

Министерство образования и науки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
“Казанский национальный исследовательский
технологический университет”

ЭПЮР № 1

Методические указания

Казань
Издательство КНИТУ
2013

Составители: доц. И.Н.Поникарова,
доц. Л.М.Васильева
ассист. Р.Р. Нигматов

Эпюр № 1: методические указания /сост.: И.Н.Поникарова,
Л.М.Васильева, Р.Р.Нигматов ; М-во образ. и науки России, Казан. нац. ис-
след. технол. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 16 с.

Даны методические указания, задания, алгоритм решения задач, требо-
вания к оформлению заданий и примеры выполнения.

Предназначены для студентов всех форм обучения, изучающих дисци-
плины «Начертательная геометрия», «Инженерная графика», «Начертатель-
ная геометрия и инженерная графика».

Подготовлены на кафедре инженерной компьютерной графики и авто-
матизированного проектирования.

Печатаются по решению методической комиссии института управле-
ния, автоматизации и информационных технологий.

Рецензенты: проф. *Э.Ш. Теляков*
доц. *Г. Н. Зиннатуллина*

Начертательная геометрия (или ее элементы в курсе инженерной графики) относится к базовым общеинженерным дисциплинам, закладывающим теоретические основы построения чертежей.

Содержанием начертательной геометрии являются:

- способы построения изображений пространственных геометрических объектов на плоскости;
- решение на плоском чертеже задач на взаимное положение геометрических объектов в пространстве (позиционные задачи);
- решение на плоском чертеже задач на определение размеров геометрических объектов (метрические задачи).

Графические работы по начертательной геометрии – это самостоятельные домашние работы студентов, являющиеся завершающим этапом в изучении определенного раздела курса. Эпюр №1 является завершающей работой раздела курса «Точка. Прямая. Плоскость».

1. Цель работы

Построение проекций точки, прямой, плоскости.

Решение позиционных задач (построение прямой, перпендикулярной плоскости, определение точки пересечения прямой с плоскостью).

Решение метрических задач (определение натуральной величины отрезка прямой или натуральной величины угла наклона прямой к плоскости).

Задачи решаются без преобразования чертежа.

2. Объем и оформление работы

Выполнить графическое решение задачи на формате А3 (297х420) в масштабе 2:1. Исходные данные (координаты точек) взять из таблицы приложения 1. Номер задания соответствует порядковому номеру студента согласно журналу группы (для студентов заочного отделения – сумме двух последних цифр номера студенческого билета). Чертежи и надписи выполнить в соответствии с ГОСТ 2.303-68 (линии) и ГОСТ 2.304-68 (шрифты чертежные). Обозначения точек, прямых, плоскостей, алгоритм решения выполнить чертежным шрифтом №5. На чертеже поместить таблицу с координатами точек, заполнить ее чертежным шрифтом №7.

Заполнение граф основной надписи представлено в приложении 2.

3. Общие положения.

В основе построения изображений лежит метод проекций. В инженерной практике применяется проецирование на две или три взаимно-перпендикулярные плоскости проекций. В данной графической работе для решения поставленных задач достаточно использовать проецирование на две плоскости проекций – горизонтальную π_1 и фронтальную π_2 (рис.1). Соот-

ответственно A_1 – горизонтальная проекция точки A , A_2 – ее фронтальная проекция. Эти проекции могут быть построены по координатам точки $A(x, y, z)$: $A_1(x, y)$, $A_2(x, z)$.

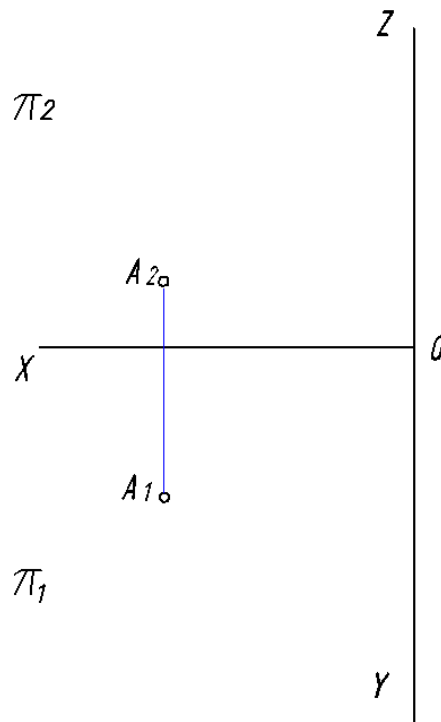


Рис. 1

. Решение задачи эпюра осуществляется на основании следующих положений элементарной и начертательной геометрии.

1. Прямая перпендикулярна плоскости, если она перпендикулярна двум пересекающимся прямым этой плоскости. В качестве таких прямых на комплексном чертеже используются горизонталь и фронталь плоскости, так как прямой угол проецируется на горизонтальную плоскость проекций в натуральную величину, если одна из его сторон является горизонталью, а на фронтальную плоскость проекций – если одна из его сторон является фронталью (другая сторона угла является прямой общего положения).

Таким образом, на эпюре *прямая перпендикулярна плоскости, если ее горизонтальная проекция перпендикулярна горизонтальной проекции горизонтали, а фронтальная проекция перпендикулярна фронтальной проекции фронтали этой плоскости.*

Построение перпендикуляра к плоскости ΔABC показано на рис.2. Для этого в плоскости проведены горизонталь и фронталь плоскости.

Горизонталь плоскости – это прямая, принадлежащая заданной плоскости и параллельная горизонтальной плоскости проекций π_1 . Построение горизонтали начинают с фронтальной проекции h_2 , которая всегда параллельна оси OX . На рис.2 она проведена через вершину C_2 . Горизонтальная проекция горизонтали строится по признаку принадлежности ее плоскости

$\triangle ABC$ (она должна проходить через две точки плоскости). На рис.2 горизонтальная проекция горизонтали проведена через точки C_1 и I_1 .

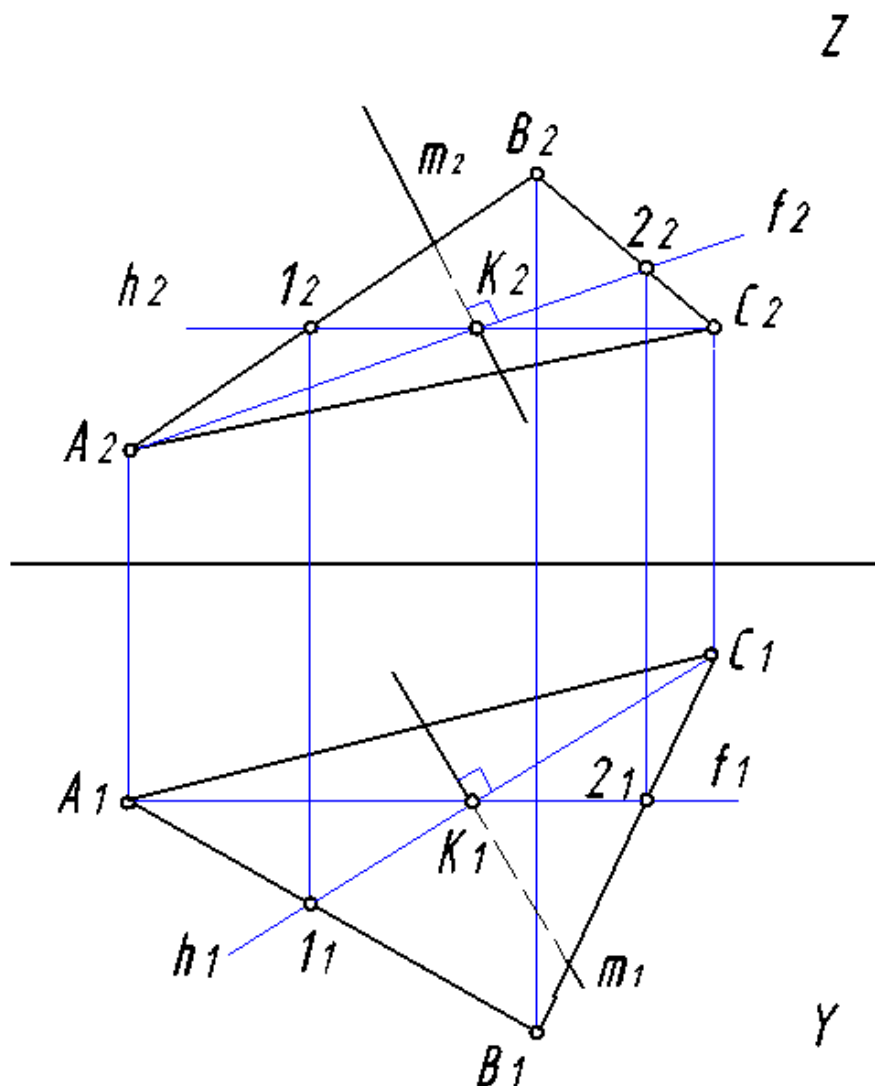


Рис. 2

Фронталь плоскости – это прямая, принадлежащая заданной плоскости и параллельная фронтальной плоскости проекций π_2 . Построение фронтали начинают с горизонтальной проекции f_1 , которая всегда параллельна оси OX . На рис.2 она проведена через вершину A_1 . Фронтальная проекция фронтали строится по признаку принадлежности ее плоскости ABC (она должна проходить через две точки плоскости). На рис.2 фронтальная проекция фронтали проведена через точки A_2 и 2_2 .

В точке пересечения горизонтали и фронтали плоскости K проведен перпендикуляр m к плоскости: $m_1 \perp h_1$, $m_2 \perp f_2$

2. Точка пересечения прямой с плоскостью общего положения определяется по следующему алгоритму:

- через прямую проводится вспомогательная проецирующая плоскость;
- определяется линия пересечения вспомогательной и заданной плоскостей;
- искомая точка находится на пересечении полученной линии и заданной прямой.

На рис.3 определена точка пересечения прямой m с плоскостью ΔABC :

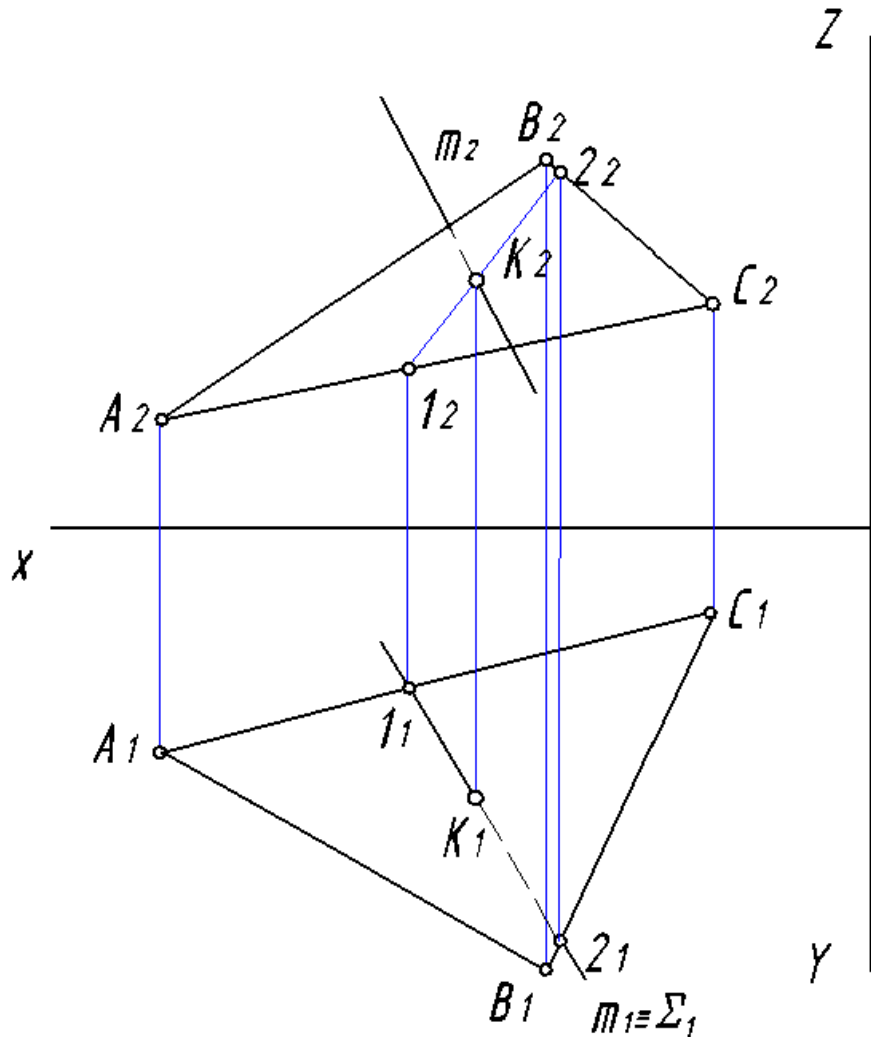


Рис.3

- через прямую m проведена вспомогательная горизонтально-проецирующая плоскость $\Sigma(\Sigma_I)$. На эюре проекция этой плоскости совпадает с горизонтальной проекцией прямой m ($m_I \equiv \Sigma_I$).

- определена линия пересечения $1-2$ вспомогательной плоскости и заданной. Ее горизонтальная проекция совпадает с горизонтальным следом плоскости $\Sigma(\Sigma_I)$., а фронтальная проекция определяется по признаку принадлежности линии $1-2$ плоскости ABC ($1 \in AC$, $2 \in BC$).

- на пересечении фронтальных проекций прямых m и $l-2$ определена фронтальная проекция искомой точки пересечения прямой m и плоскости ABC – точки K . Ее горизонтальная проекция лежит на горизонтальной проекции прямой m .

В качестве вспомогательной плоскости может быть также использована фронтально-проецирующая плоскость.

3. Для определения видимости геометрических элементов пользуются конкурирующими точками. Это точки, принадлежащие скрещивающимся прямым и лежащие на общей проецирующей прямой. Таким образом, на одной из проекций эти точки совпадают. Например, на рис.4 представлены скрещивающиеся прямые m и n . На фронтальной проекции точки A и B совпадают. Однако, их горизонтальные проекции имеют различные координаты y : точка A с большей координатой y_A расположена ближе к наблюдателю и поэтому на фронтальной проекции видима. По фронтальной проекции конкурирующих точек C и D определяют их видимость на горизонтальной проекции, на которой видима точка, расположенная выше, т.е. имеющая большую координату z . Большую координату z имеет точка C , поэтому на горизонтальной проекции она видима.

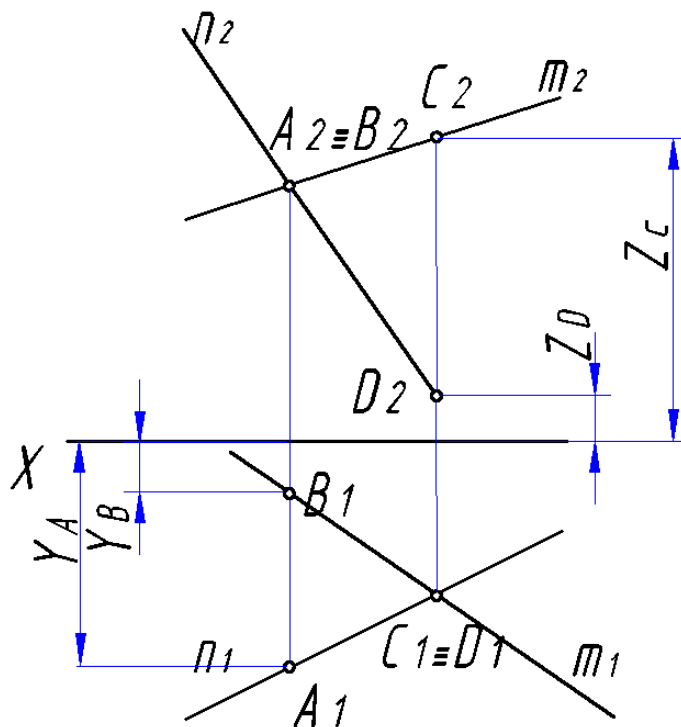


Рис.4

На рис.5 определена видимость прямой m , пересекающей треугольник ABC в точке K . Для определения видимости на горизонтальной проекции используем конкурирующие точки 1 и 2 , принадлежащие скрещивающимся прямым m и BC . Точка 2 , принадлежащая стороне треугольника BC , выше точки 1 , лежащей на прямой m . Следовательно, точка 1_1 и прямая m_1 , кото-

рой она принадлежит, на участке $K_1 - I_1$ невидимы. В точке пересечения K_1 видимость меняется на противоположную.

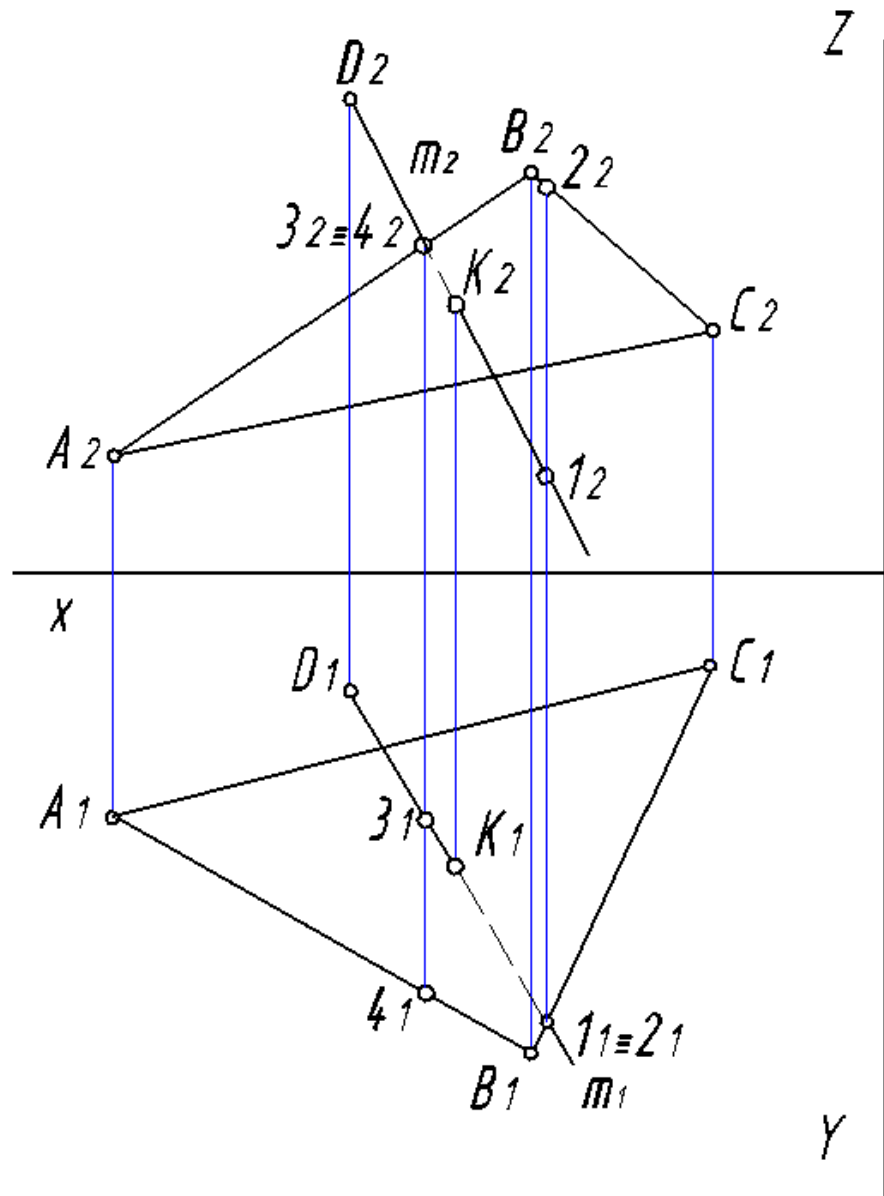


Рис.5

Точки 3 и 4, принадлежащие скрещивающимся прямым m и AB , используем для определения видимости прямой m на фронтальной проекции. Определим 3_1 и 4_1 . Y_4 больше y_3 , следовательно, точка 3 и прямая m , которой она принадлежит, дальше от наблюдателя, чем точка 4 и, соответственно, сторона треугольника AB . Поэтому отрезок прямой $3_2 - K_2$ невидимый. После точки K_2 фронтальная проекция прямой m – видимая.

4. Для определения натуральной величины отрезка прямой общего положения используется метод прямоугольного треугольника: *натуральная величина отрезка прямой – это гипотенуза прямоугольного треугольника, одним из катетов которого является горизонтальная (фронтальная) проек-*

ция отрезка, другим – разность расстояний концов отрезка от горизонтальной(фронтальной) плоскости проекций.

На рис.6 определена натуральная величина отрезка AB . В точке A_1 проведен перпендикуляр к горизонтальной проекции отрезка, длина которого $A_1A'_1$ равна разности координат z концов отрезка AB ($z_A - z_B$), определенной на фронтальной проекции. Гипотенуза полученного треугольника A'_1B_1 является натуральной величиной отрезка AB .

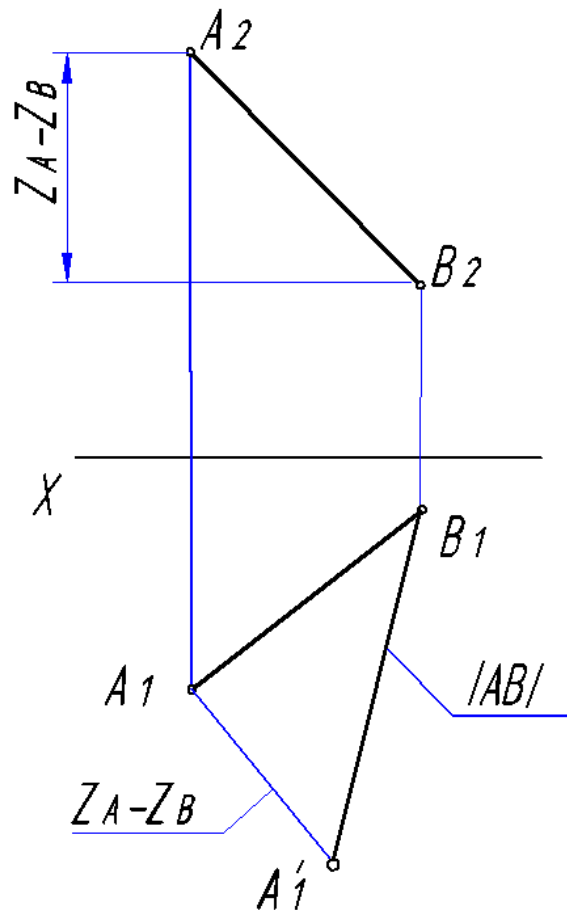


Рис.6

Аналогично натуральная величина отрезка может быть определена на фронтальной проекции. Для этого в точке A_2 можно провести перпендикуляр к фронтальной проекции отрезка, на котором следует отложить разность координат y концов отрезка AB , определенной на фронтальной проекции ($\Delta y = y_A - y_B$). Гипотенуза полученного треугольника является натуральной величиной отрезка AB .

4. Примеры выполнения заданий

Задача 1. Определить натуральную величину расстояния от точки D до плоскости треугольника ABC .

Кратчайшим расстоянием от точки до плоскости является длина перпендикуляра, опущенного из этой точки на плоскость. Рассмотрим поэтапное решение задачи (рис. 7).

1. Строим по координатам проекции точек A, B, C, D : $A_1(x, y)$, $A_2(x, z)$ и т.д. Соединим одноименные проекции точек A, B, C . Получим $\Delta A_1B_1C_1$ и $\Delta A_2B_2C_2$ – проекции треугольника ABC .
2. В ΔABC через удобные выбранные вершины проведем горизонталь $h(h_1, h_2)$ и фронталь $f(f_1, f_2)$. Горизонталь h проведем через вершину C ($h_2 \parallel OX$); через вершину A проведем фронталь f ($f_1 \parallel OX$). h_1 и f_2 находим по принадлежности этих линий плоскости треугольника ABC .
3. Из точки D (D_1, D_2) проведем прямую m , перпендикулярную ΔABC , согласно условию перпендикулярности прямой и плоскости: $m \perp \Delta ABC$, если $D_1 \in m_1$, $m_1 \perp h_1$ и $D_2 \in m_2$, $m_2 \perp f_2$.

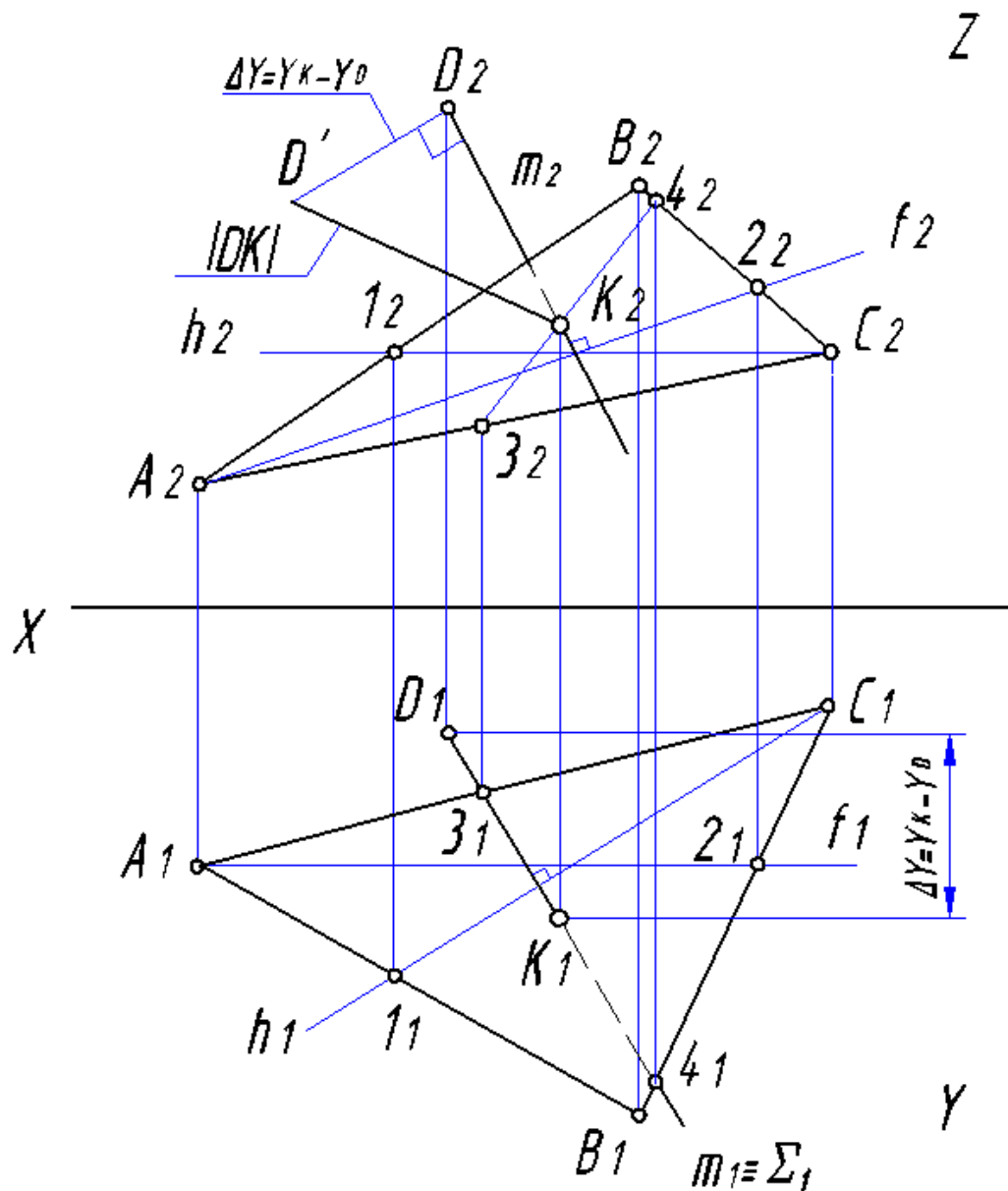


Рис.7

4. Найдем точку **K** пересечения прямой **m** с плоскостью треугольника **ABC**.
 - через прямую **m** проведем вспомогательную горизонтально-проецирующую плоскость $\Sigma(\Sigma_I)$. На эюре проекция этой плоскости совпадет с горизонтальной проекцией прямой $m(m_I \equiv \Sigma_I)$.
 - определим линию пересечения **3-4** вспомогательной плоскости и заданной.
 - на пересечении линии **3-4** и прямой **m** получим искомую точку **K**.
5. Определим натуральную величину отрезка **DK** способом прямоугольного треугольника, $D K_2 = DK$
6. Определим видимость проекций отрезка **DK**, используя конкурирующие точки (см. рис. 5).

Задача 2. Определить натуральную величину угла между прямой **AD** и плоскостью треугольника **ABC** (рис. 8).

Искомый угол – это угол между прямой **AD** и ее проекцией на плоскость треугольника. Рассмотрим поэтапное решение задачи.

1. Строим по координатам проекции точек **A, B, C, D**: $A_1(x, y)$, $A_2(x, z)$ и т.д. Соединим одноименные проекции точек **A, B, C**. Получим $A_1B_1C_1$ и $A_2B_2C_2$ – проекции треугольника **ABC**. Соединим одноименные проекции точек **A** и **D**. Получим проекции отрезка **AD**.
2. В $\triangle ABC$ через удобно выбранные вершины проведем горизонталь **h** (h_1, h_2) и фронталь **f** (f_1, f_2). Горизонталь **h** проведем через вершину **C** ($h_2 \parallel OX$); через вершину **A** проведем фронталь **f**: ($f_1 \parallel OX$). h_1 и f_2 находим по принадлежности этих линий плоскости треугольника **ABC**.
3. Из точки **D** (D_1, D_2) проведем прямую **m**, перпендикулярную $\triangle ABC$, согласно условию перпендикулярности прямой и плоскости: $m \perp \triangle ABC$, если $D_1 \in m_1$, $m_1 \perp h_1$ и $D_2 \in m_2$, $m_2 \perp f_2$.
4. Найдем точку **K** пересечения прямой **m** с плоскостью треугольника **ABC**:
 - через прямую **m** проведем вспомогательную горизонтально-проецирующую плоскость $\Sigma(\Sigma_I)$. На эюре проекция этой плоскости совпадет с горизонтальной проекцией прямой $m(m_I \equiv \Sigma_I)$.
 - определим линию пересечения **3-4** вспомогательной плоскости и заданной.
 - на пересечении линии **3-4** и прямой **m** получим искомую точку **K**.
5. Соединим одноименные проекции точек **A** и **K**. Прямая **AK** является проекцией прямой **AD** на плоскость треугольника **ABC**, а искомый угол ϕ - углом между прямыми **AD** и **AK**.

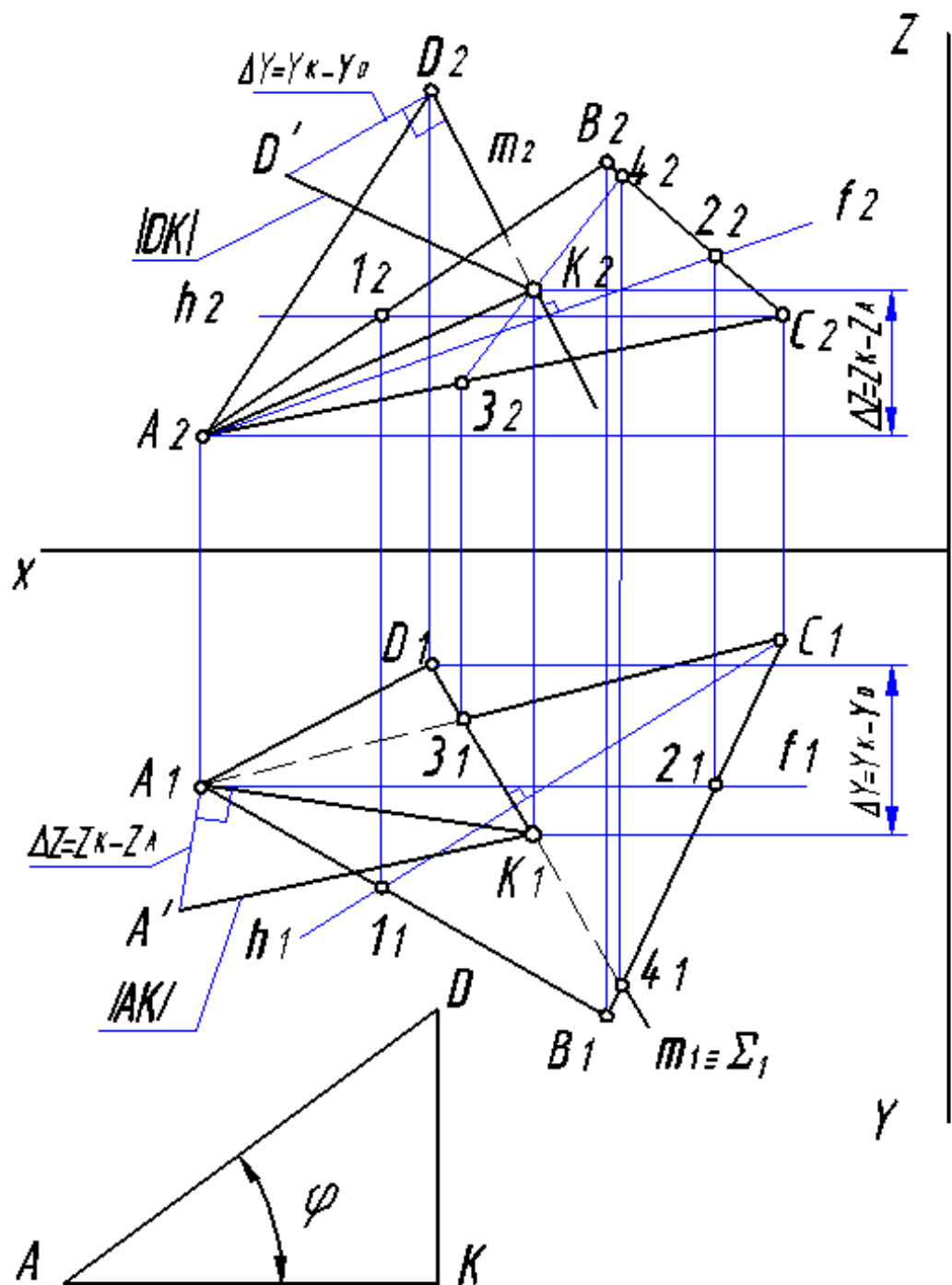


Рис.8

Для определения его натуральной величины построим на свободном поле чертежа ΔAKD в натуральную величину, в котором угол AKD прямой, а катеты - соответственно натуральные величины отрезков AK и DK . Величину каждого из них определим методом прямоугольного треугольника $A K_1 = /AK/$, $D K_2 = /DK/$. В построенном треугольнике

угол **DAK** есть искомый угол φ .

6. Определим взаимную видимость $\triangle ABC$ и $\triangle AKD$, используя конкурирующие точки (см. рис. 5).

5. Контрольные вопросы

1. Дайте определение горизонтали. Как построить горизонталь плоскости?
2. Дайте определение фронти. Как построить фронталь плоскости?
3. Условие перпендикулярности прямой и плоскости.
4. Определение точки пересечения прямой и плоскости.
5. Определение видимости прямой относительно плоскости с помощью конкурирующих точек.
6. Определение натуральной величины отрезка прямой общего положения методом прямоугольного треугольника.

Библиографический список

1. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение и автоматизация выполнения чертежей: учебник для втузов/ В.С.Левицкий. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2002 – 429 с.
2. Чекмарев А.А. Инженерная графика. 4-е изд., стереотип. / А.А. Чекмарев. – М.: Высшая школа, 2001. – 365 с.
3. Локтев О.О. Краткий курс начертательной геометрии /О.О. Локтев. – 4-е изд., испр. – М.: Высш. школа, 2001. – 136 с.
4. Локтев О.В. Задачник по начертательной геометрии/ О.В.Локтев, П.А.Числов. – 4-е изд. – М.: Высш. школа, 2002. – 104 с.
5. Начертательная геометрия. Эпюры №1, 2, 3: метод. указания и задания/ сост: И.П. Развалова, [и др.]; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2009. – 52 с.

Координаты точек *A, B, C, D* в миллиметрах по вариантам заданий

Точки	№ варианта	X	Y	Z	№ варианта	X	Y	Z	№ варианта	X	Y	Z	№ варианта	X	Y	Z
A	1	65	10	20	2	70	0	60	3	70	60	45	4	65	20	0
B		10	20	0		45	50	10		40	0	55		40	5	55
C		0	60	60		0	20	10		0	45	10		0	50	5
D		35	70	5		20	50	55		65	15	0		70	65	55
A	5	60	60	10	6	60	65	20	7	65	15	0	8	60	65	30
B		45	15	55		45	20	50		40	0	55		45	10	60
C		0	5	25		5	10	10		0	40	20		5	10	20
D		10	45	55		70	20	10		55	60	50		75	15	10
A		75	25	0	10	80	20	10	11	65	20	55	12	75	5	25
B		30	5	50		45	0	70		20	5	5		35	55	65
C		10	60	20		0	45	20		0	50	25		0	25	0
D		60	55	55		10	0	15		60	55	10		65	55	0
A	13	80	0	40	14	70	10	20	15	65	20	10	16	70	60	0
B		0	20	70		50	45	50		10	0	20		45	10	50
C		30	45	0		0	25	10		0	50	60		0	10	20
D		70	55	65		60	55	0		35	5	75		20	55	50
A	17	70	45	60	18	65	0	20	19	60	10	60	20	60	20	65
B		40	55	0		40	55	5		45	55	15		45	50	20
C		0	10	45		0	5	50		0	25	5		5	10	10
D		65	0	15		70	55	65		10	55	45		70	10	20
A	21	65	0	5	22	60	30	65	23	75	20	0	24	80	10	20
B		40	55	0		45	60	10		30	50	5		45	70	0
C		0	20	40		5	20	10		10	20	60		0	40	45
D		55	50	60		75	10	15		60	55	55		10	15	0
A	25	65	55	20	26	75	25	5	27	80	40	0	28	85	35	0
B		25	5	5		35	65	55		0	70	20		0	60	20
C		0	25	50		0	0	25		30	0	45		30	0	50
D		60	10	55		65	0	55		70	65	55		60	70	45
A	29	70	50	0	30	75	50	0	31	65	15	65	32	70	5	10
B		0	60	25		0	65	25		50	60	20		40	60	5
C		40	0	45		35	0	45		5	30	10		5	25	45
D		60	55	50		75	60	50		15	60	45		55	50	65

Оформление основной надписи

В графе №1 указываем «Эпюр №1» строчным шрифтом 7;
 в графе №2 - «ИКТГ.001.0ХХ.000» прописным шрифтом 10;
 в графе № 6 - «1:1» шрифтом 7;
 в графе №8 - «1» шрифтом 3,5;
 в графе №9 - «КНИТУ гр.621-151» шрифтом 7.

					(2)			
Изм.	Лист	N докум.	Подпись	Дата	(1)	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.								(6)
Провер.								
Т. контр.						Лист (7)	Листов (8)	
Н. контр.						(9)		
Утв.								

ЭПЮР № 1

Составители: доц. И.Н. Поникарова,
доц. Л.М.Васильева,
ассист. Р.Р. Нигматов

Ответственный за выпуск ст. преп. М.Е. Кирягина

Лицензия № 020404 от 6.03.97 г.

Подписано в печать 11.10.2013

Бумага офсетная

2,0 уч.-изд. л.

Печать Riso

Тираж 100 экз.

Формат 60×84 1/8

1,86 усл. печ. л.

Заказ

«С» 167

Издательство Казанского национального исследовательского
технологического университета

Офсетная лаборатория Казанского национального
исследовательского технологического университета

420015, Казань, К.Маркса, 68