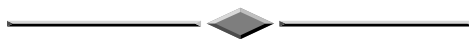


515(07)  
М545

№ 1687

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ТАГАНРОГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

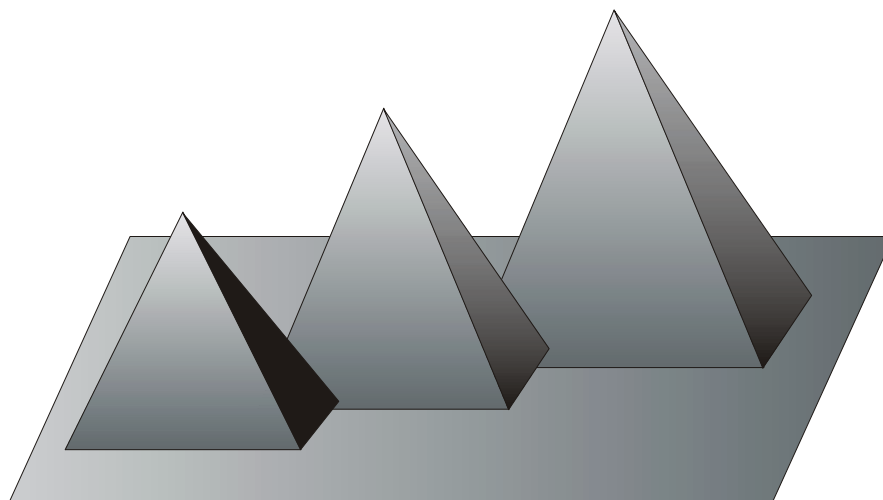


Методические указания к домашней работе №2

## ПИРАМИДА

ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Кафедра  
инженерной  
графики



# ЕГФ

Таганрог 1999

УДК 515(07)

Аббасов И.Б. Методические указания к домашней работе № 2 "Пирамида" по инженерной графике. Таганрог. Изд-во ТРТУ. 1999. 18с.

Методические указания содержат задания, подробные поэтапные объяснения и соответствующие графические решения задач по теме "Пирамида" раздела "Начертательная геометрия" курса инженерной графики.

Работа содержит контрольные вопросы для собеседования по второму циклу обучения и список рекомендуемой учебной и методической литературы.

Методические указания предназначены для студентов ТРТУ и его филиалов применительно к технологии обучения по системе РИТМ и могут быть использованы для дистанционного образования.

Табл. 2. Ил. 7. Библиогр.: 6 назв.

Рецензент:

В.Г. Ли, доцент кафедры инженерной графики ТРТУ

© Таганрогский государственный радиотехнический университет, 1999.

© Аббасов И.Б., 1999.

## ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для выполнения домашней работы № 2 по теме "Пирамида" в соответствии с рабочей программой по инженерной графике для студентов ТРТУ.

Целью данной работы является обеспечение студента необходимыми теоретическими сведениями из курса начертательной геометрии для решения задач на эпюре Монжа по построению сетки пирамиды, определения натуральных величин высоты и двугранного угла при боковом ребре пирамиды и проекции фигуры сечения пирамиды проецирующей плоскостью.

Работа выполняется карандашом на чертежной бумаге формата А4 (210×297). Рекомендуется использовать цветные карандаши для выделения искомого результата: фигуры сечения, натуральной величины высоты пирамиды и т. д.

Для выполнения графических работ студенту необходимо иметь:

- готовальню (набор чертежных инструментов) типа НЧК-24-1;
- набор карандашей марки "Конструктор" (с грифелем марки М, Т);
- чертежную бумагу формата А4;
- ластик для стирания линий, выполненных карандашом;
- чертежную доску формата А1 или А2.

Линии на чертеже должны иметь следующую толщину:

- основная линия –  $s = 0,8 \dots 1,0$  мм;
- сплошная тонкая и штриховая линии –  $s/2 = 0,4 \dots 0,5$  мм.

Надписи и цифры выполняются чертежным шрифтом высотой 5 или 7 мм, а для обозначений чертежей – высотой 10 мм (ЕСКД ГОСТ 2.304-81).

**Пирамида** - от греческого слова *pyramis, pyramidos*, означает многогранник. **Многогранник** – это объединение замкнутой многогранной поверхности и ее внутренней области. Совокупность всех вершин и ребер многогранника называется **сеткой**. Многогранник, все грани которого представляют собой правильные и равные многоугольники, называют **правильным**. Углы при вершинах такого многогранника равны между собой.

**Пирамида** - это многогранник, одной из граней которого служит многоугольник, а остальные грани (боковые) являются треугольниками с общей вершиной. В зависимости от числа боковых граней пирамиды делятся на треугольные, четырехугольные и т. д. Отрезок перпендикуляра, опущенного из вершины пирамиды на плоскость ее основания, называется **высотой** пирамиды.

**Пирамида** называется правильной, если в основании ее лежит правильный многоугольник и высота пирамиды проходит через центр основания. Боковые грани правильной пирамиды есть равные между собой равнобедренные треугольники.

**Пирамида** в архитектуре - монументальное сооружение, имеющее правильную пирамидальную (иногда ступенчатую или башнеобразную) форму и характерное в основном для древнего мира. Как правило, пирамидами называют гробницы египетских фараонов Древнего и Среднего царств, воплощающие идею о сверхчеловеческом величии правителя (около 2800 - около 1700 гг. до н. э.). Крупнейшей из древнеегипетских пирамид является пирамида фараона Хуфу (известного грекам как Хеопс) в Гизе. Высота пирамиды Хуфу составляет 146,6 м, а сторона её квадратного основания 230 м. Она была построена за 20 лет в 28 веке до н. э. Мумифицированное тело Хуфу было помещено в погребальную камеру в самом центре его пирамиды. Постройки типа пирамид, служившие постаментами для храмов и связанные с космологическими культами, возводились также в Центральной и Южной Америке преимущественно в 1-м тыс. н. э.

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И УСЛОВИЯ ЗАДАЧ

Исходные данные для выполнения графической работы "Пирамида" приведены в табл. 1 и 2, где заданы координаты вершин  $H$  пирамиды, лежащей в плоскости  $\Pi_1 (z_H = 0)$ , направление проекций высоты  $r (r_1, r_2)$  пирамиды с острыми углами  $\psi = r_2 \wedge x$ ,  $\gamma = r_1 \wedge x$  и фигуры основания пирамиды (фигура основания вписана в окружность).

***Выбор номера варианта определяется по списку журнала группы.***

***Необходимо построить:***

- проекции точки пересечения  $S (S_1, S_2)$  высоты пирамиды с ее основанием;
- проекции сетки пирамиды;
- натуральную величину (*н.в.*) высоты  $HS$  пирамиды;
- натуральную величину отрезка  $AS$  (радиус описанной окружности основания пирамиды) перпендикуляра от точки  $A$  до высоты  $HS$  ;
- натуральную величину двугранного угла  $\alpha$  при боковом ребре пирамиды (ребро выбирается так, чтобы графические построения не выходили за рамку чертежа);
- проекции фигуры сечения пирамиды с фронтально-проецирующей плоскостью  $\Sigma (\Sigma_2 \parallel x)$ , проходящей через точку  $S$  (данное положение секущей плоскости является рекомендательным).

### 1.1. Алгоритм выполнения работы

**1этап.** Разметка формата А4 чертежной бумаги.

На чертежной бумаге формата А4 вычерчивается внешняя рамка с размерами 210×297 мм по ГОСТу 2.301-68, которая выполняется тонкой линией  $-s/2$ . Внутренняя рамка (рамка чертежа) вычерчивается основной линией -  $s$ , причем справа, сверху и снизу на расстоянии 5 мм, а слева на расстоянии 20 мм (поле

для подшивки чертежа) от внешней рамки. Вдоль короткой стороны формата вычерчивается *основная надпись* с размерами 185×55 мм (ГОСТ 2.104-68) (рис.1).

На поле чертежа вычерчивается горизонтальная ось  $Ox$  на расстоянии  $\Delta z$  от верхней кромки внутренней рамки чертежа. Строятся проекции точки  $H_1$  и



Рис.1. Разметка формата

$H_2$  - вершины пирамиды по заданным ее координатам. Вычерчиваются проекции  $r_1$ , и  $r_2$  высоты пирамиды по заданным углам  $\gamma = r_1 \wedge x$  и  $\psi = r_2 \wedge x$ . Строятся проекции  $A_1$  и  $A_2$  вершины  $A$  основания пирамиды (рис.1).

Фрагмент заполнения основной надписи чертежа домашней работы № 2 показан на рис.2.

					<b>ЦТРК. 099123. 201</b>		
					<b>Пирамида</b>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>			<b>1:1</b>
<i>Разраб.</i>							
<i>Проев.</i>							
<i>Т. контр.</i>					<i>Лист</i>		<i>Листов</i>
<i>Н. контр.</i>					<b>ТРТУ эр. И-19</b>		
<i>Утв.</i>							

Рис.2. Фрагмент заполнения основной надписи

Обозначение чертежа домашней работы № 2 кодируется так, как показано на рис.3.



Рис.3. Структура обозначения чертежа

2 этап. Для определения натуральной величины высоты пирамиды методом замены плоскостей проекций преобразуем эпюр Монжа таким образом, чтобы высота  $r (r_1, r_2)$  была параллельно новой плоскости проекции. Для этого новую ось  $X_{14}$  проведем параллельно  $r_1$  на расстоянии 30-35 мм (или необ-

ходимо провести новую ось  $X_{14}$  так, чтобы она оказалась за проекцией  $A_1$  точки  $A$  на плоскости  $\Pi_1$ ) и строим проекции точек  $A$  и  $H$  и высоты  $r$  на новой плоскости проекции  $\Pi_4$ .

На плоскости  $\Pi_4$  через проекцию  $A_4$  точки  $A$  проводим  $\Theta_4$ -след плоскости основания пирамиды (основание пирамиды перпендикулярно плоскости  $\Pi_4$ ). Точка  $S_4 = \Theta_4 \cap r_4$  – проекция основания высоты пирамиды.  $H_4S_4$  – натуральная величина высоты пирамиды. Данный этап проиллюстрирован на рис. 4.

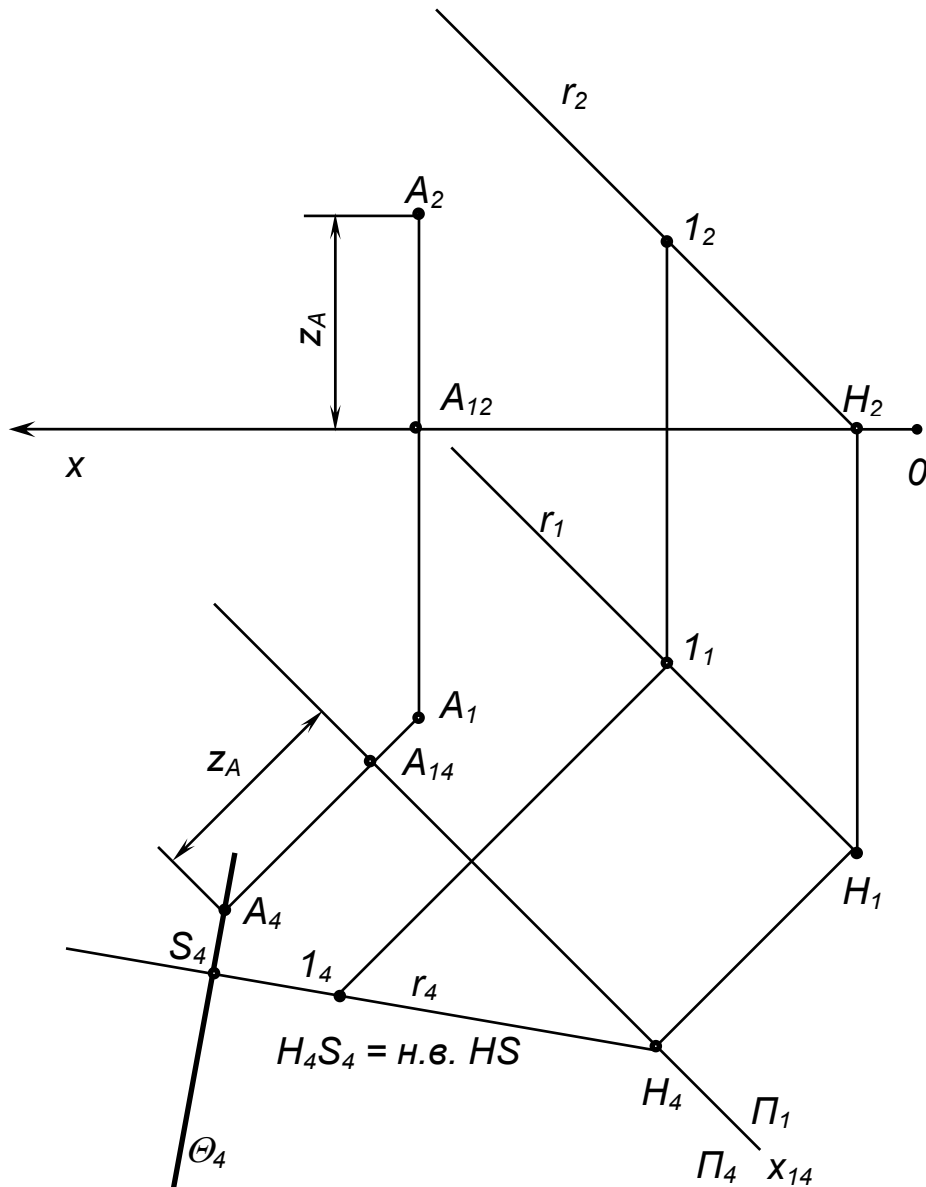


Рис. 4. Определение натуральной величины  
высоты пирамиды  $HS$



3 этап. Для построения сетки пирамиды произведем еще одну замену плоскостей. Новую плоскость проекции  $\Pi_5$  расположим параллельно плоскости  $\Theta$  основания пирамиды, следовательно, новую ось эюра  $X_{45}$  проводим параллельно следу основания пирамиды  $\Theta_4$  и строим проекции известных точек вершин пирамиды на плоскость  $\Pi_5$  (в качестве примера на рис.5 показаны построения для точки  $A$ ).

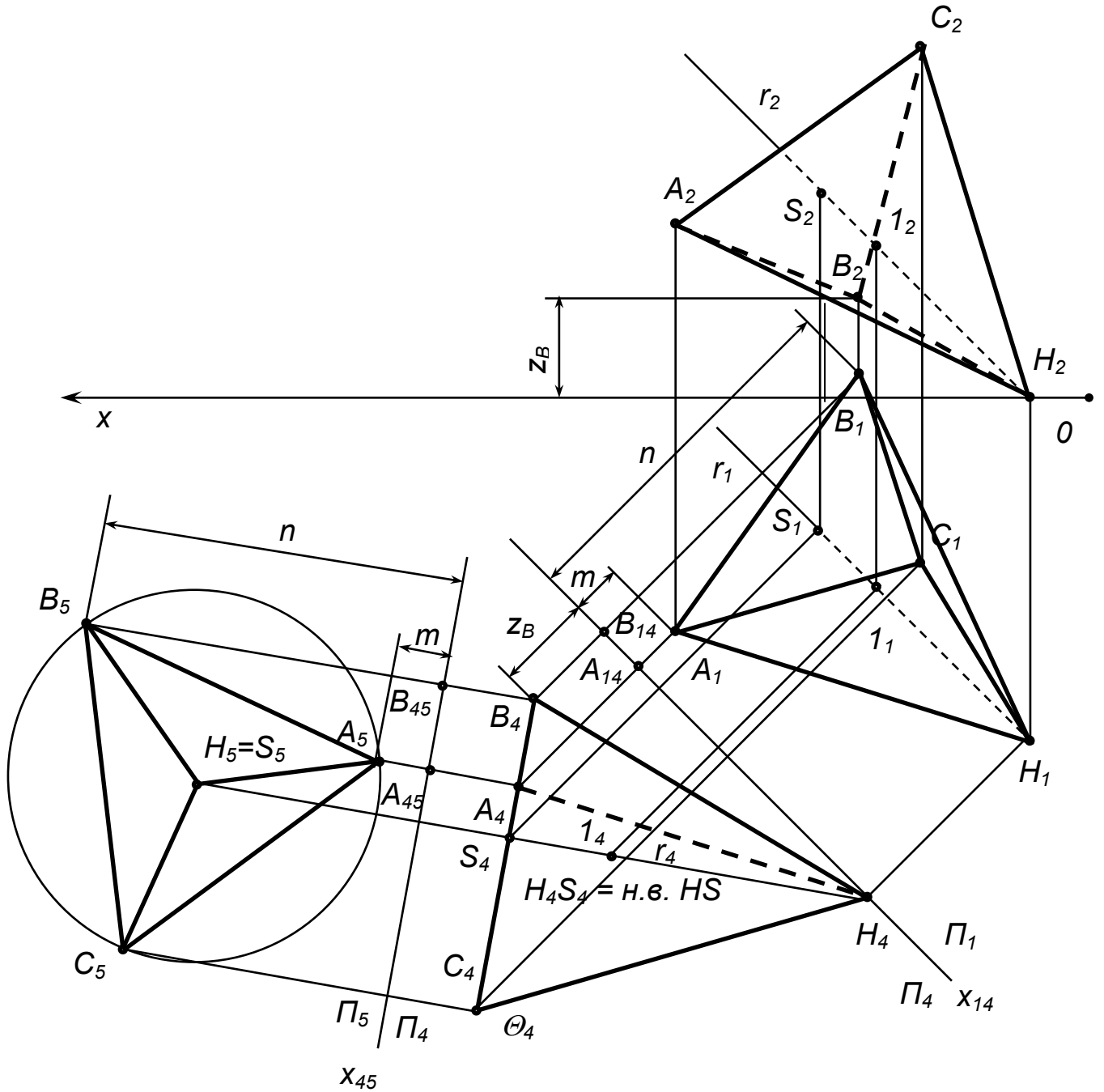


Рис.5. Построение сетки пирамиды

На плоскость  $\Pi_5$  основание пирамиды спроецируется в натуральную величину, поэтому можно построить в соответствии с вариантом (табл. 2) многоугольник основания пирамиды, который вписывается в окружность радиусом  $S_5A_5$ .

Для этого проведем окружность с центром в точке  $S_5$  радиусом, равным отрезку  $S_5A_5$ , и впишем в эту окружность заданный многоугольник  $A_5B_5C_5$ . Соединив точки  $A_5, B_5, C_5$  с точкой  $S_5$ , получим проекцию сетки пирамиды на плоскости  $\Pi_5$ . Проведем линии связи через точки  $B_5, C_5$  до пересечения со следом  $\theta_4$  плоскости, получим проекции вершин многоугольника  $B, C$  на плоскости  $\Pi_4 - B_4, C_4$ . Выполняя аналогичные обратные построения, получим проекции сетки пирамиды на исходных плоскостях проекций (рис. 5). В качестве иллюстрации показаны обратные построения для точки  $B$ .

**4 этап.** Для определения натуральной величины двугранного угла  $\alpha$  воспользуемся методом замены плоскостей проекций (также возможно применение метода плоско-параллельного перемещения, из соображений оптимального использования поля чертежа мы задаем боковое ребро  $HC$ ). Преобразуем эюр так, чтобы ребро двугранного угла  $HC$  было перпендикулярно плоскости проекции: тогда двугранный угол  $\alpha$  спроецируется на эту плоскость проекций в линейный угол, который и определит его величину. Для этого надо выполнить две замены плоскостей проекций: выбираем новую плоскость параллельно ребру двугранного угла. Новую ось  $x_{26}$  проводим параллельно проекции ребра  $H_2C_2$  и строим проекции  $A_6, B_6, C_6, H_6$  на плоскости  $\Pi_6$  точек  $A, B, C, H$ . Новую ось  $x_{67}$  проводим перпендикулярно  $H_6C_6$  и строим проекции  $A_7, B_7, C_7, H_7$  на плоскости  $\Pi_7$  точек  $A, B, C, H$ . На плоскость  $\Pi_7$  отрезок  $HC$  спроецируется в одну точку  $H_7 = C_7$ , а острый угол между отрезками  $H_7A_7$  и  $H_7B_7$  определит величину двугранного угла  $\alpha$  при боковом ребре пирамиды  $HC$  (рис. 6). В качестве примера на рис. 6 показаны построения для точки  $C$ .

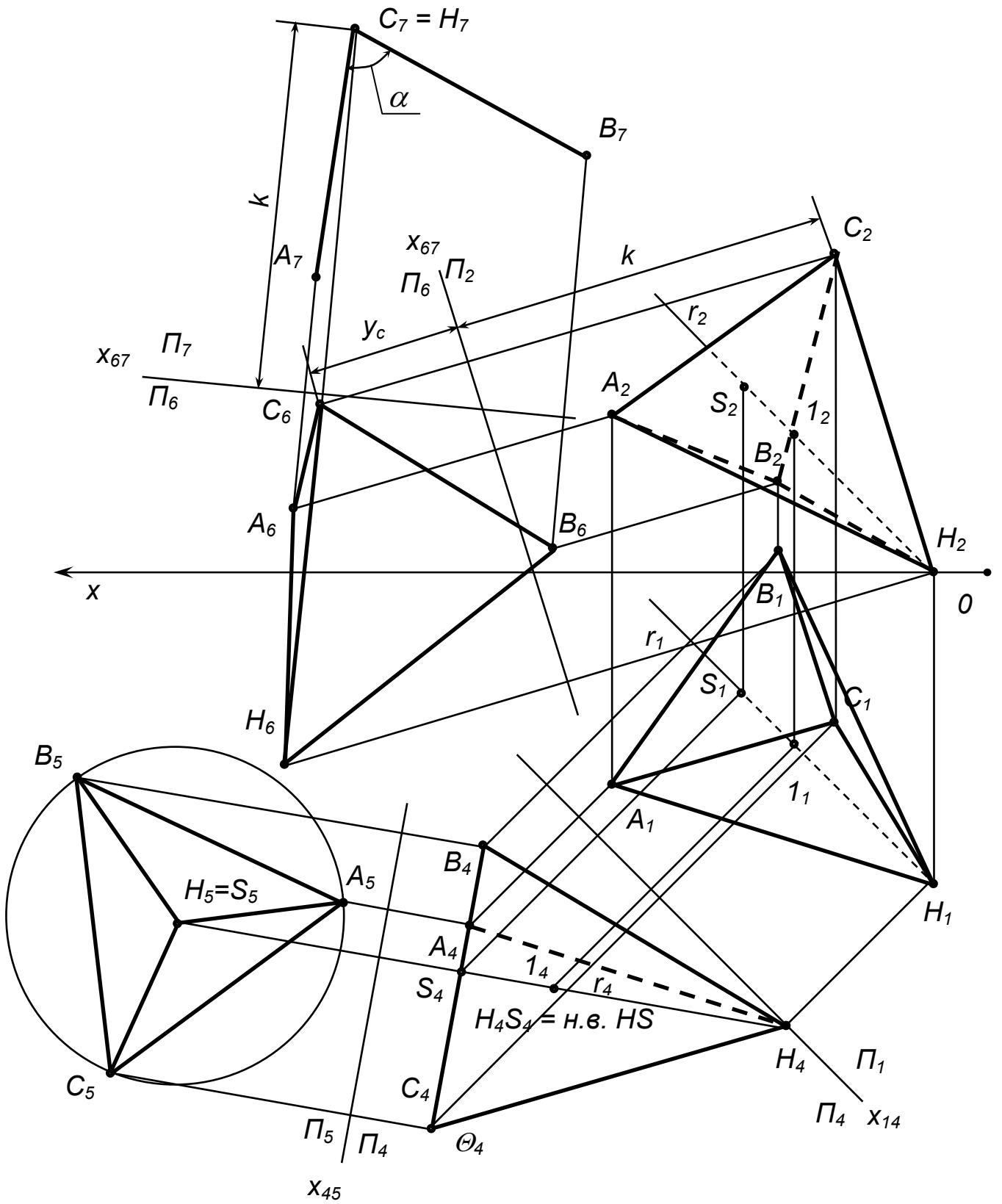
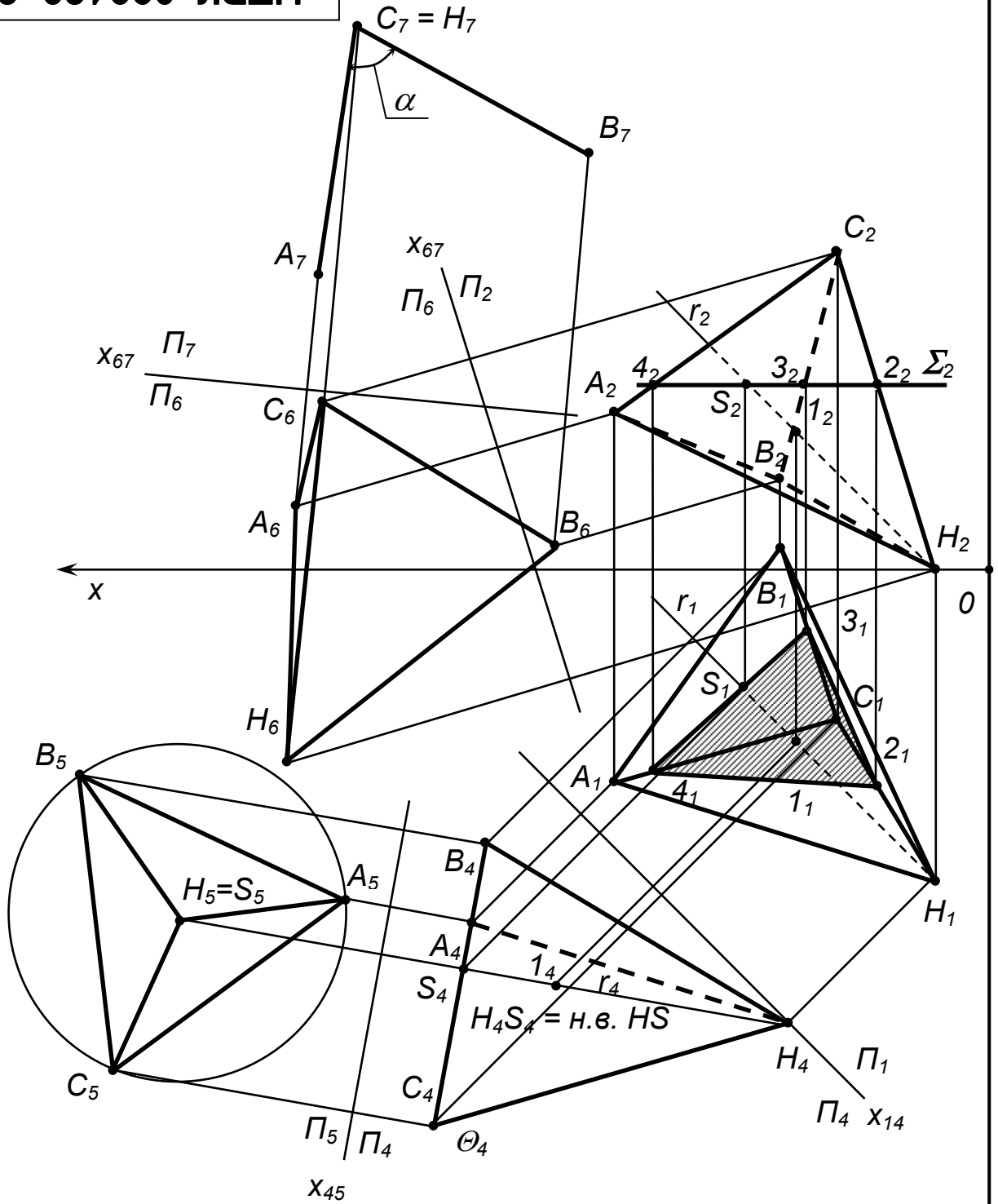


Рис.6. Определение двугранного угла при боковом ребре  $HC$

ЦТРК. 099123. 201



ЦТРК. 099123. 201

Пирамида

Лит.	Масса	Масштаб
------	-------	---------

1:1

Лист	Листов
------	--------

Рис. 7. Пример работы

ТРТУ эр. И-19

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т. контр.				
Н. контр.				
Утв.				

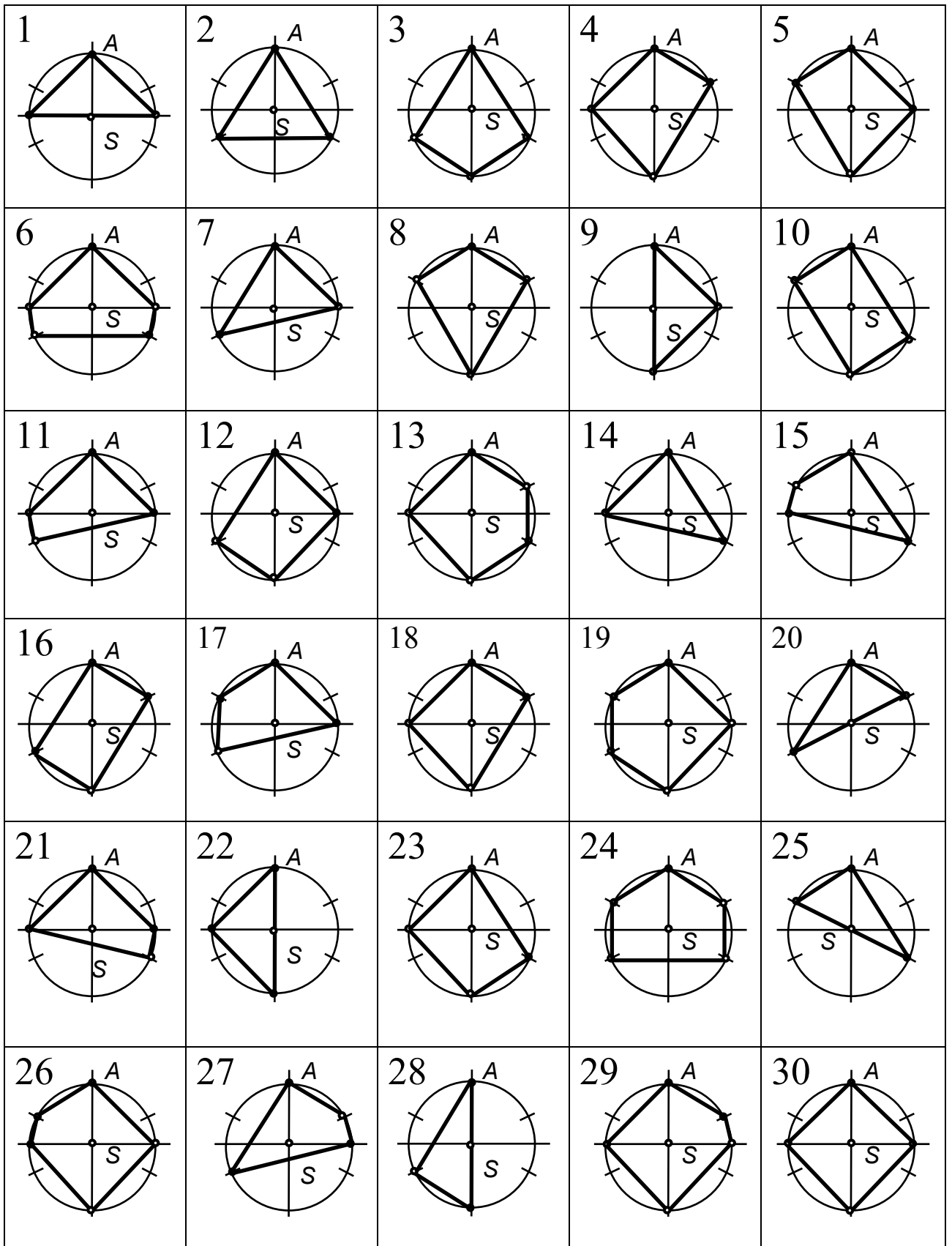
5 этап. После выполнения первых трех задач задаем положение секущей плоскости. Плоскость  $\Sigma$  - фронтально-проецирующая  $\Sigma \perp \Pi_2, \Sigma_2 \parallel X$  и проходит через точку  $S$ . Для построения фигуры сечения пирамиды плоскостью  $\Sigma$  определяем последовательно точки пересечения  $2_2, 3_2, 4_2$  ребер пирамиды плоскостью  $\Sigma$  на фронтальной плоскости проекции, а затем по линиям связи определяем горизонтальные проекции точек пересечения  $2_1, 3_1, 4_1$  ребер пирамиды плоскостью  $\Sigma$ . Соединив точки  $2_1, 3_1, 4_1$ , получим фигуру сечения пирамиды плоскостью  $\Sigma$ . Необходимо отметить, что в нашем случае фигура сечения проецируется в натуральную величину. Возможны и другие варианты задания секущей плоскости.

Пример выполнения домашней работы № 2 показан на рис. 7.

Таблица 1.  
Варианты заданий для домашней работы № 2

№ варианта	$\Delta z$	A			H			$\psi$	$\gamma$
		x	y	z	x	y	z		
1	135	70	40	30	10	65	0	45	45
2	140	70	45	45	20	50	0	30	30
3	145	25	35	55	10	50	0	60	60
4	150	17	25	50	10	70	0	45	60
5	135	2	36	44	10	80	0	60	75
6	140	70	40	30	10	65	0	45	45
7	145	70	45	45	20	50	0	30	30
8	150	25	35	55	10	50	0	60	60
9	135	2	36	44	10	80	0	60	70
10	150	17	25	50	10	70	0	45	60
11	140	70	40	30	10	65	0	45	45
12	135	70	45	45	20	50	0	30	30
13	145	25	35	55	10	50	0	60	60
14	135	2	36	44	10	80	0	60	75
15	145	17	25	50	10	70	0	45	60
16	140	70	40	30	10	65	0	45	45
17	150	25	35	55	10	50	0	60	60
18	145	70	45	45	20	50	0	30	30
19	135	2	36	44	10	80	0	60	75
20	150	17	25	50	10	70	0	45	60
21	140	70	40	30	10	65	0	45	45
22	145	70	45	45	20	50	0	30	30
23	150	25	35	55	10	50	0	60	60
24	135	2	36	44	10	80	0	60	70
25	145	70	40	30	10	65	0	45	45
26	150	17	25	50	10	70	0	45	60
27	135	70	45	45	20	50	0	30	30
28	145	25	35	55	10	50	0	60	60
29	135	2	36	44	10	80	0	60	75
30	150	17	25	50	10	70	0	45	60

Таблица 2.  
Основание пирамиды согласно варианту.



## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое многогранник? Основные понятия и определения.
2. Как осуществляется задание многогранника на проекционном чертеже?
3. Что такое пирамида? Основные понятия и определения.
4. Какие поверхности ограничивают тела Платона? Перечислите их.
5. Какая количественная зависимость существует между вершинами, ребрами и гранями тел Платона (теорема Эйлера)?
6. Что понимается под понятием "сечение" согласно ГОСТ 2.305-68?
7. Какие фигуры могут получиться в сечении многогранников плоскостями?
8. Сколько может быть у пирамиды прямых двугранных углов?
9. Какое максимальное число углов может иметь фигура сечения заданной пирамиды плоскостями?
10. Сколько надо сделать замен плоскостей проекций, чтобы спроецировать прямую общего положения в точку?
11. Есть ли у заданной пирамиды тупые двугранные углы?
12. В каком случае фигура сечения будет проецироваться в натуральную величину?
13. Что получится, если секущая плоскость  $\Sigma \parallel \Pi_2$ ?
14. Может ли в сечении трехгранной пирамиды получиться: треугольник, четырехугольник, пятиугольник?
15. Сколько надо сделать замен плоскостей проекций, чтобы найти натуральную величину прямого общего положения?
16. Сколько вершин, ребер и граней имеет тетраэдр?
17. В каком случае углы при вершинах многогранника равны между собой?
18. Можно ли описать вокруг любой пирамиды сферу?



## ЛИТЕРАТУРА

1. Утишев Е .Г. Геометрические модели проекционного чертежа: Учебное пособие. Таганрог: ТРТУ, 1995. 67с.
2. Вареца В. П. Инженерная графика. Краткий курс лекций по дисциплине "Инженерная графика". Таганрог: ТРТУ, 1997. 108с.
3. Утишев Е.Г. Завидский А.В., Чернов Н.Н. Методические указания и задания к графической работе по теме "Позиционные и метрические задачи". Таганрог: ТРТИ, 1990. 7с.
4. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. ГОСТ 2.301- 68, ..., ГОСТ 2.317-69.
5. Фролов С.А. Начертательная геометрия. М.: Машиностроение, 1983. 240с.
6. Большая советская энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, Т.19. 1975. 648с.

Аббасов Ифтихар Балакиши оглы

Методические указания к домашней работе № 2

**ПИРАМИДА**

ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Ответственный за выпуск Аббасов И.Б.

Редактор Белова Л. Ф.

Корректор Пономарева Н. В.

ЛР № 020565

Подписано к печати . . .99 г.

Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. – Уч. - изд. л. –

Тираж 500 экз. Заказ № .

«С»

---

Издательство Таганрогского государственного  
радиотехнического университета  
ГСП 17А, Таганрог, 28, Некрасовский, 44  
Типография Таганрогского государственного  
радиотехнического университета  
ГСП 17А, Таганрог, 28, Энгельса, 1