

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

И.А. Челышева

ЭПЮР 1

Методические рекомендации
к выполнению РГР по курсу
«Начертательная геометрия»
для студентов направлений

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

09.03.04 «Программная инженерия»

15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

18.03.01 «Химическая технология»

23.03.01 «Нефтегазовое дело»

29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»

очной и заочной формы обучения

Энгельс 2025

ВВЕДЕНИЕ

Изображения, построенные по правилам начертательной геометрии, позволяют представить форму и положение предмета в пространстве, а также определить его размеры.

В основу построения технических чертежей положено прямоугольное проецирование на 6 граней куба. Такое проецирование обеспечивает передачу на чертеже формы и размеров изображаемого предмета без искажений. Но существующее многообразие форм сложных технических изделий не всегда позволяет расположить параллельно граням куба все геометрические элементы изделия, а, следовательно, и отобразить их в натуральную величину. Для того, чтобы получить их без искажения, необходимо прибегать к преобразованию чертежа. Методы вращения, плоскопараллельного перемещения, замены плоскостей проекции, разработанные в начертательной геометрии, позволяют разрешить эту задачу.

Задачи, рассматриваемые в данном методическом указании, способствуют закреплению знаний, полученных студентом при изучении темы по методам преобразовании чертежа.

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

P_1, P_2, P_3 – горизонтальная, фронтальная, профильная плоскости проекции;

P_4, P_5, P_6 – другие плоскости проекций;

A, B, C, D, E; – точки (прописные буквы латинского алфавита);

1, 2, 3, 4 – арабские цифры;

a, b, c, d, n – прямые линии;

h, f, p – горизонтальная, фронтальная и профильная прямые;

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ – плоскости (строчные буквы алфавита);

$\alpha^0, \beta^0, \gamma^0, \delta^0$ – углы

$\angle ABC$ и $\angle DCA$ – углы.

Подстрочные индексы 1,2,3,4.... используются для обозначений проекций точек, прямых, плоскостей на соответствующие плоскости проекций. Например: $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, I_1, I_2, I_3, I_4, p_1, p_2, p_3$.

$\equiv$ – знак совпадения двух геометрических фигур;

$=$ – результат геометрического построения;

$\perp$ – знак перпендикулярности;

$\parallel$ – знак параллельности;

Цель работы – закрепление знаний студентов по дисциплинам «Начертательная геометрия» и «Инженерная графика» решением позиционных и метрических задач на комплексном чертеже.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Построить две проекции пирамиды $SABC$ ($SABCD$) и плоскости ε , заданной точками K, G, E .
2. Определить угол наклона (α^0) плоскости ε к горизонтальной плоскости проекций с помощью линии ската.
3. Найти расстояние от вершины пирамиды S до плоскости ε с использованием свойства перпендикулярности прямой и плоскости.
4. Построить плоскость $\beta \parallel \varepsilon$ и удаленную от нее на расстояние 50 мм.
5. Построить линию пересечения пирамиды плоскостью ε методом замены плоскостей проекций.
6. Определить истинный вид сечения пирамиды плоскостью методом вращения вокруг линии уровня.
7. Найти двугранный угол (β^0) между секущей плоскостью ε и любой боковой гранью пирамиды методом замены плоскостей проекции.
8. Определить кратчайшее расстояние между двумя скрещивающимися ребрами пирамиды плоскопараллельным перемещением.
9. Построить аксонометрическую проекцию пирамиды с нанесением на нее линии пересечения.
10. Построить развертку пирамиды с нанесением на нее линии пересечения.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Студент выполняет работу по варианту, который соответствует номеру по списку в журнале группы. Варианты заданий приведены в приложении 1. Координаты точек заданы в миллиметрах. Рекомендуемый масштаб 1:1. Построения выполнять на горизонтальной и фронтальной плоскостях проекций, на четырех листах ватмана формата А3. Первый лист содержит задачи 1, 2, 6, 7. На втором листе выполнить задачи 5, 6. На листе 3 решить задачи 7, 8. Лист 4 должен содержать решение задачи 9, 10.

1. Построение проекций пирамиды и секущей плоскости.

Для построения проекций точек по их координатам необходимо провести ось X , зафиксировать на ней точку O – начало координат и отложить заданные координаты. Оси Y и Z на чертеже можно не проводить. Пример построения проекций A_1 , A_2 и S_1 , S_2 точек A ($x=8, y=2, z=0$) и S ($x=4, y=5, z=7$) показан на рис. 1.

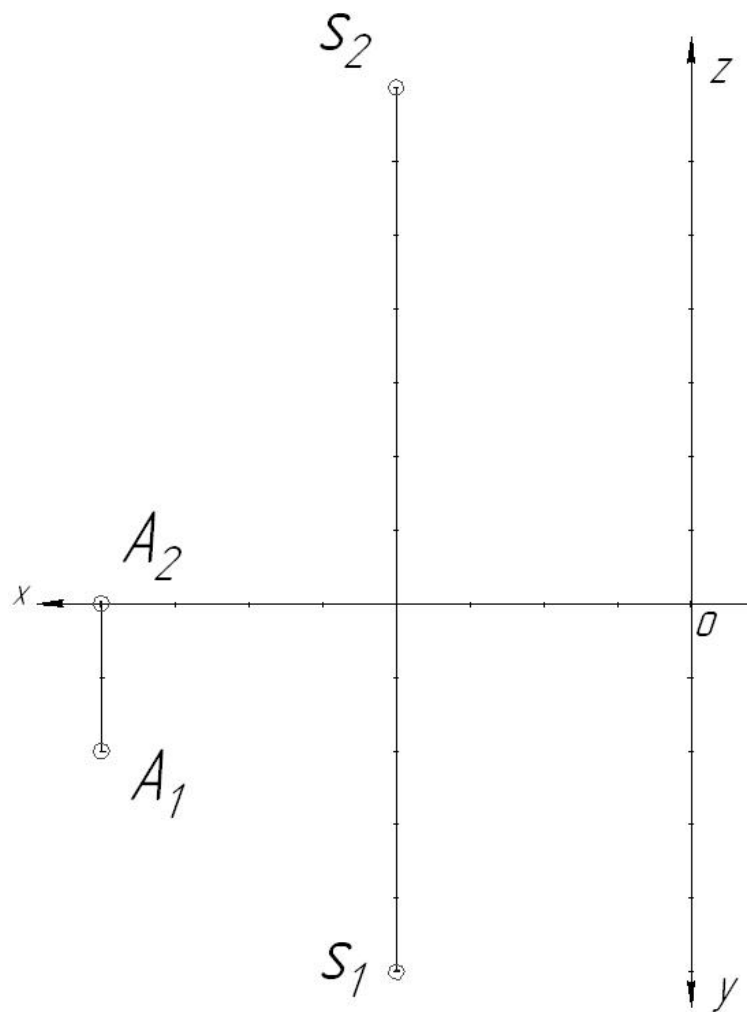


Рис.1

2. Определение угла наклона плоскости ε к горизонтальной плоскости проекции

Угол наклона плоскости ε к плоскости Π_1 измеряется линейным и равен углу наклона к Π_1 линии ската, проведенной в плоскости ε .

Для нахождения угла наклона линии ската к Π_1 на рис. 2 выполнены следующие построения:

1. Проведена линия ската KT ($K_1T_1 \perp G_1E_1$). GE – горизонталь плоскости ε .

2. Методом прямоугольного треугольника найдена истинная величина линии ската (K_1T') и угол ее наклона к $\Pi_1 - \alpha^\circ$.

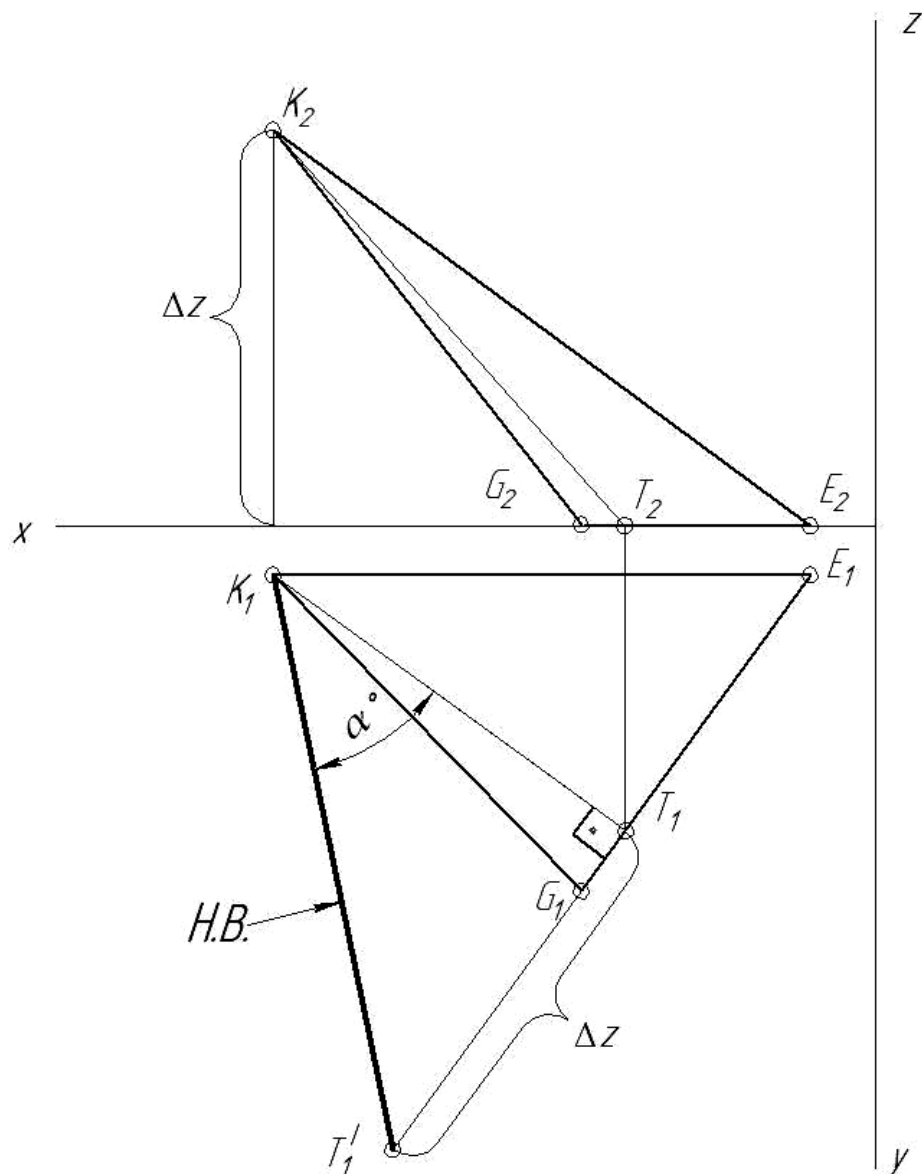


Рис.2

3. Определение кратчайшего расстояния от вершины пирамиды S до плоскости ε

Для решения задачи используем свойства перпендикулярности прямой и плоскости. Для этого:

1. Опустим перпендикуляр n из точки S на плоскость ε (рис.3). На основании условия перпендикулярности прямой к плоскости и свойства проецирования прямого угла $n_1 \perp h_1$, $n_2 \perp f_2$.

2. Определим точку встречи F перпендикуляра с плоскостью ε , для чего применив метод сечения, заключаем перпендикуляр n в горизонтально-проецирующую плоскость ω ($n \in \omega$; $\omega \cap \varepsilon = l_2$; $l_2 \cap n = F$)

Построен треугольник $F_1 S_1 F'$, в котором один катет $S_1 F_1$ – проекция кратчайшего расстояния, второй – разность расстояния концов отрезка (SF) до плоскости Π_1 , а $S_1 F'$ – гипотенуза и есть истинное значение кратчайшего расстояния от вершины до плоскости.

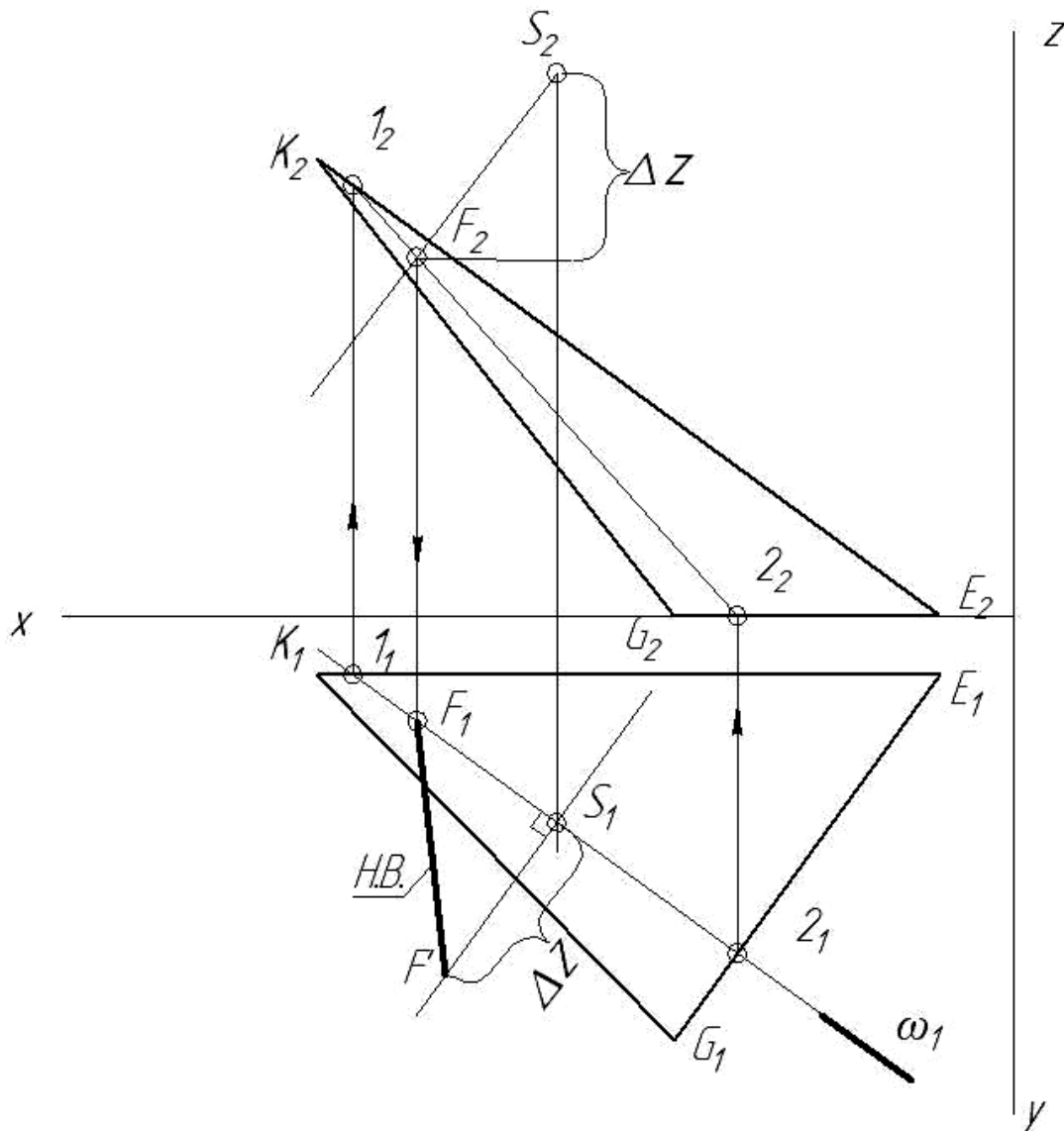


Рис. 3

4. Построение плоскости β , параллельной заданной.

Для нахождения точки Q , через которую необходимо провести плоскость, параллельно заданной надо: на истинной величине кратчайшего расстояния от вершины пирамиды до плоскости (рис. 4) отложить от точки F_1 отрезок $F_1 Q'$ равный 50 мм. Затем перенесем точку Q на продолжение перпендикуляра $F_1 S_1$ и отметим точку Q_1 , и по линии связи найдем точку Q_2 . Используя свойства параллельности плоскостей зададим плоскость β двумя пересекающимися прямыми $\beta (h' \cap f')$: ($h_1' \parallel E_1 G_1$; $f_1' \parallel K_1 E_1$; $h_2' \parallel E_2 G_2$; $f_2' \parallel K_2 E_2$).

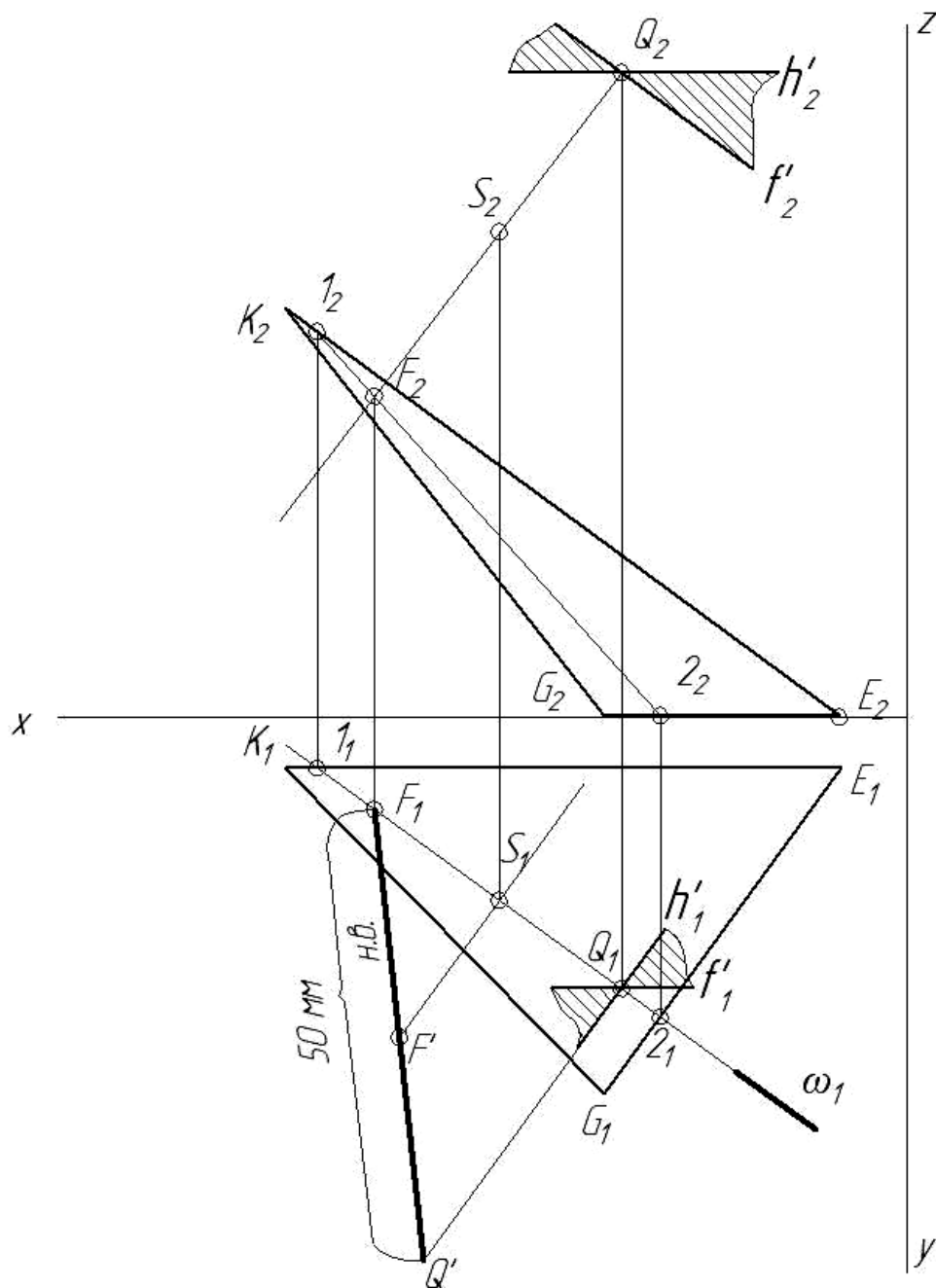


Рис.4

5. Построение линии пересечения пирамиды плоскостью.

Для построения линии пересечения пирамиды плоскостью воспользуемся методом замены плоскостей проекции. Заменяем секущую плоскость Π_2 на новую Π_4 (рис. 5). При этом новая ось $X_{14} \perp G_1E_1 (h_1)$. Плоскость ε проецируется на Π_4 в прямую линию $\varepsilon_4 (K_4E_4G_4)$ и линия пересечения пирамиды плоскостью будет совпадать с ней. Обозначим точки пересечения ребер пирамиды $SABC$ плоскостью ε – Q_4, M_4, N_4 (рис. 5).

По ним находим их горизонтальные и фронтальные проекции.
Соединяем точки $Q_1M_1N_1$ и $Q_2M_2N_2$ с учетом видимости линий.

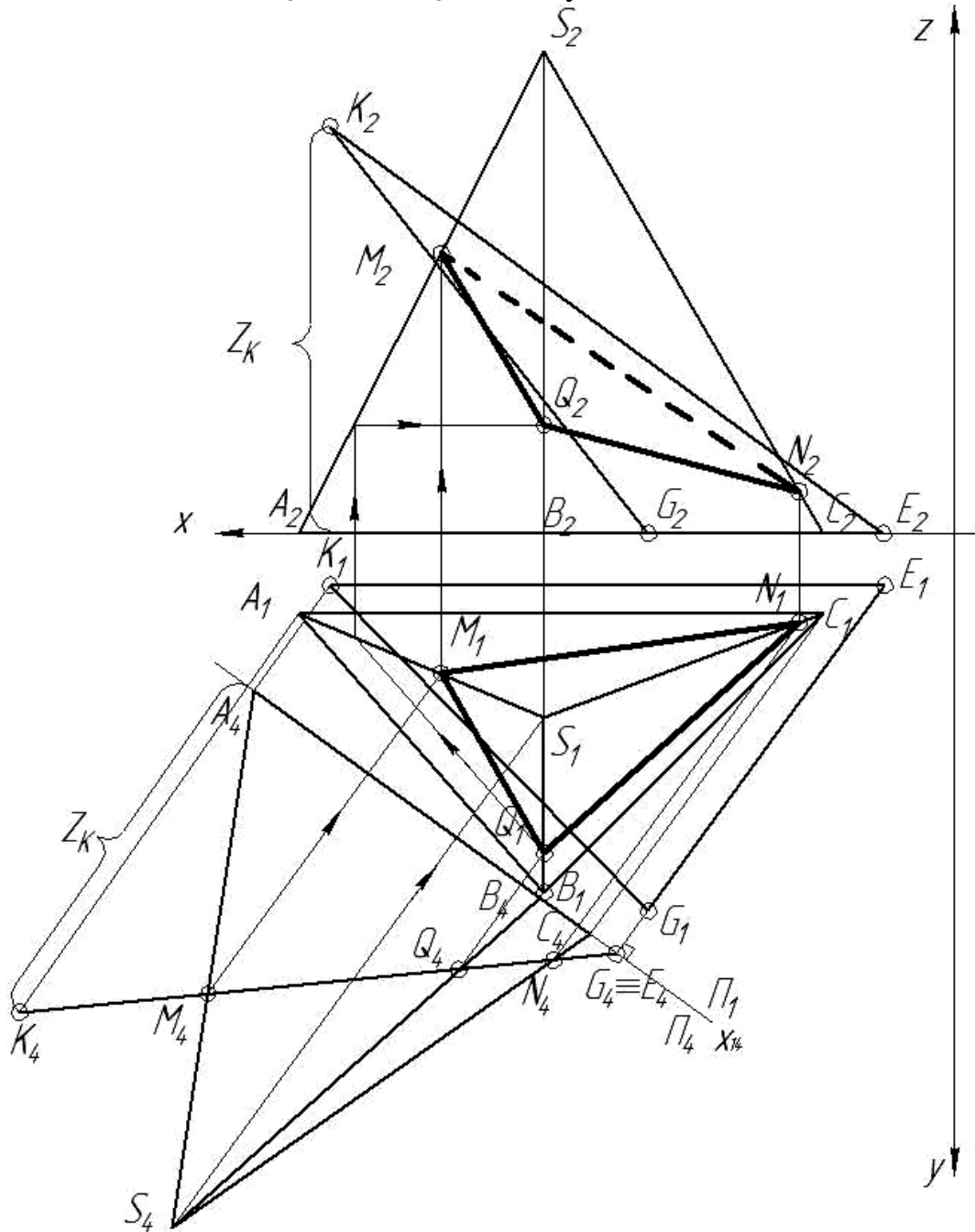


Рис.5

6. Определение величины двугранного угла, образованного секущей плоскостью и боковой гранью пирамиды.

Величина двугранного угла измеряется линейным углом, составленным линиями пересечения граней двугранного угла с плоскостью, перпендикулярной его ребру. Для решения задачи по определению истинной величины двугранного угла необходимо ребро двугранного угла перевести в проецирующее положение (рис.6).

Боковые грани при этом станут проецирующими, и проецируются в прямые. Угол между ними будет искомым.

Выберем для решения один из двугранных углов, например, составленный секущей плоскостью ε и гранью SCB. Общим ребром этого двугранного угла является линия MN.

От секущей плоскости возьмем отсек MNQ, от боковой грани – SMN (рис. 6). Ребро угла MN занимает общее положение в пространстве. Его перевод в проецирующее положение осуществлен двумя заменами плоскостей проекций. При первой замене общее ребро MN переведено в положение прямой уровня и на новую плоскость проекций спроецировалось в истинную величину ($MN \parallel \Pi_4$; $X_{14} \parallel M_1N_1$).

С помощью второй замены ребро MN переведено в проецирующее положение и на Π_5 спроецировалось в точку ($MN \perp \Pi_5$ при $X_{4,5} \perp M_4N_4$). Грани MNQ и MNS проецируются на Π_5 – прямыми. Угол β^0 является линейным углом искомого двугранного угла.

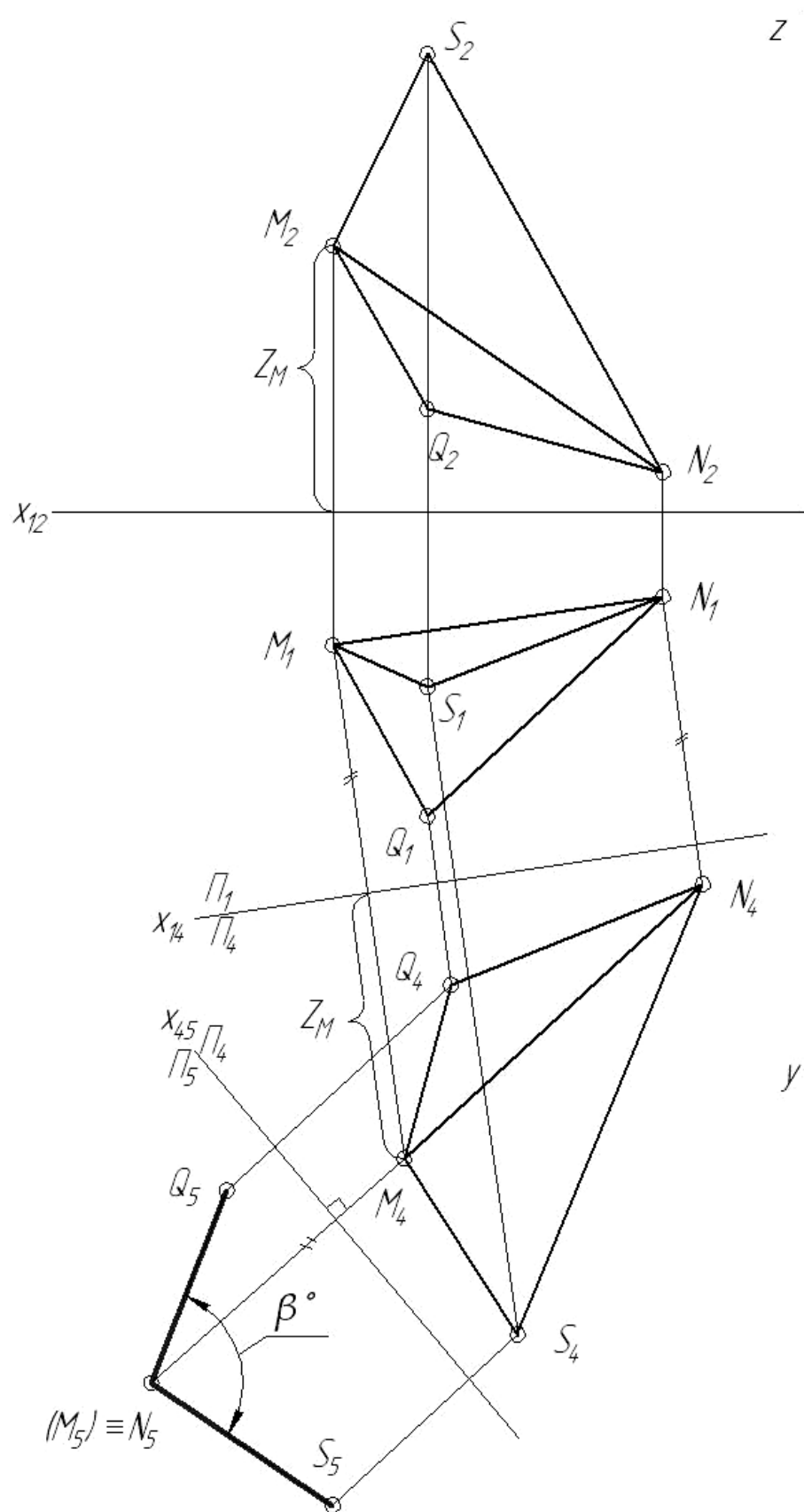


Рис. 6

7. Определение натуральной величины сечения пирамиды.

Определим истинную величину сечения пирамиды вращением вокруг горизонтали. Вращая плоскость вокруг прямой уровня ее можно развернуть до положения параллельного плоскости проекций (рис. 7).

1. В плоскости MNQ проведена горизонталь h .
2. Задано направление перемещения горизонтальных проекций точек M и N ($M_1O_1 \perp h_1$, $N_1O'_1 \perp h_1$) и на горизонтали отмечены центры вращения этих точек O и O'. Точка Q при вращении перемещаться не будет, так как лежит на оси вращения.

3. Методом прямоугольного треугольника определена истинная величина радиуса (R_N) вращения точки N вокруг h .

4. На горизонтальной проекции траектории точки N отложена истинная величина R_N и определена точка N_0 . N_0 – горизонтальная проекция вращаемой точки в тот момент, когда плоскость QMN станет параллельной Π_1 и проецируется на нее в истинную величину. Новую проекцию M_0 точки M находим таким же образом.

Q_1N_0 и Q_1M_0 – истинные величины двух сторон плоскости, а Q_1, M_0 и N_0 положение проекций трех ее вершин Q, M и N в новом, параллельном Π_1 положении.

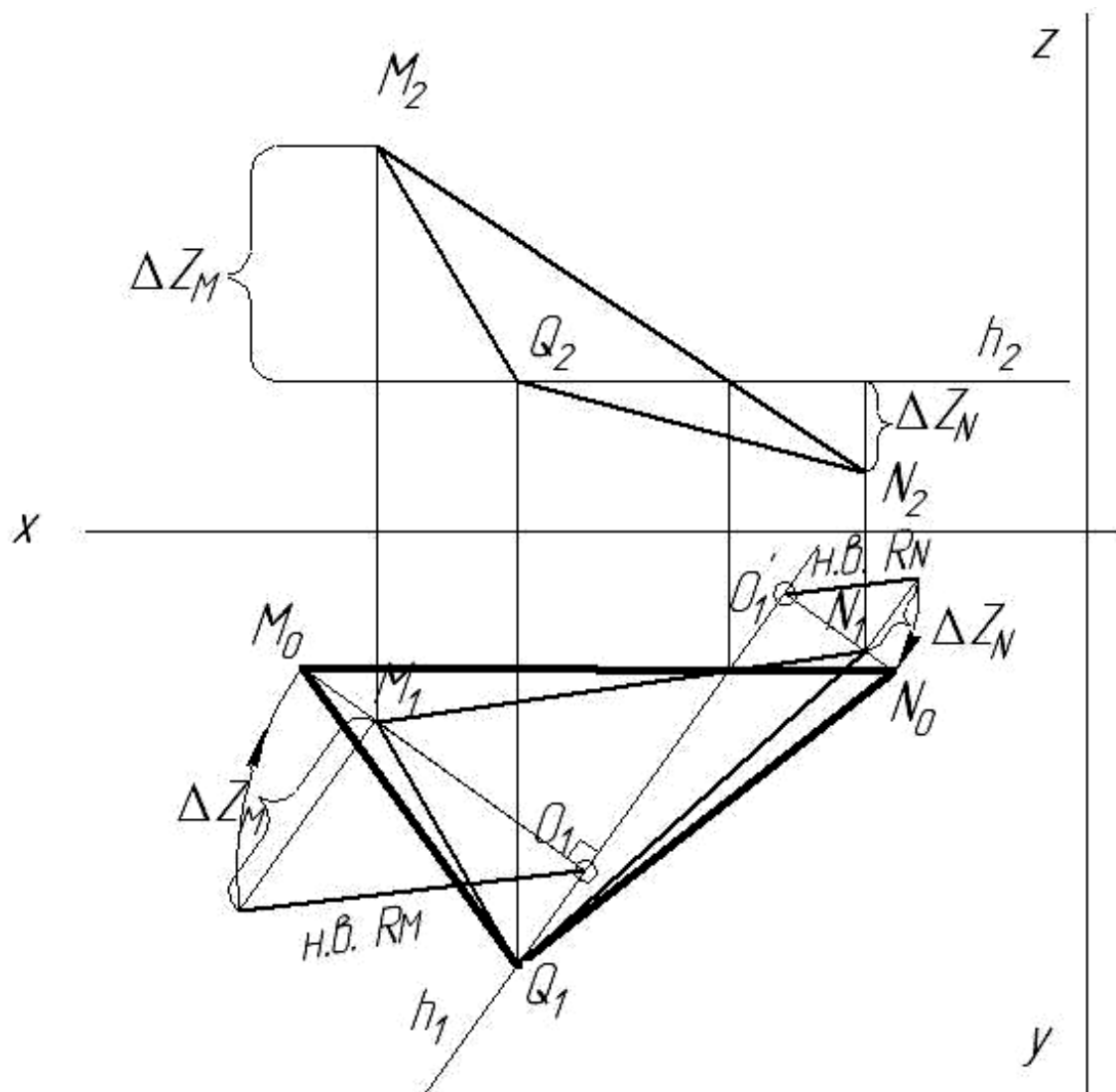


Рис. 7

8. Определение расстояния между скрещивающимися ребрами пирамиды плоскопараллельным перемещением.

Кратчайшим расстоянием между скрещивающимися прямыми является перпендикуляр, опущенный из точки на одной прямой к другой. Одна из прямых переведена в фронтально-проецирующее положение (рис.8) для чего горизонтальную проекцию отрезка прямой A_1C_1 перемещаем в положение $A_1'C_1' \perp X_{12}$ не изменяя ее размер. Став проецирующим, отрезок AC на плоскость Π_2 проецируется точкой, второе ребро SB проецируется отрезком $S_2'B_2'$, а расстояние $A_2'Q_2'$ будет искомым.

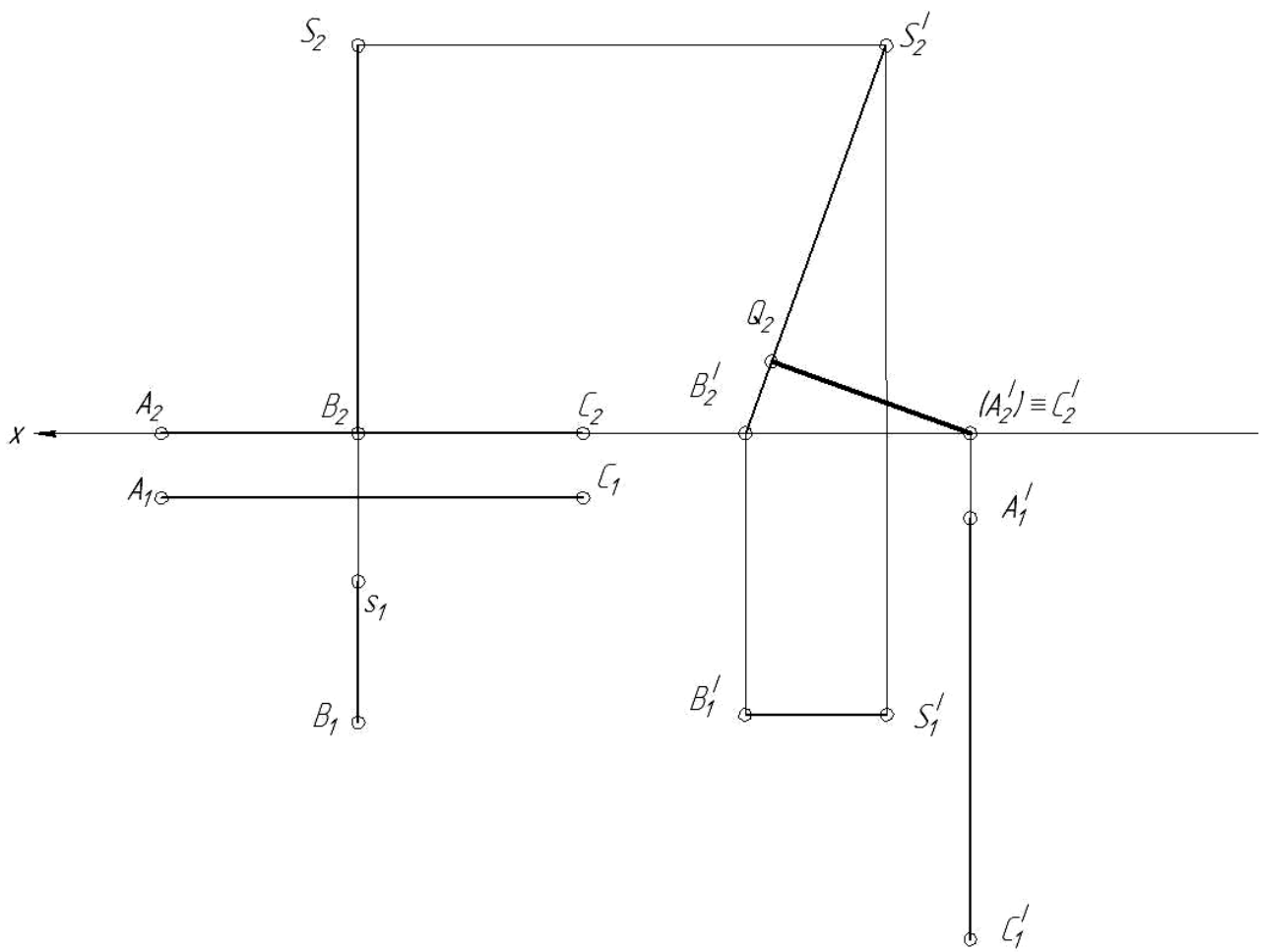


Рис.8

9. Построение аксонометрической проекции.

Аксонометрическую проекцию пирамиды можно построить, используя координаты точек (с учетом коэффициентов искажения по осям). Координаты вершин пирамиды заданы, а координаты QMN получены при решении задачи №5. На рисунке 9б построена прямоугольная диметрия пирамиды.

Для построения аксонометрических проекций точек S, M, N, Q сначала нанесены вторичные горизонтальные проекции S_1 , M_1 , N_1 , Q_1 от них отложены значения их высот. Точки QMN можно найти используя метод деления отрезков на пропорциональные части. Точка M определена этим методом. При этом SA^0 и SM^0 истинные значения SA и SM, определенные на рис. 9а вращением ($SA^0 = S_2 C_2'$; $SM^0 = S_2 M_2'$).

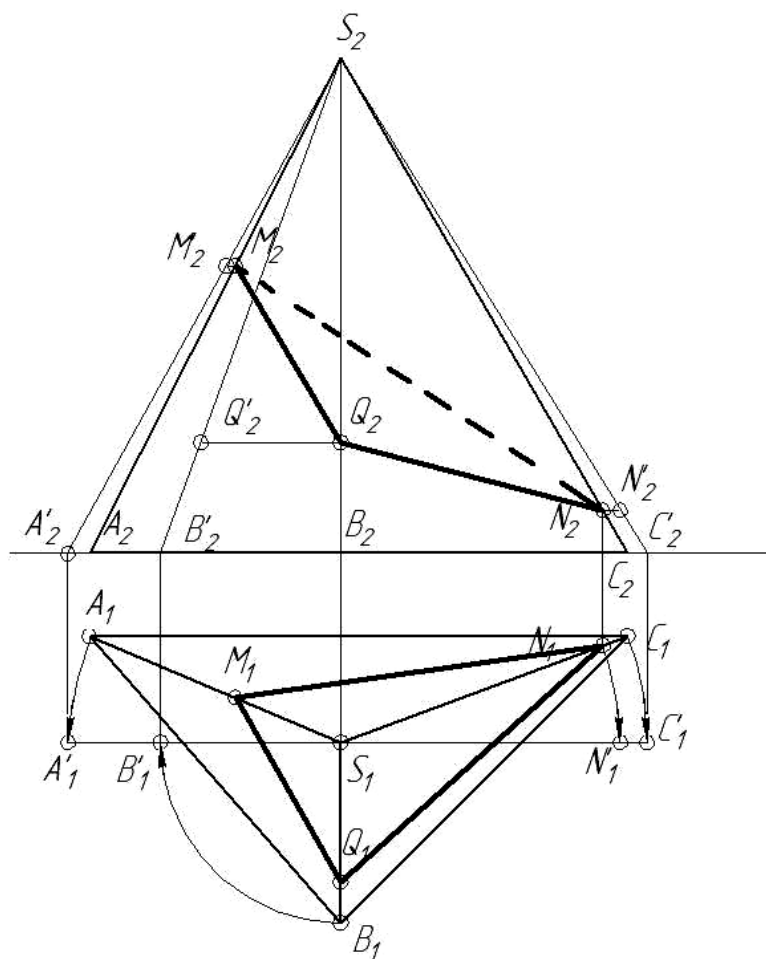


Рис.9а

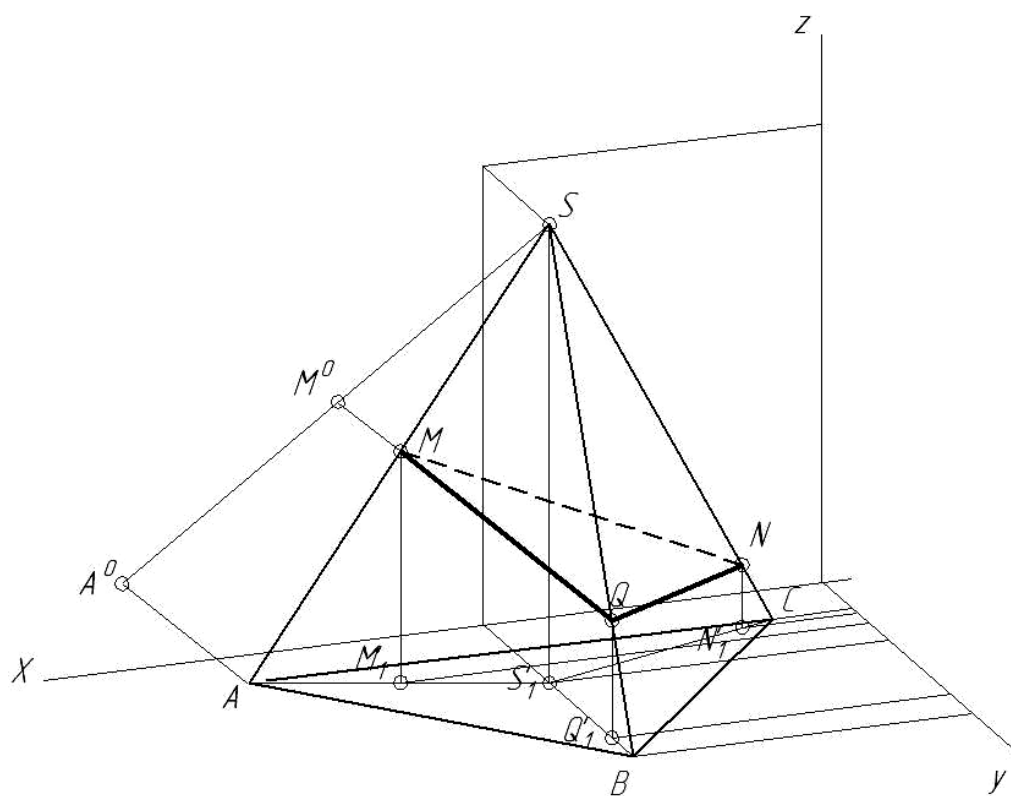


Рис.9б

10. Построение развертки пирамиды.

Для построения развертки находим истинные величины ребер пирамиды. В приведенном примере основание пирамиды ABC лежит на плоскости Π_1 , т. е. A_1B_1 , B_1C_1 , C_1A_1 - истинные величины ребер основания. Боковые ребра пирамиды на Π_1 и Π_2 проецируются с искажением. Для нахождения ее истинной величины используем метод вращения вокруг проецирующей прямой (рис. 9а). После поворота прямой SC вокруг оси $i \perp \Pi_1$ до положения, параллельного плоскости Π_2 ($S_1C_1 \parallel X_{12}$), на Π_2 получим истинную величину прямой SC (S_2C_2'). Аналогичным образом находим истинные величины ребер SA (S_2A_2') и SB (S_2B_2'). Точки M_2' и N_2' находим на истинных значениях ребер, используя метод деления отрезков на пропорциональные части. На рис.10 построена развертка пирамиды с нанесенной линией пересечения. Используя истинные величины ребер, каждую грань строим как треугольник по трем сторонам.

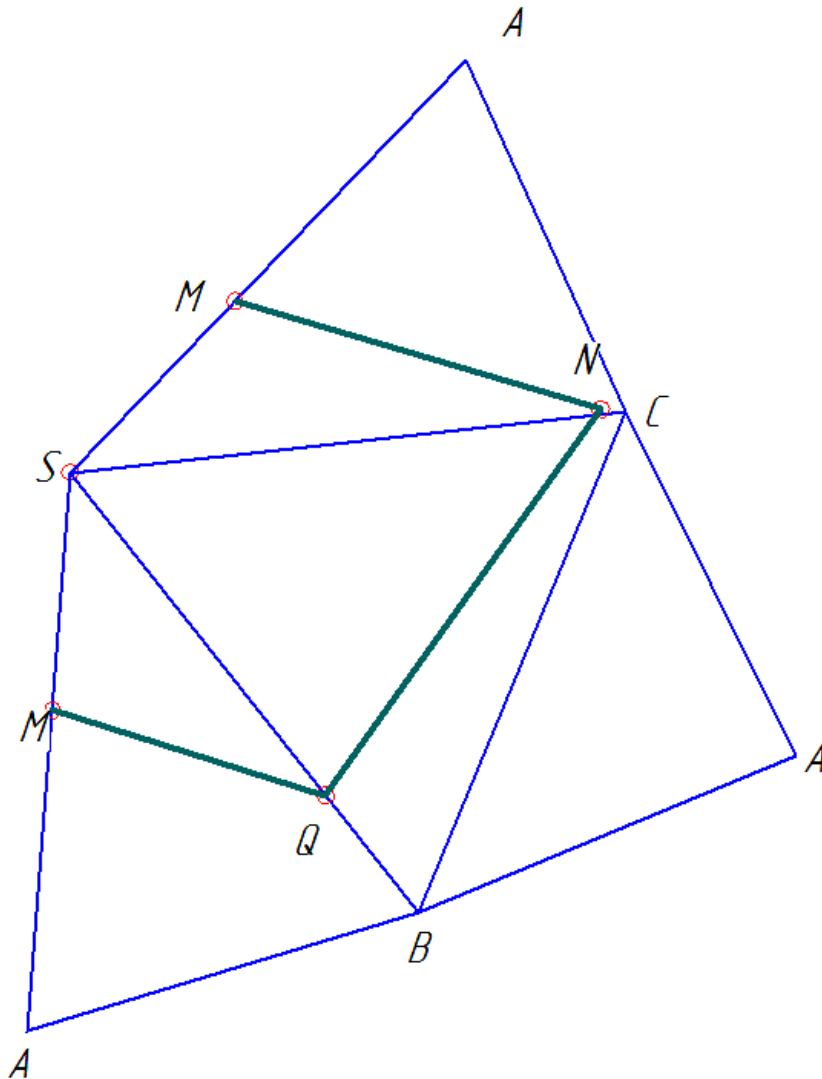


Рис.10

ЛИТЕРАТУРА.

1.Гордон В.С., Семенцов - Огиевский М.А. Курс начертательной геометрии: Учебное пособие/ Под. Ред. Ю.Б. Иванова/ М.: Наука,2008.- 278с., ил.

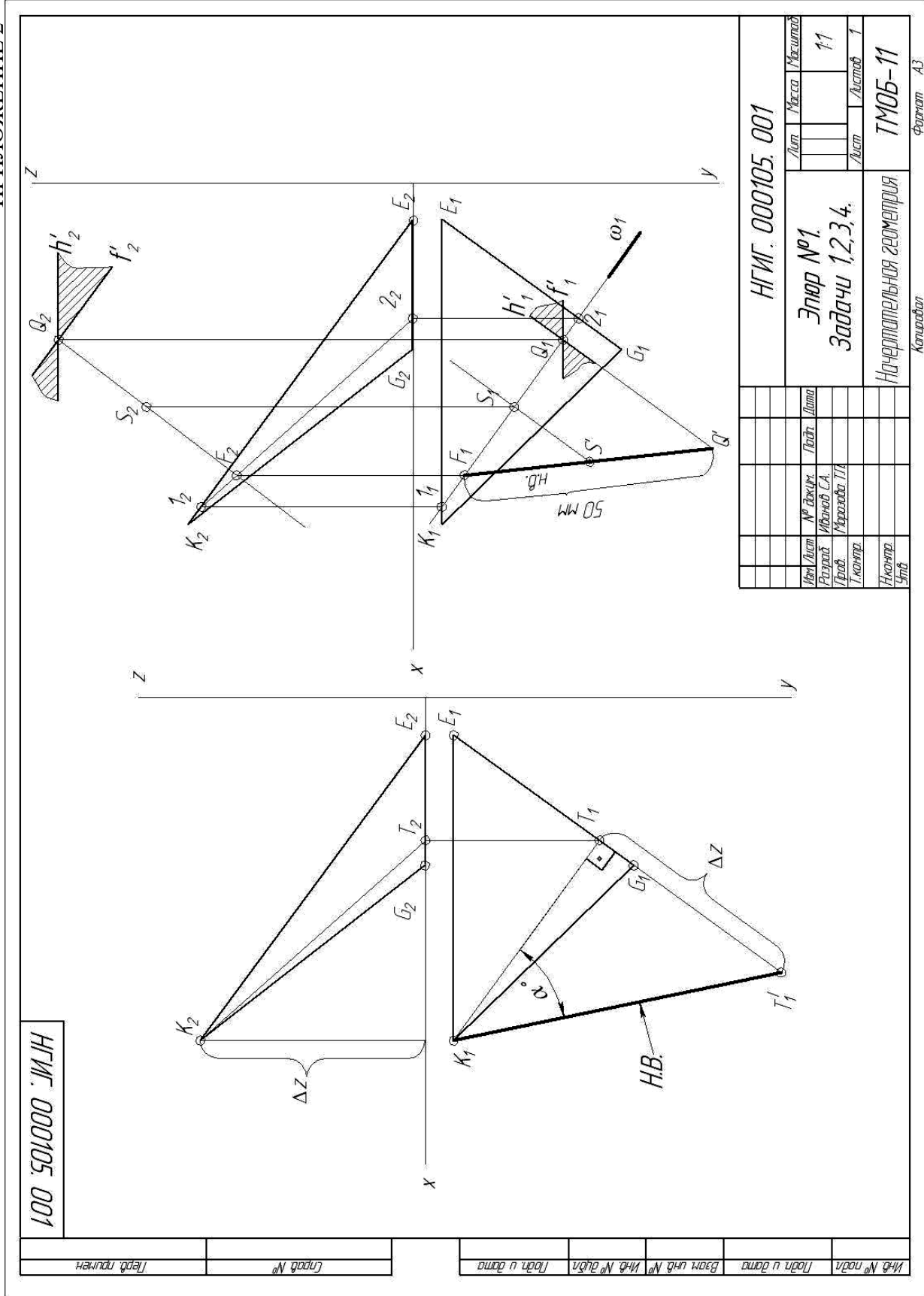
2.Виницкий И.Г. Начертательная геометрия. / М.: Высшая школа,1995.- 188с., ил.

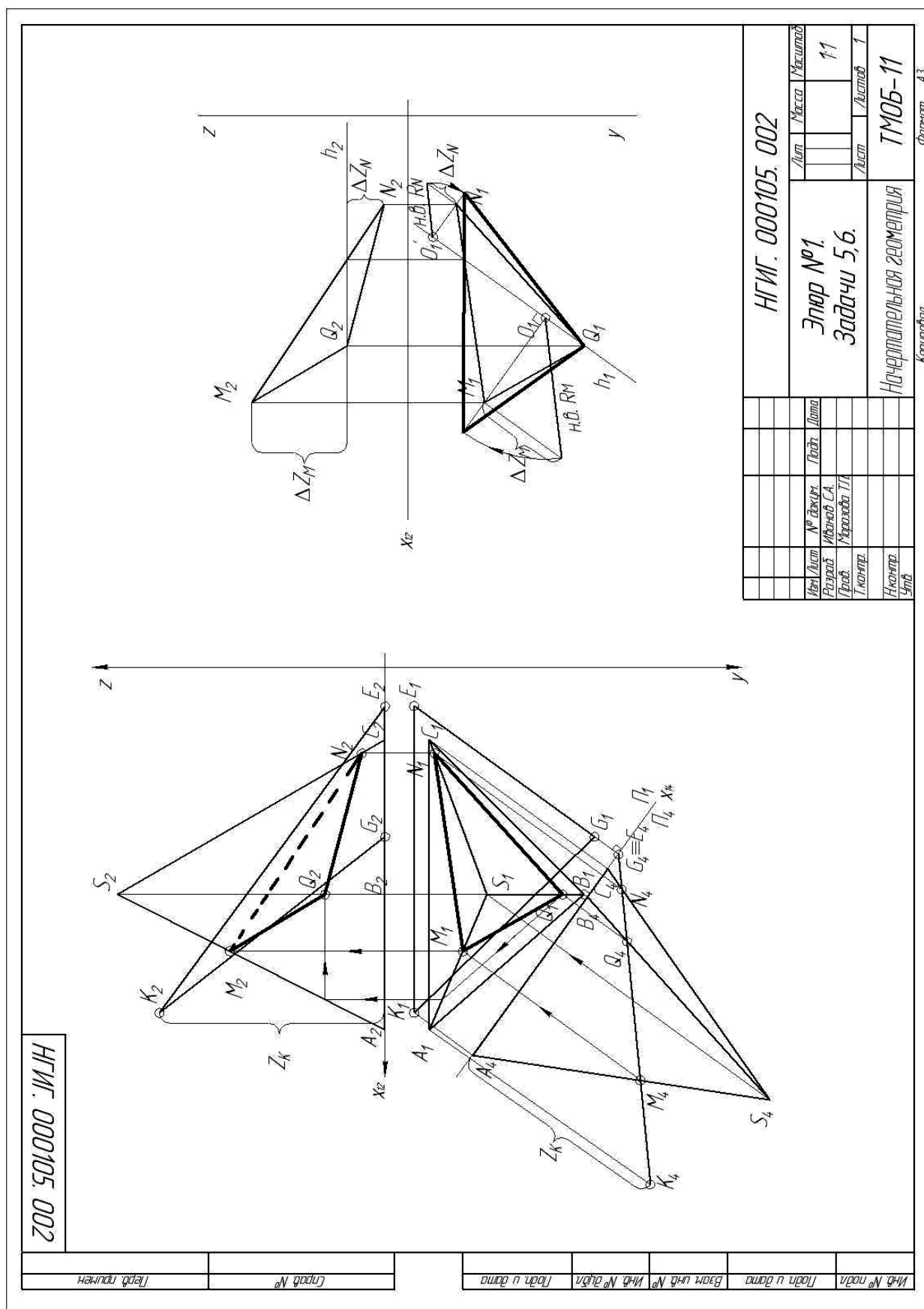
3. Надеждин В.И., Николаева Н. А. Преобразование чертежа/ Саратов, Саратов. гос. технич. ун-т. 1998, 24с.

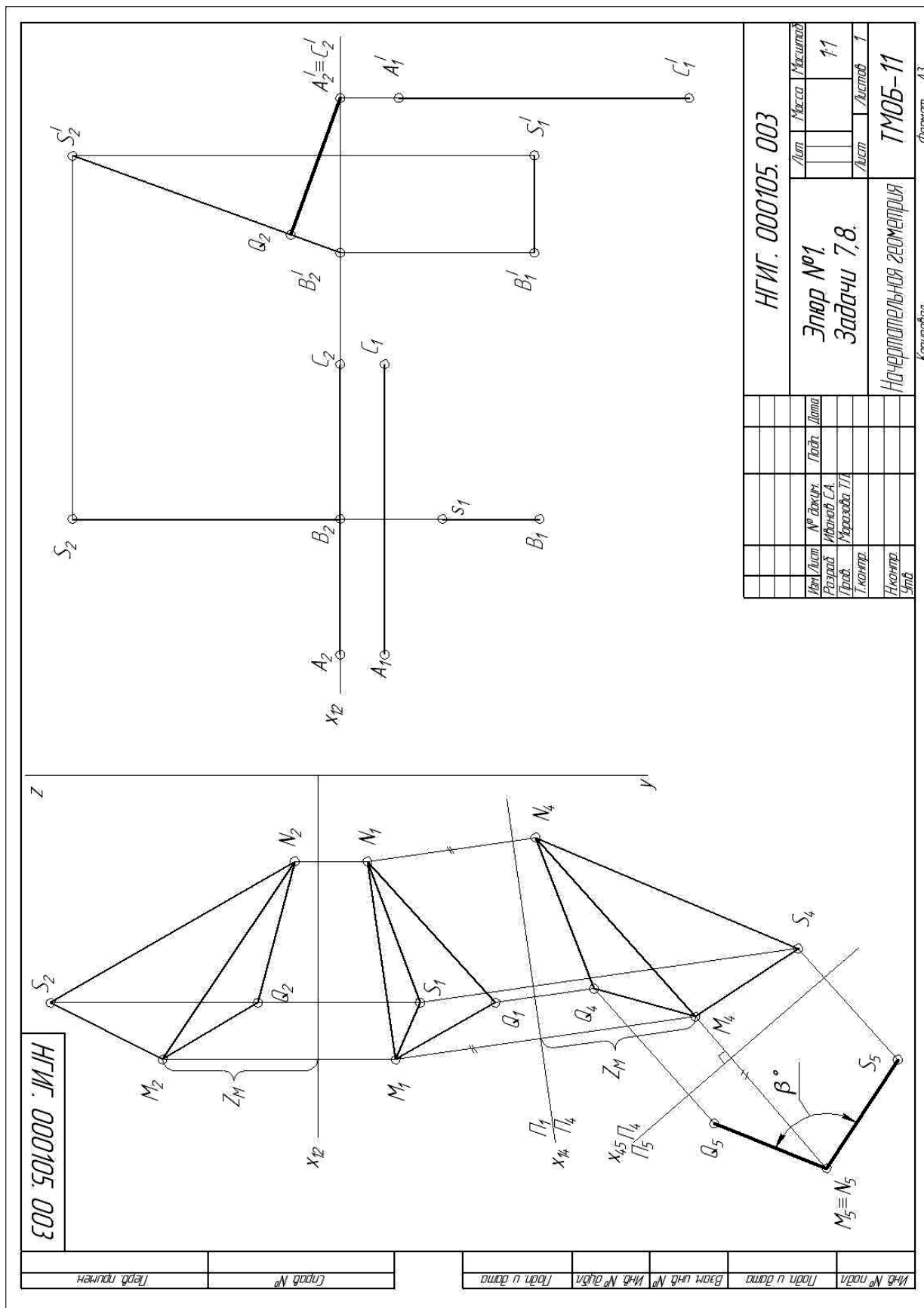
Варианты заданий к выполнению эпюра.

№ варианта	Обознач. точек	Координаты точек, мм			№ варианта	Обознач. точек	Координаты точек, мм		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	S	70	43	80	6	S	60	43	70
	A	110	20	0		A	100	20	0
	B	30	20	0		B	20	20	0
	C	70	89	0		C	60	89	0
	K	115	20	80		K	40	89	75
	E	125	120	0		E	50	5	0
	G	0	20	0		G	120	89	0
2	S	40	40	75	7	S	65	60	85
	A	80	25	0		A	105	30	0
	B	0	25	0		B	25	30	0
	C	40	90	0		C	65	90	0
	K	10	25	80		K	30	30	75
	E	15	80	0		E	80	100	0
	G	100	25	0		G	120	30	0
3	S	65	43	80	8	S	60	50	75
	A	105	20	0		A	100	25	0
	B	25	20	0		B	20	25	0
	C	70	90	0		C	60	95	0
	K	115	20	80		K	30	100	80
	E	80	110	0		E	50	10	0
	G	10	20	0		G	120	100	0
4	S	70	43	70	9	S	70	35	80
	A	110	20	0		A	110	20	0
	B	30	20	0		B	30	20	0
	C	70	89	0		C	70	60	0
	K	40	89	65		K	90	60	0
	E	110	5	0		E	75	15	0
	G	140	89	0		G	50	60	60
5	S	70	50	80	10	S	70	50	80
	A	105	20	0		A	110	30	0
	B	35	20	0		B	30	30	0
	C	60	102	0		C	70	95	0
	K	80	25	60		K	100	95	75
	E	50	102	0		E	40	10	0
	G	5	25	0		G	0	95	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	S	70	60	75	17	S	50	65	80
	A	110	60	0		A	90	65	0
	B	70	100	0		B	50	105	0
	C	30	60	0		C	10	65	0
	D	70	20	0		D	50	25	0
	K	105	20	65		K	15	25	68
	E	40	100	0		E	70	105	0
	G	10	20	0		G	110	25	0
12	S	70	60	70	18	S	80	50	70
	A	110	60	0		A	110	80	0
	B	70	100	0		B	110	20	0
	C	30	60	0		C	50	20	0
	D	70	20	0		D	50	80	0
	K	65	20	40		K	115	20	70
	E	60	100	0		E	85	90	0
	G	10	20	0		G	15	20	0
13	S	60	65	70	19	S	50	65	80
	A	100	65	0		A	90	65	0
	B	60	105	0		B	50	105	0
	C	20	65	0		C	10	65	0
	D	60	25	0		D	50	25	0
	K	105	105	75		K	45	25	100
	E	48	10	0		E	12	120	0
	G	0	105	0		G	110	25	0
14	S	65	50	70	20	S	50	50	70
	A	95	80	0		A	80	80	0
	B	95	20	0		B	80	20	0
	C	35	20	0		C	20	20	0
	D	35	80	0		D	20	80	0
	K	120	20	65		K	0	20	78
	E	45	95	0		E	45	95	0
	G	0	20	0		G	115	20	0
15	S	70	60	80	21	S	70	60	75
	A	110	60	0		A	105	60	0
	B	70	100	0		B	70	100	0
	C	30	60	0		C	35	60	0
	D	70	20	0		D	70	30	0
	K	105	20	65		K	65	20	100
	E	60	100	0		E	95	100	0
	G	30	20	0		G	10	20	0
16	S	60	65	75	22	S	65	65	70
	A	100	65	0		A	95	95	0
	B	60	105	0		B	95	35	0
	C	20	65	0		C	35	35	0
	D	60	25	0		D	35	95	0
	K	15	105	75		K	75	95	80
	E	70	15	0		E	35	15	0
	G	105	105	0		G	0	95	0







Technical drawing of a cube in three views: isometric, front, and top. The isometric view is on the left, showing the cube with vertices labeled A, B, C, D, E, F, G, H. The front view is on the right, showing the cube's projection onto the vertical plane with vertices labeled A1, B1, C1, D1, E1, F1, G1, H1. The top view is on the left, showing the cube's projection onto the horizontal plane with vertices labeled A2, B2, C2, D2, E2, F2, G2, H2. The drawing includes construction lines for the projections and a table of dimensions and materials.

№ п/п	№ докум.	Подп.	Датум
1	Исход. С.А.		
2	Исход. Т.П.		
3	Исход. Т.П.		
4	Исход. Т.П.		
5	Исход. Т.П.		
6	Исход. Т.П.		
7	Исход. Т.П.		
8	Исход. Т.П.		
9	Исход. Т.П.		
10	Исход. Т.П.		
11	Исход. Т.П.		
12	Исход. Т.П.		
13	Исход. Т.П.		
14	Исход. Т.П.		
15	Исход. Т.П.		
16	Исход. Т.П.		
17	Исход. Т.П.		
18	Исход. Т.П.		
19	Исход. Т.П.		
20	Исход. Т.П.		
21	Исход. Т.П.		
22	Исход. Т.П.		
23	Исход. Т.П.		
24	Исход. Т.П.		
25	Исход. Т.П.		
26	Исход. Т.П.		
27	Исход. Т.П.		
28	Исход. Т.П.		
29	Исход. Т.П.		
30	Исход. Т.П.		
31	Исход. Т.П.		
32	Исход. Т.П.		
33	Исход. Т.П.		
34	Исход. Т.П.		
35	Исход. Т.П.		
36	Исход. Т.П.		
37	Исход. Т.П.		
38	Исход. Т.П.		
39	Исход. Т.П.		
40	Исход. Т.П.		
41	Исход. Т.П.		
42	Исход. Т.П.		
43	Исход. Т.П.		
44	Исход. Т.П.		
45	Исход. Т.П.		
46	Исход. Т.П.		
47	Исход. Т.П.		
48	Исход. Т.П.		
49	Исход. Т.П.		
50	Исход. Т.П.		
51	Исход. Т.П.		
52	Исход. Т.П.		
53	Исход. Т.П.		
54	Исход. Т.П.		
55	Исход. Т.П.		
56	Исход. Т.П.		
57	Исход. Т.П.		
58	Исход. Т.П.		
59	Исход. Т.П.		
60	Исход. Т.П.		
61	Исход. Т.П.		
62	Исход. Т.П.		
63	Исход. Т.П.		
64	Исход. Т.П.		
65	Исход. Т.П.		
66	Исход. Т.П.		
67	Исход. Т.П.		
68	Исход. Т.П.		
69	Исход. Т.П.		
70	Исход. Т.П.		
71	Исход. Т.П.		
72	Исход. Т.П.		
73	Исход. Т.П.		
74	Исход. Т.П.		
75	Исход. Т.П.		
76	Исход. Т.П.		
77	Исход. Т.П.		
78	Исход. Т.П.		
79	Исход. Т.П.		
80	Исход. Т.П.		
81	Исход. Т.П.		
82	Исход. Т.П.		
83	Исход. Т.П.		
84	Исход. Т.П.		
85	Исход. Т.П.		
86	Исход. Т.П.		
87	Исход. Т.П.		
88	Исход. Т.П.		
89	Исход. Т.П.		
90	Исход. Т.П.		
91	Исход. Т.П.		
92	Исход. Т.П.		
93	Исход. Т.П.		
94	Исход. Т.П.		
95	Исход. Т.П.		
96	Исход. Т.П.		
97	Исход. Т.П.		
98	Исход. Т.П.</		

ЭПЮР 1
Методические указания
к выполнению РГР по дисциплине «Начертательная геометрия»
для студентов всех направлений очной формы обучения

ЧЕЛЫШЕВА Ирина Александровна

Подписано в печать		Формат 60x84 1/16
Бум. офсет.	Усл. печ. л.	Уч.-изд.л.
Тираж 100 экз.	Заказ	Бесплатно
Саратовский государственный технический университет		
410054, Саратов, Политехническая ул., 77		
Отпечатано в РИЦ СГТУ. 410054, Политехническая ул., 77		