виды аксонометрических проекций. Прямоугольная изометрия.
- 49 Построение наглядных изображений в прямоугольной изометрии и диметрии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Гордон В.О., Семенцов-Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии. 23-е изд., перераб. М.: Наука, 1988. 272 с.
- 2 Левицкий В.С. Машиностроительное черчение. М.: Высшая школа, 1994. 383 с.
- 3 Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. М.: Высшая школа, 1994. 671 с.
- 4 Будасов Б.В., Каминский В.П. Строительное черчение. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1990. 464 с.
- 5 Чекмарев А.А. Инженерная графика. М.: Высшая школа, 1998. 365 с.
- 6 Кузнецов Н.С. Начертательная геометрия. М.: Высшая школа, 1981. 262 с.
- 7 Начертательная геометрия / Под ред. Н.Н. Крылова. М.: Высшая школа, 1984. 224 с.
- 8 Фролов С.А. Начертательная геометрия. М.: Машиностроение, 1978. 240 с.
- 9 ЕСКД. Общие правила оформления чертежей: Сборник. М.: Изд-во стандартов, 1991. 283 с.
- 10 СТП ТГТУ 07-97. Стандарт предприятия: Проекты (работы) дипломные и курсовые. Правила оформления. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 40 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	
1 ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ (ГР) РАБОТ	
2 ЗАДАНИЯ К Г РАФИЧЕСКИМ РАБОТАМ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ	
Графическая работа № 1 ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ. ТОЧКА, ПРЯМАЯ, ПЛОСКОСТЬ	
Шрифты чертежные. Титульный лист. ГР № 1 (Часть 1)	
Точка, прямая, плоскость. ГР № 1 (Часть 2)	
Графическая работа № 2 СПОСОБЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЧЕРТЕЖА	
Графическая работа № 3 ВЗАИМНОЕ ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ. РАЗВЕРТКА КОНУСА	
Графическая работа № 4 ТЕНИ В ОРТОГОНАЛЬНЫХ ПРОЕКЦИЯХ	
Графическая работа № 5 ПЕРСПЕКТИВА ОБЪЕКТА И ТЕНИ	
Графическая работа № 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ	
3 ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНАМ	
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	

...