

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»

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»

очной и очно-заочной формы обучения

Энгельс 2024

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

Π_1, Π_2, Π_3 – горизонтальная, фронтальная, профильная плоскости проекции;

Π_4, Π_5, Π_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: $A_1, A_2, A_3, A_4, \dots, I_1, I_2, I_3, I_4, n_1, n_2, n_3$.

$\equiv$ – 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.

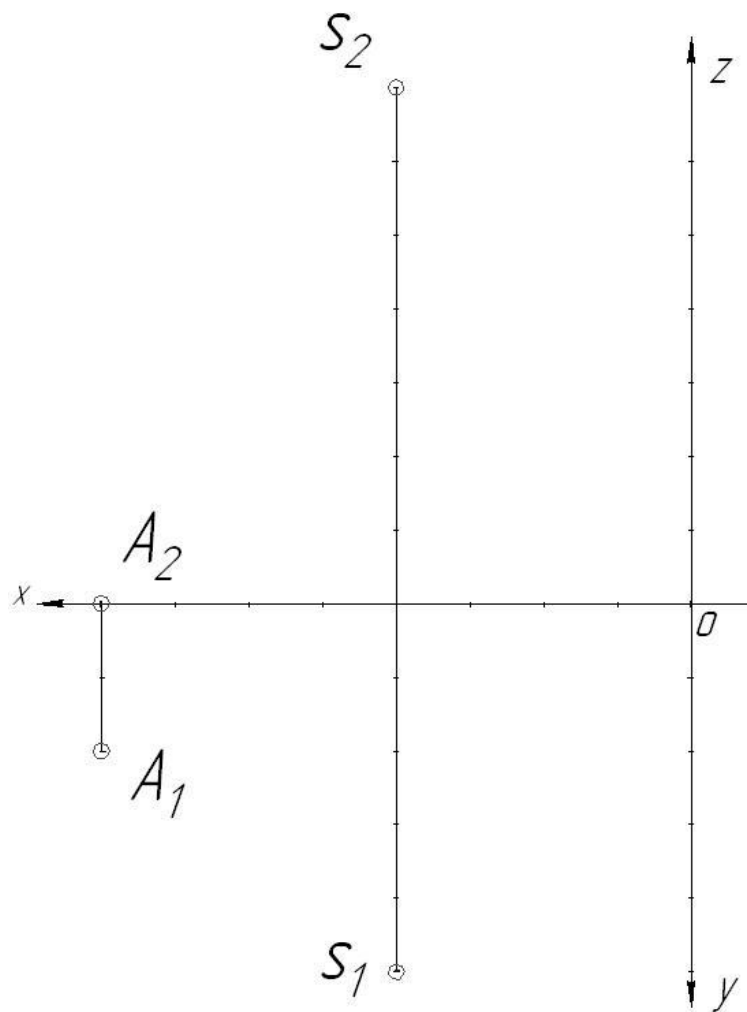


Рис.1

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 $\Pi_1 - \alpha^\circ$.

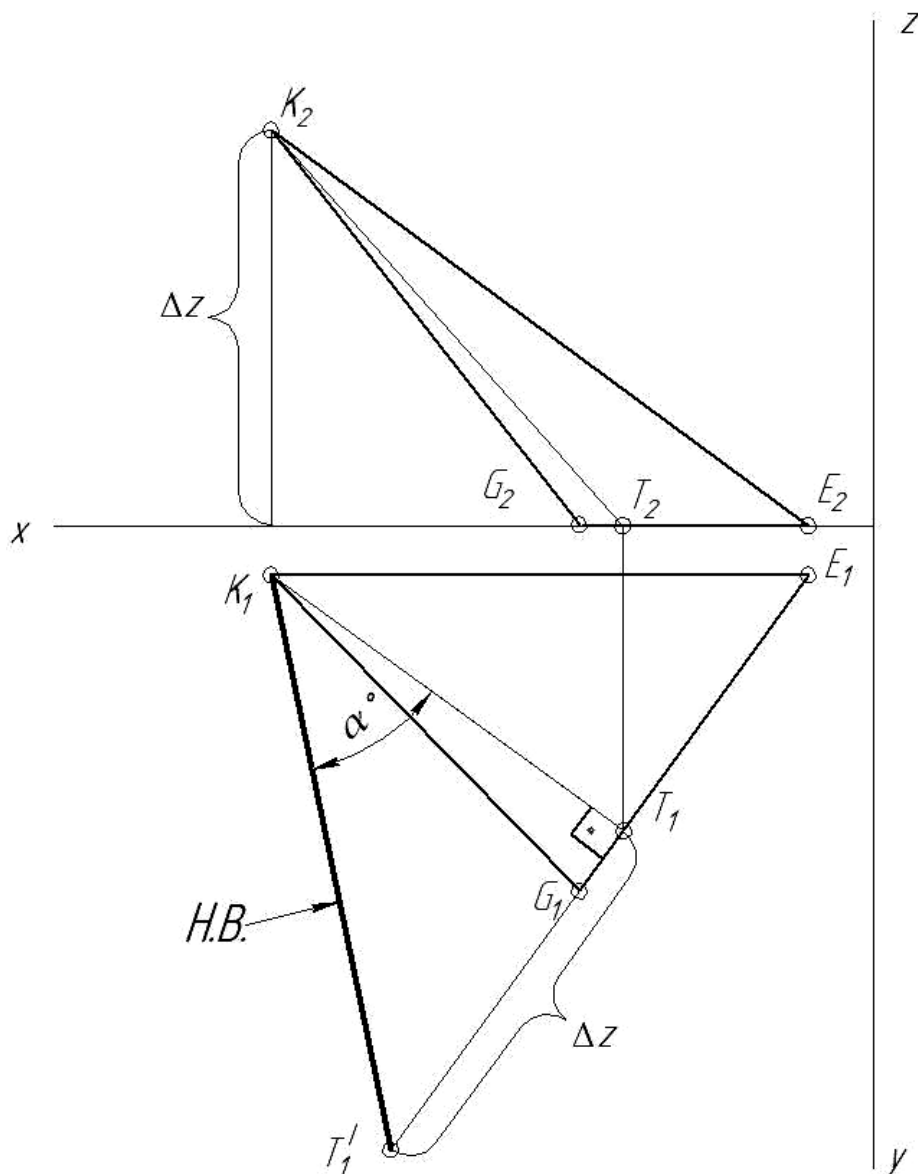


Рис.2

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 p из точки S на плоскость ε (рис.3). На основании условия перпендикулярности прямой к плоскости и свойства проецирования прямого угла $p_1 \perp h_1$, $p_2 \perp f_2$.

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

Построен треугольник $F_1 S_1 F'_1$, в котором один катет $S_1 F'_1$ – проекция кратчайшего расстояния, второй – разность расстояния концов отрезка (SF) до плоскости Π_1 , а $S_1 F'_1$ – гипотенуза и есть истинное значение кратчайшего расстояния от вершины до плоскости.

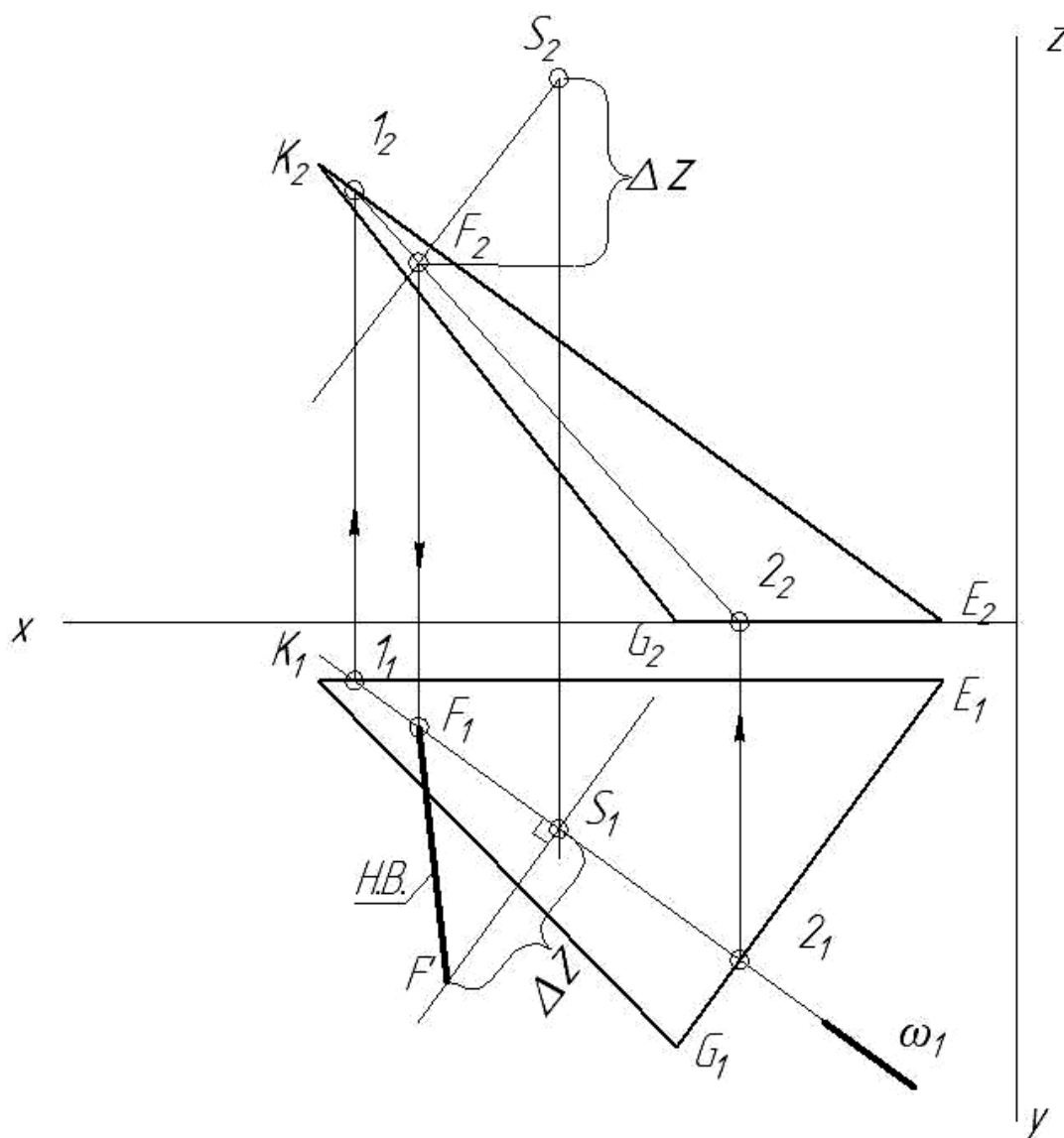


Рис. 3

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 $\beta (h' \cap f')$: ($h_1' \parallel E_1 G_1$; $f_1' \parallel K_1 E_1$; $h_2' \parallel E_2 G_2$; $f_2' \parallel K_2 E_2$).

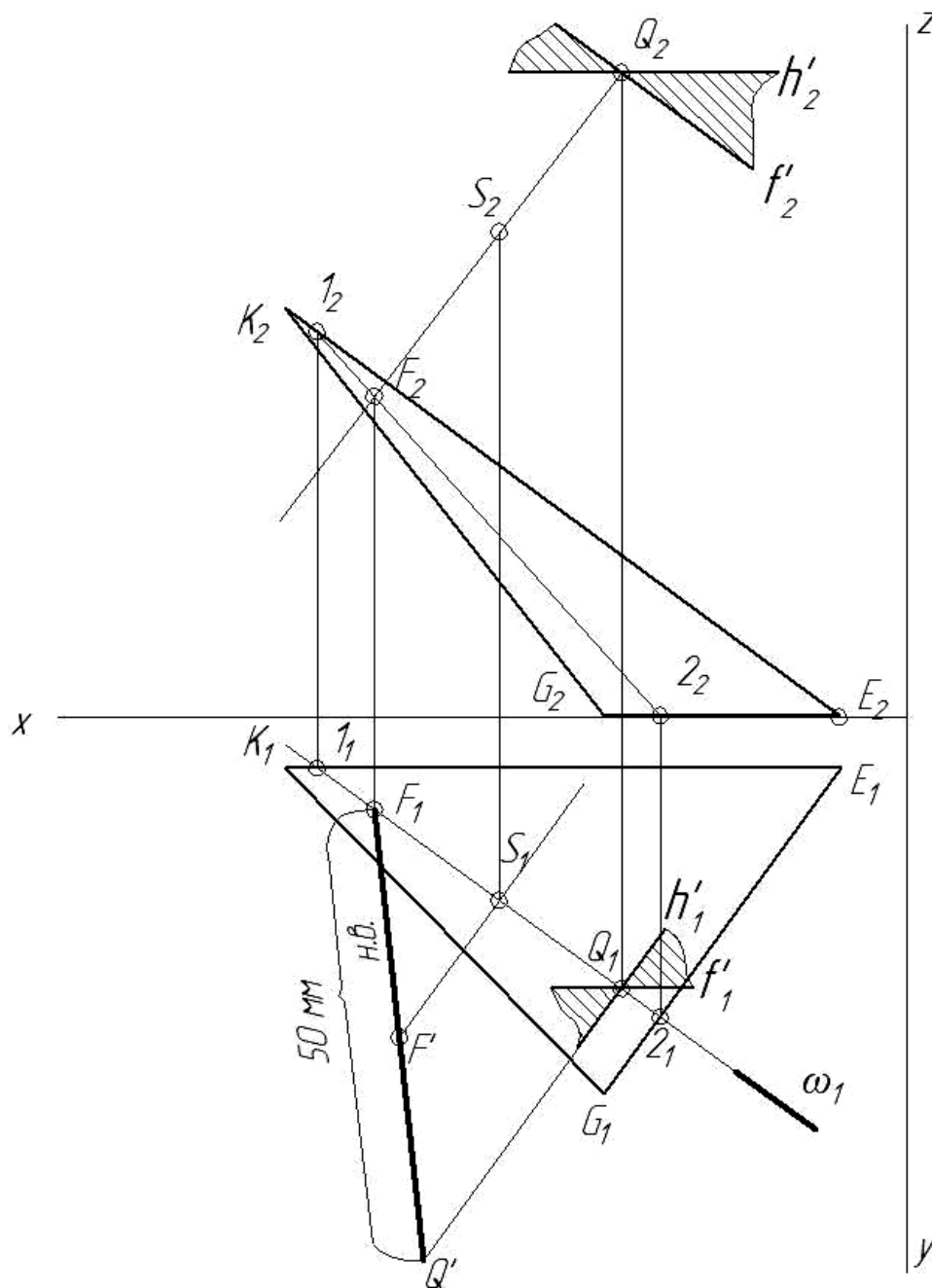


Рис.4

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.

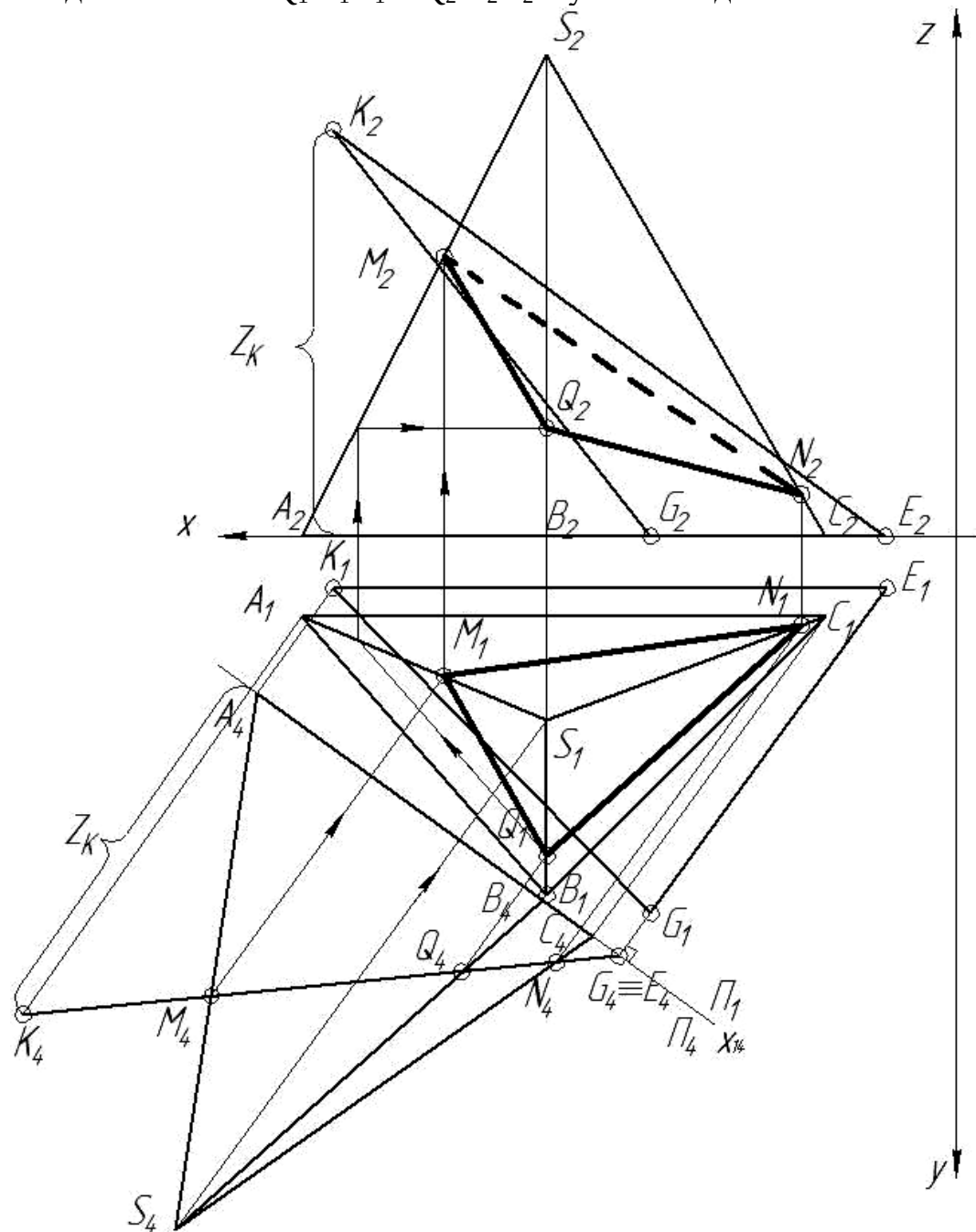


Рис.5

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.

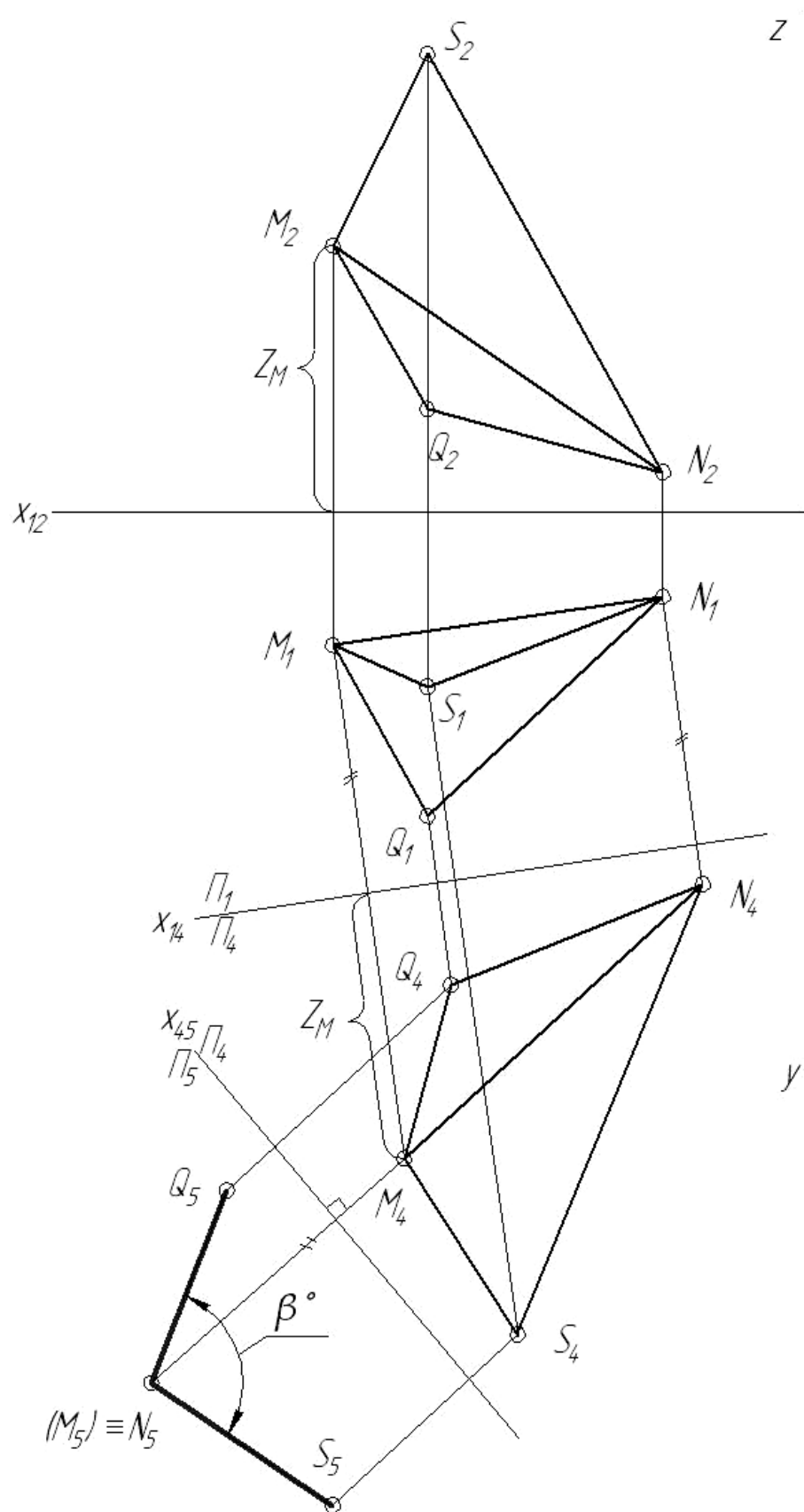


Рис. 6

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.



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.

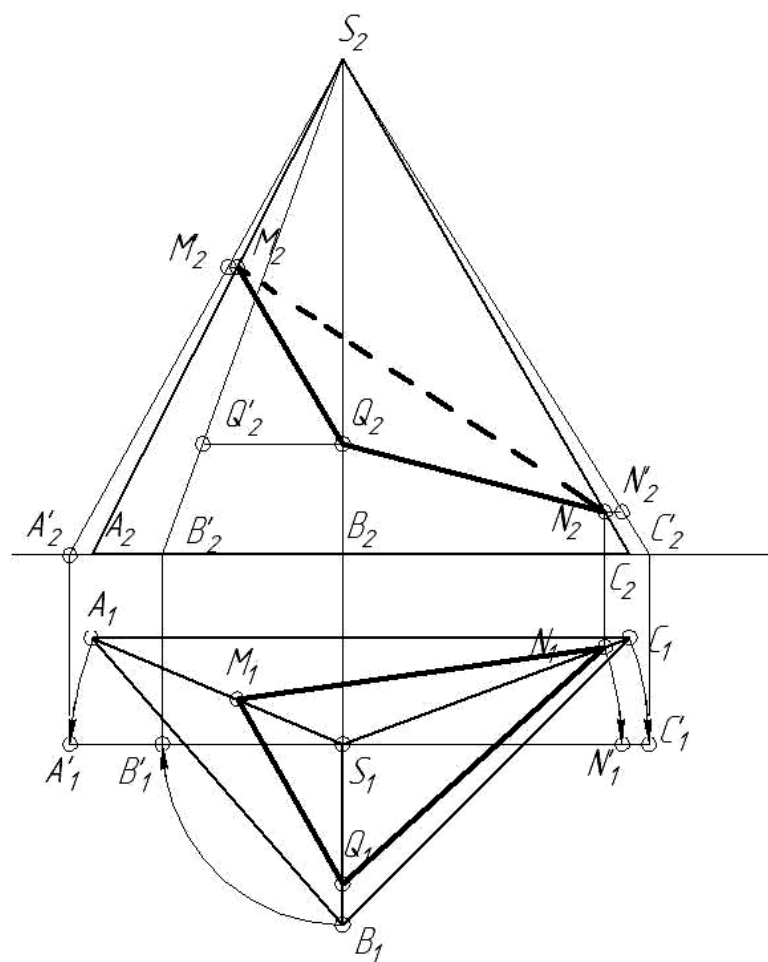


Рис.9а

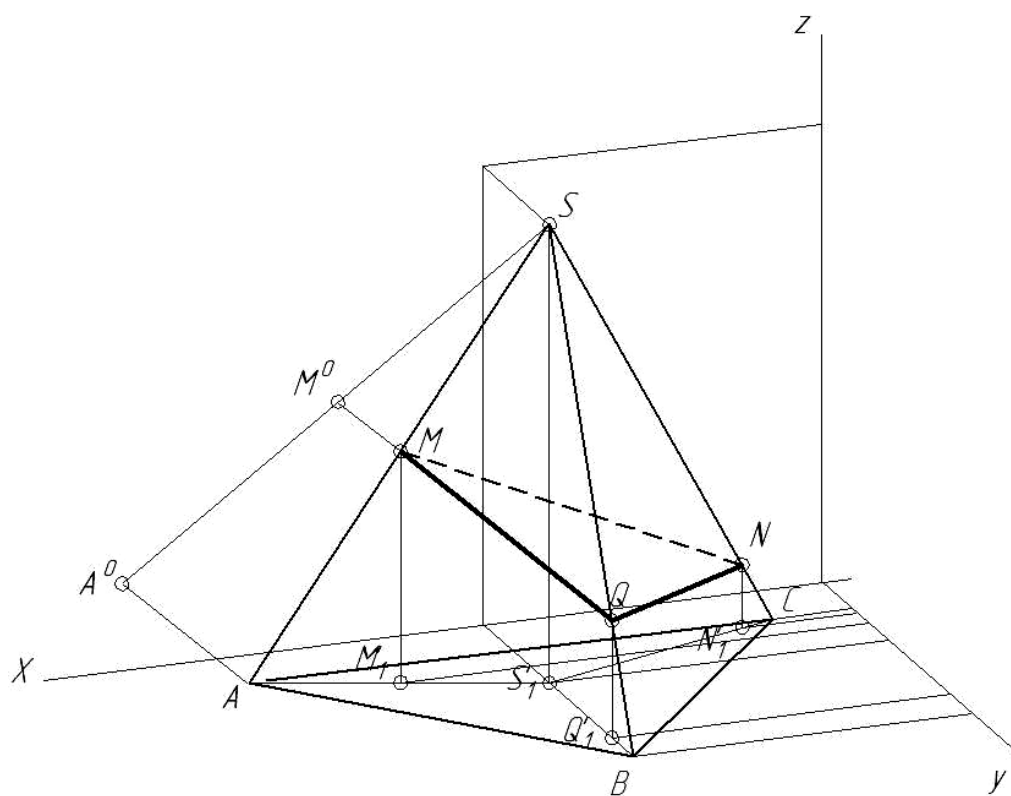


Рис.9б

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.

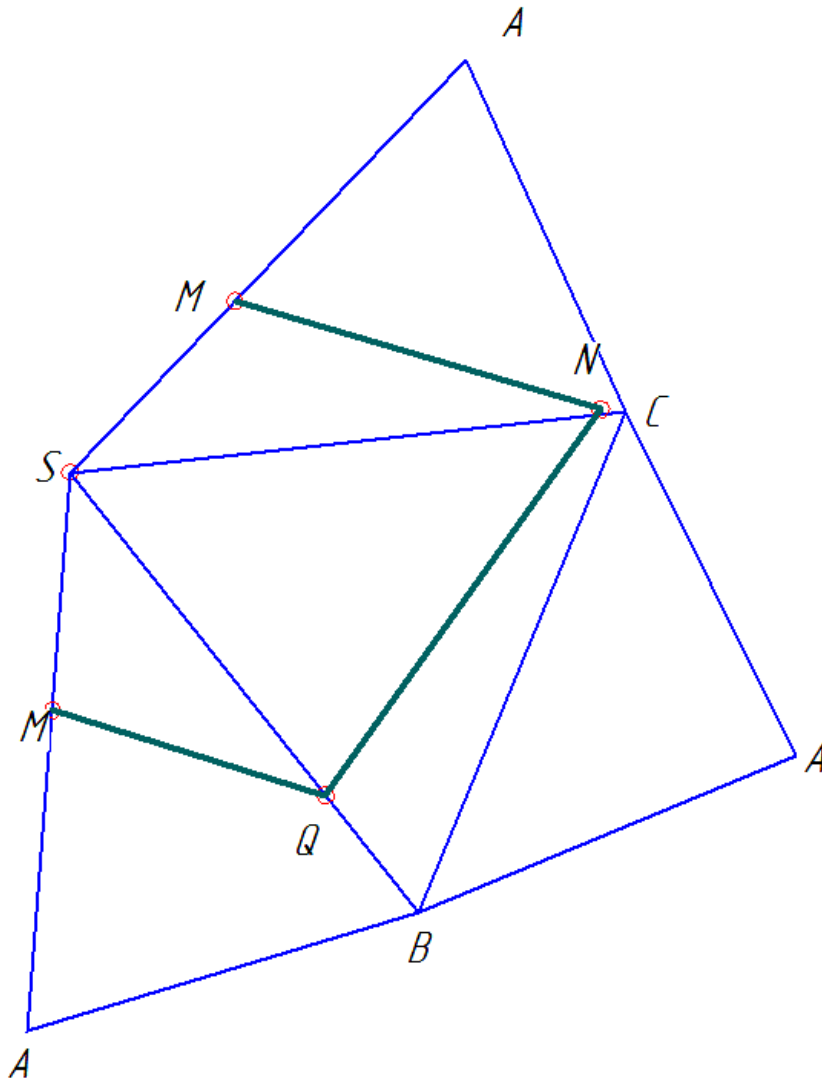


Рис.10

ЛИТЕРАТУРА.

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

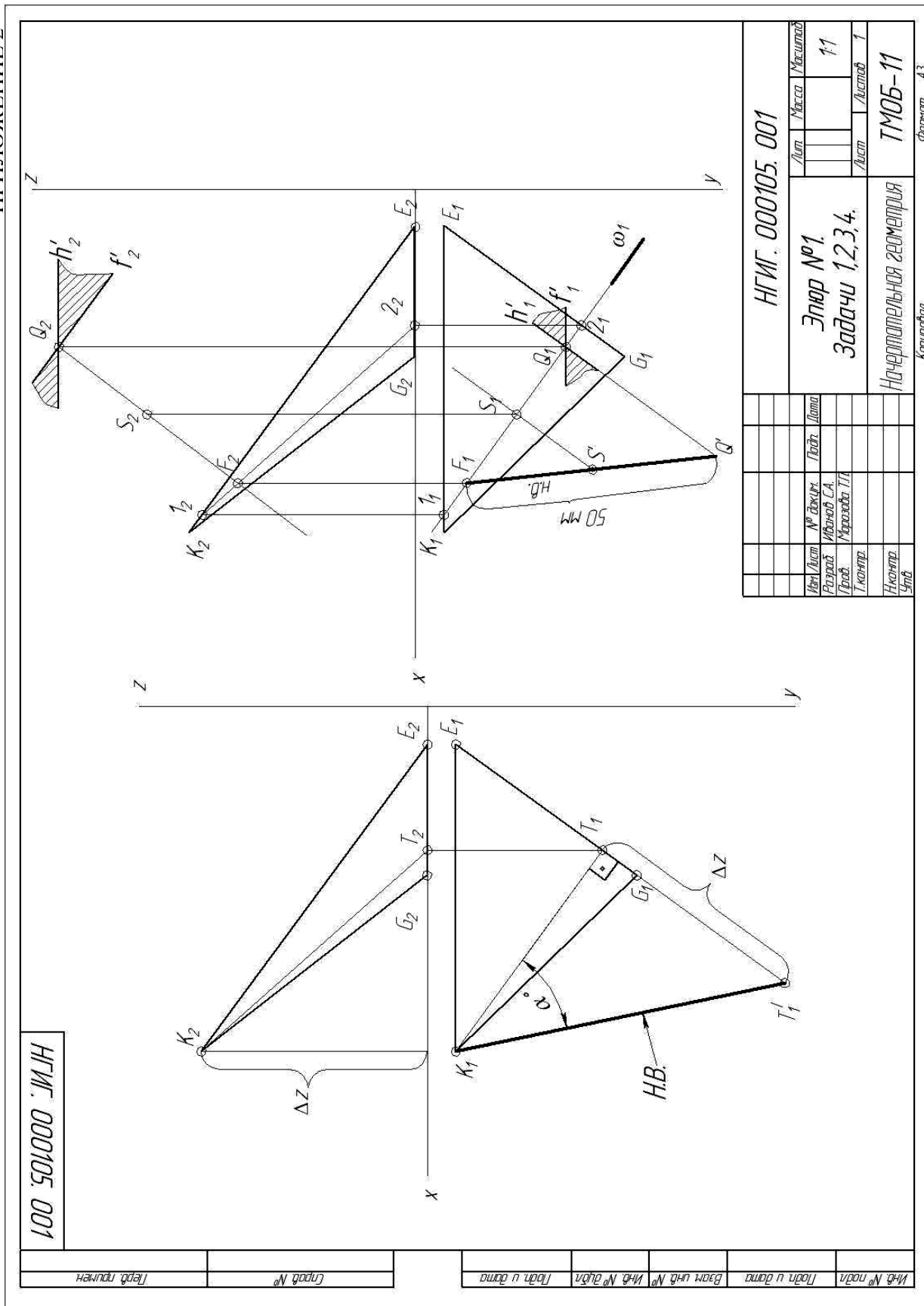
2.Виницкий И.Г. Начертательная геометрия. / М.: Высшая школа,1995.- 188с., ил.

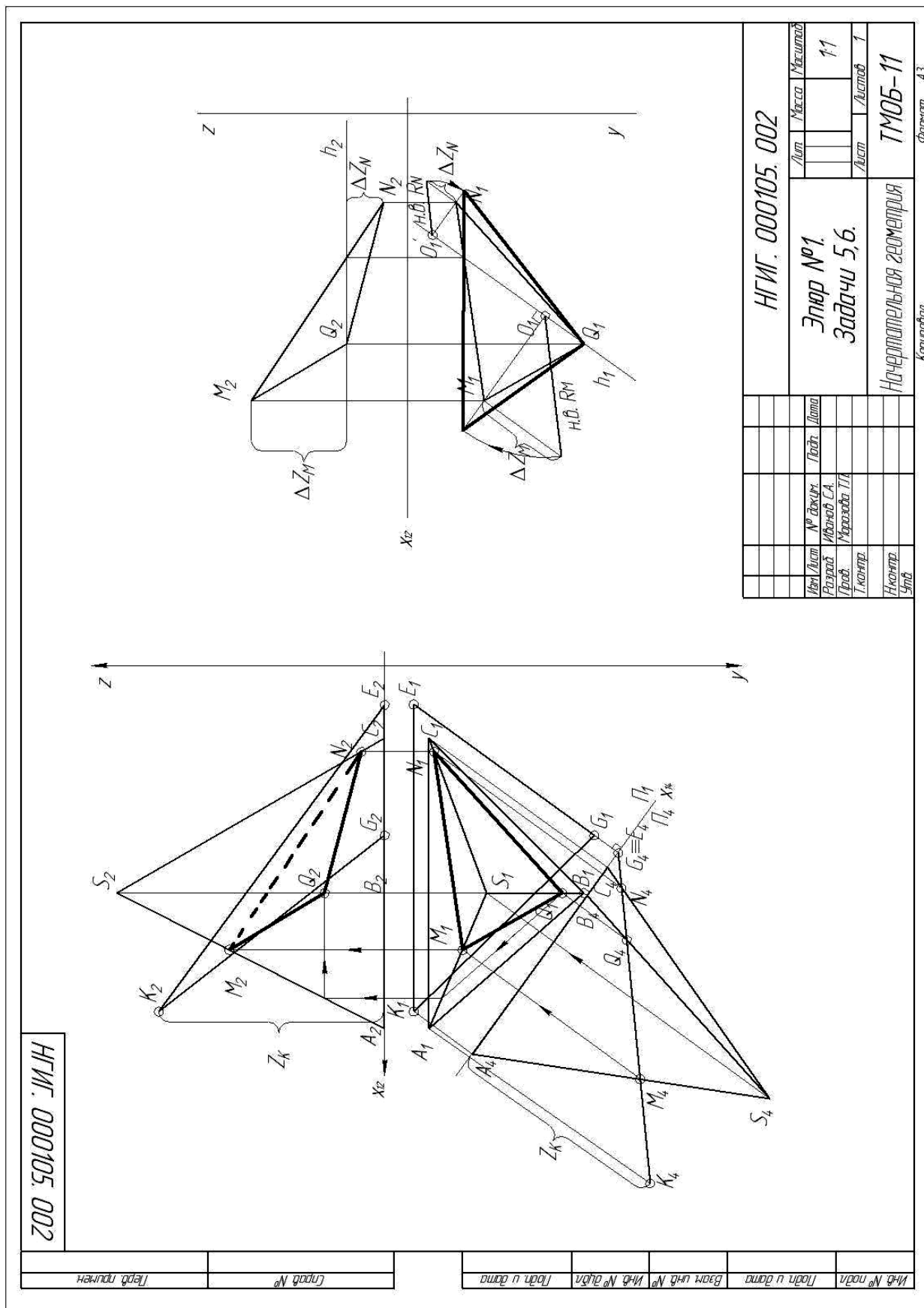
3. Надеждин В.И., Николаева Н. А. Преобразование чертежа/ Саратов, Саратов. гос. технич. ун-т. 1998, 24с.

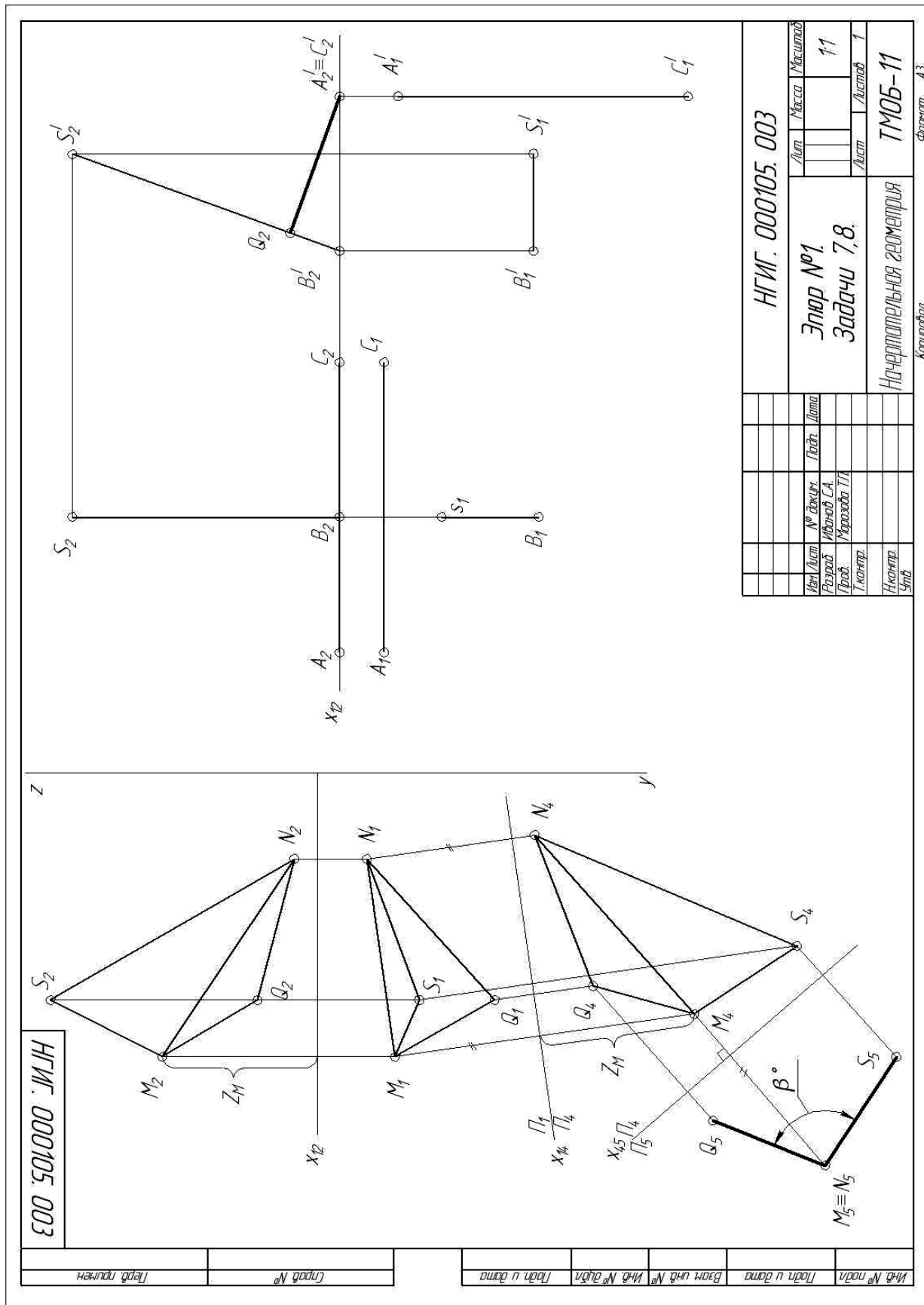
Варианты заданий к выполнению эпюра.

№ 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







[illegible]

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.
Тираж 100 экз.	Уч.-изд.л.
Заказ	Бесплатно

Саратовский государственный технический университет
410054, Саратов, Политехническая ул., 77
Отпечатано в РИЦ СГТУ. 410054, Политехническая ул., 77