

# **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ГРАФИКА**

# **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ГРАФИКА**

**Рабочая тетрадь для аудиторной работы**

**Группа** \_\_\_\_\_

**Студент** \_\_\_\_\_

**Преподаватель** \_\_\_\_\_

## ВВЕДЕНИЕ

Одним из условий успешного освоения курса инженерно-геологической графики является систематическое решение задач по основным разделам курса.

Приходя на практические занятия студент должен:

- проработать соответствующий методический материал по теме;
- иметь при себе чертежные принадлежности: простые карандаши марки 2Т и ТМ, два треугольника, транспортир, циркуль и ластик, а также данную тетрадь и папку для черчения.

Все построения выполняются остро заточенным карандашом. Линии проекционной связи и все линии вспомогательных построений следует проводить сплошными тонкими линиями карандашом Т или 2Т. Полученные результаты (построенный геометрический образ – точка, линия, фигура и т.п.) на всех проекциях выполняются карандашом ТМ. Все линии построений, проведенные при решении задач, необходимо сохранять. Буквенные и числовые обозначения на чертежах должны быть выполнены чертежным шрифтом размер 3,5 или 5 по ГОСТ 2.304-81.

Решенные задачи по каждому заданию студент должен представить преподавателю в конце занятия. Студенты не успевшие выполнить задачи очередной работы, заканчивают их дома и представляют преподавателю в часы консультаций, при этом студент должен дать пояснения по решению каждой задачи.

Решение каждой задачи инженерно-геологической графики обычно состоит из двух этапов – решение в пространстве и выполнение ее на чертеже. При этом полезно прибегать к моделированию изучаемых геометрических форм простейшими средствами (карандаш, линейка, тетрадь и т.д.) Приступая к решению задачи, следует составить сначала ясный план решения в пространстве, а затем уже осуществить его выполнение на чертеже. Для решения некоторых наиболее трудных задач вместе с условием дается алгоритм, который необходимо записать с помощью условных обозначений на чертеже данной задачи.

Для успешного решения задач от студента требуются знания основных теорем элементарной геометрии – планиметрии и стереометрии.

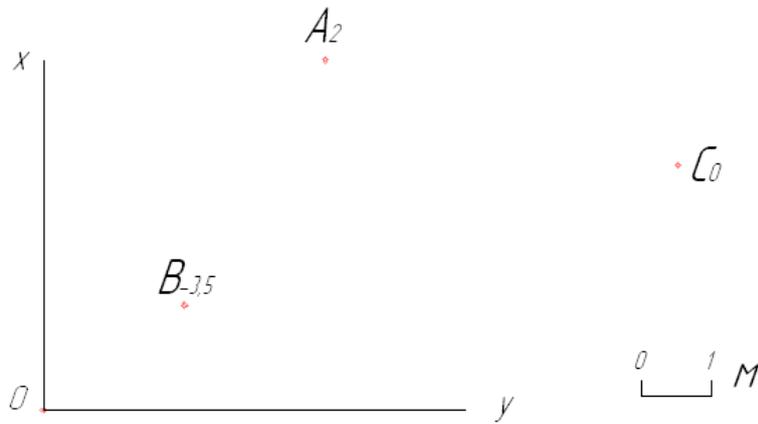
При графических решениях задачи точность ответа зависит не только от выбора правильного пути ее решения, но и от точности геометрических построений. Поэтому, решая задачу, необходимо пользоваться качественным инструментом и аккуратно выполнять все геометрические построения.

К итоговой аттестации по инженерно-геологической графике допускаются студенты, выполнившие все работы.

**Важно! Если в условии задачи не указан масштаб, то единица масштаба принимается равно 1 см.**

## Точка

1. Определить координаты точек А, В, С, заданных на плане своими проекциями.



Ответ: А(            ); В(            ); С(            ).

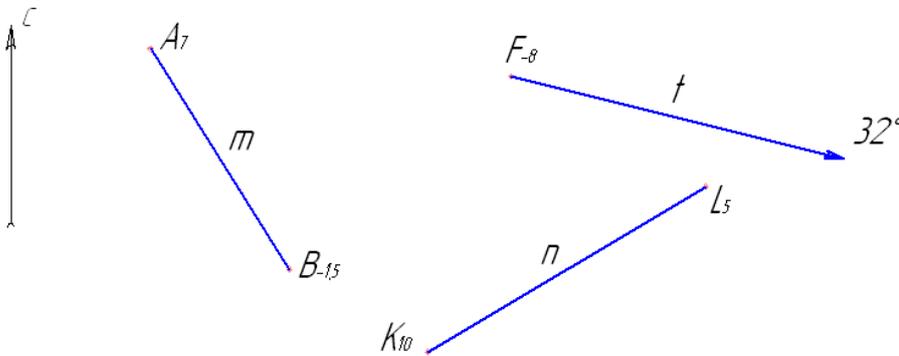
2. По координатам точек R(5; 8;15); D(0;3;-5); E(7,5;3;0) построить их проекции на плане.



## Прямая линия.

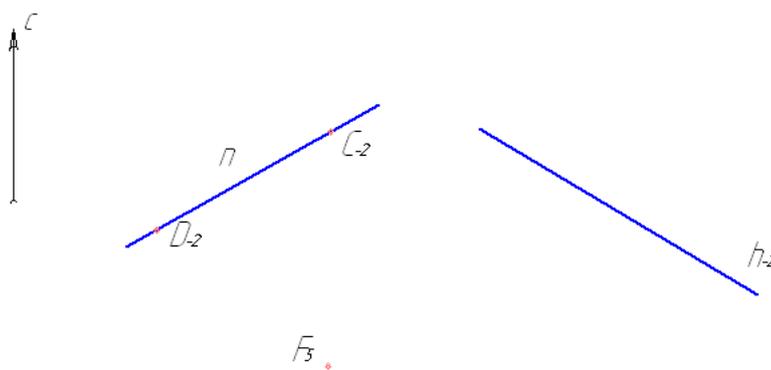
### Элементы залегания прямой. Определение истинной длины отрезка наклонной прямой.

3. Определить азимуты падения прямых  $m(A_7B_{-1,5})$ ;  $n(K_{10}L_5)$ ;  $f(F_{-8}\angle 32^\circ)$

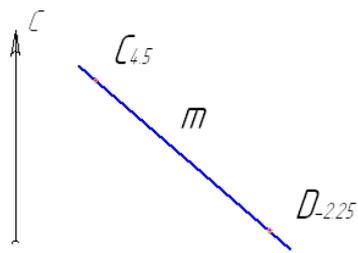


Ответ:

4. Определить азимуты простирания горизонтальных прямых  $n(D_{-2}C_{-2})$  и  $h(h_2)$ . Через точку  $F$  провести горизонтальную прямую, азимут простирания которой был бы равен  $124^\circ$ .

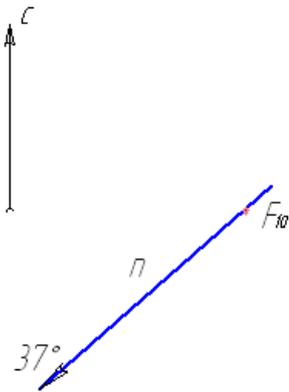


5. Определить элементы залегания прямой  $m$  и истинную длину отрезка  $CD$ .



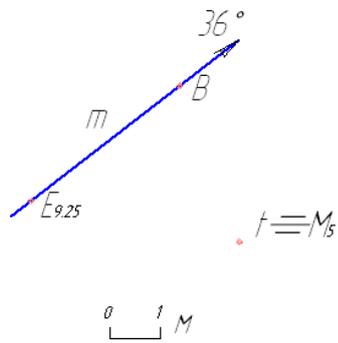
0 1 M

6. На прямой  $n$  найти точку  $D$ , удаленную от точки  $F$  на расстояние 4,5 м. (на плане указать два варианта решения – когда точка находится по падению и восстанию прямой).

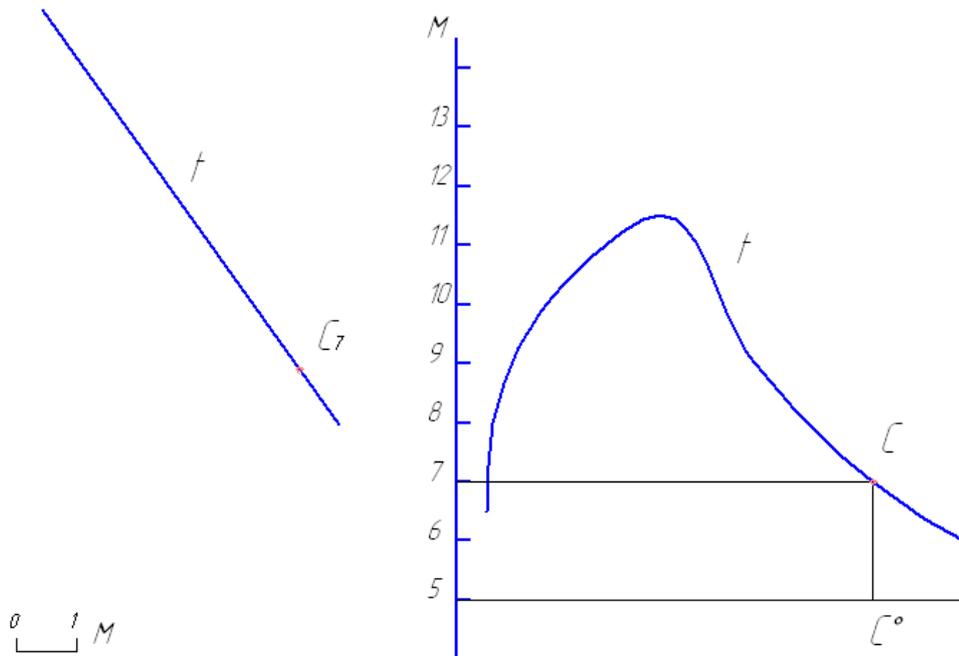


0 1 M

7. Определить отметку точки В, принадлежащей прямой  $m$  ( $F_{9,25} \angle 36^\circ$ ), на прямой  $f$  найти точку  $R$ , удаленную от точки  $M$  на расстояние 7,25м.

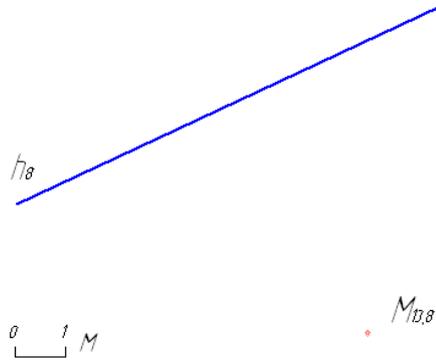


8. Проинтерполировать кривую  $f$ , расположенную в вертикальной плоскости,  $f$  – профиль кривой.



## Взаимное расположение прямых

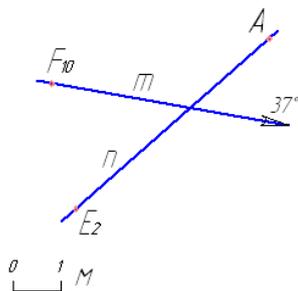
9. Определить азимут падения прямой  $b$ , которая проходя через точку  $M$  пересекла бы прямую  $h$  и имела бы угол падения равный  $38^\circ$  (Показать два варианта решения).



### Алгоритм:

1. На профиле строим прямую  $b$  и находим точку  $K$  – пересечения с восьмым горизонтом. Расстояние между основаниями точек  $M$  и  $K$  на линии горизонтального масштаба определяет проекцию отрезка  $MK$  на плане.
  2. Из точки  $M$  проводим дугу окружности радиусом равным  $IM^0 K^0I$  и находим точки  $K_8$  и  $K'_8$  пересечения с прямой  $h$ .
- Очевидно, что точка  $M$  может находиться на таком расстоянии от прямой  $h$ , что дуга радиуса  $IM^0 K^0I$  не коснется этой прямой и тогда прямую  $b$  с заданным углом падения провести невозможно.

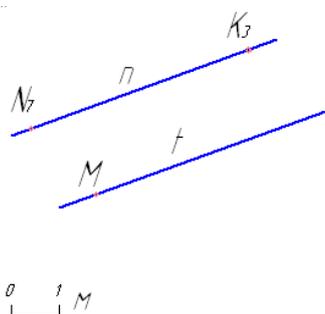
10. Какую отметку имеет точка А прямой  $n$ , если конкурирующие точки В и С скрещивающихся прямых  $m$  и  $n$  отстоят друг от друга на расстоянии 3,75 м.



**Алгоритм:**

1. На масштабе заложений определяем заложение прямой  $m$  и интерполируя эту прямую находим числовую отметку точки В, конкурирующей с точкой С, принадлежащей прямой  $n$ .
2. Определяем числовую отметку точки С, которая может быть больше, либо меньше отметки точки В на 3,75 м.
3. Проинтерполировав отрезок ЕС и найдя заложение прямой  $n$ , находим числовую отметку точки А. Отметку точки А можно определить с помощью построения профиля.

11. Какую отметку должна иметь точка М, если прямая  $f$ , проходящая через эту точку, параллельна прямой  $n$  и пересекает плоскость проекций  $\Pi_0$  в точке В, отстоящей от точки М на расстоянии 7 м.

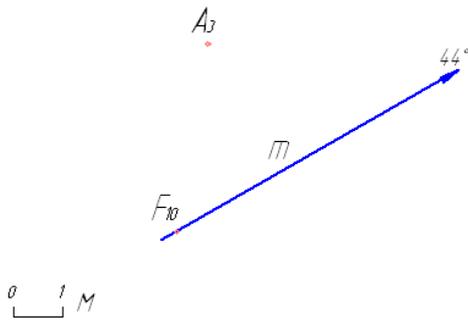


**Алгоритм:**

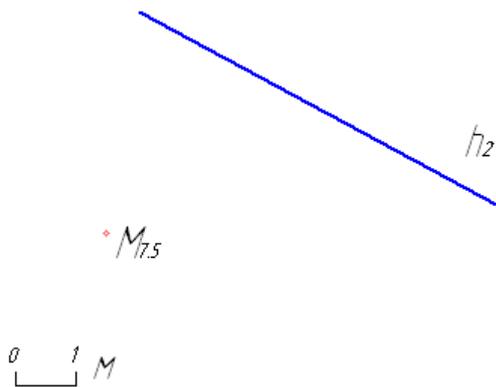
1. Построив на профиле прямую  $n$ , выбираем произвольное положение точки  $B$  на нулевом горизонте. Через точку  $B$  проводим прямую  $f$ , параллельную прямой  $n$  и находим на ней точку  $M$ , отстоящую от точки  $B$  на расстоянии 7 м.

2. Определив числовую отметку точки  $M$ , находим точку  $B$  на плане.

12. Через точку  $A$  провести прямую, которая скрещивалась бы с прямой  $m$  под углом  $90^\circ$ . Определить истинное расстояние между конкурирующими точками прямых.



13. Определить истинное расстояние от точки  $N$  до прямой  $h$ .

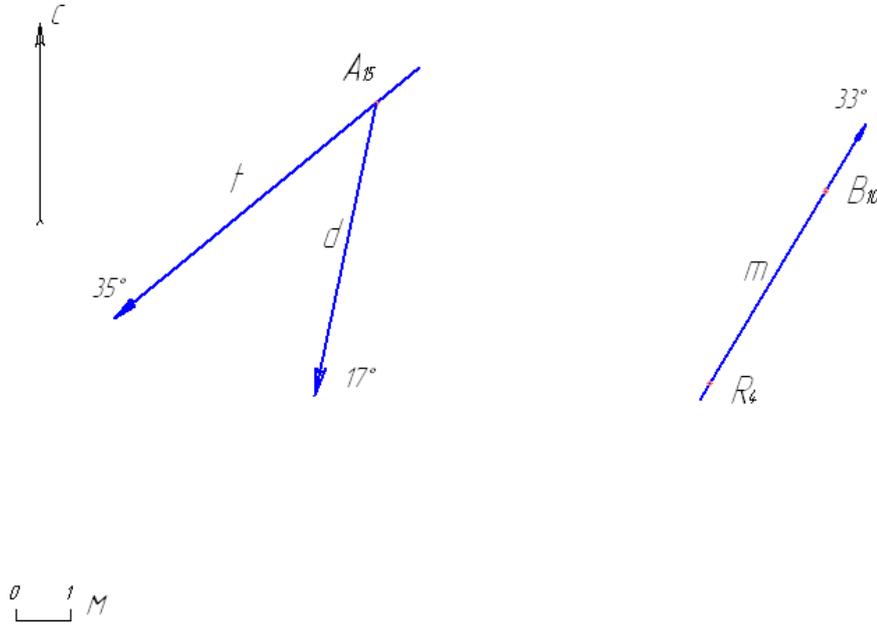


## Плоскость.

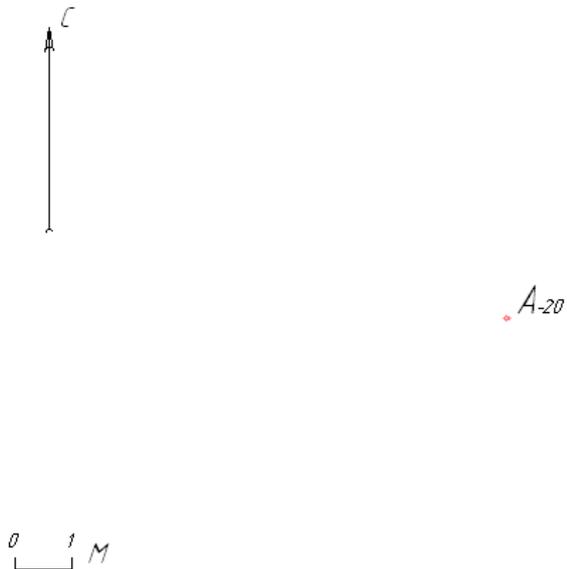
Главные линии плоскости: линии простираия и линии падения.

Элементы залегания плоскости.

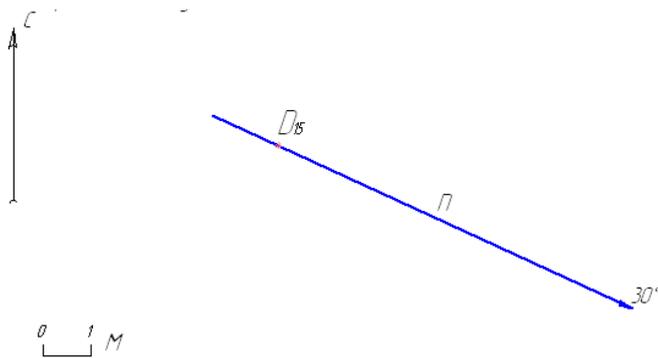
14. Определить элементы залегания плоскости  $\Sigma$  ( $f \times d$ ) и плоскости  $\Lambda$  ( $B_{10} m$ ).



15. Изобразить плоскость  $\Phi$  ( $A_{-20}$  аз.пад.  $143^0 \angle 35^0$ ).



16. Горная выработка пройдена в структурной плоскости, угол падения которой  $\angle \alpha = 42^\circ$ . Определить азимут падения структурной плоскости.



**Алгоритм:**

Определить на масштабе заложений заложение прямой  $n$  и плоскости  $\Lambda$ . Проинтерполировав прямую  $n$ , радиусом равным заложению плоскости, провести окружность с центром в точке  $D$ .

Полученная окружность представляет собой геометрическое место точек, числовые отметки отличаются на единицу. Проведя через точку прямой  $n$  с отметкой четырнадцать касательную к окружности, получаем линию простираения плоскости  $\Lambda$ .

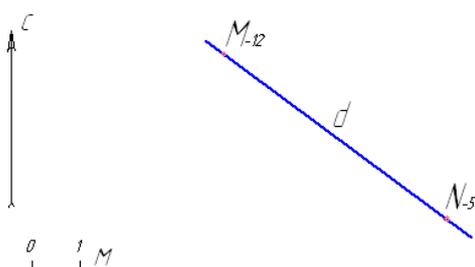
Так как касательная перпендикулярна к радиусу в точке касания, то прямая, проходящая через точку  $D$  точку касания будет линией падения плоскости.

Показать два возможных решения.

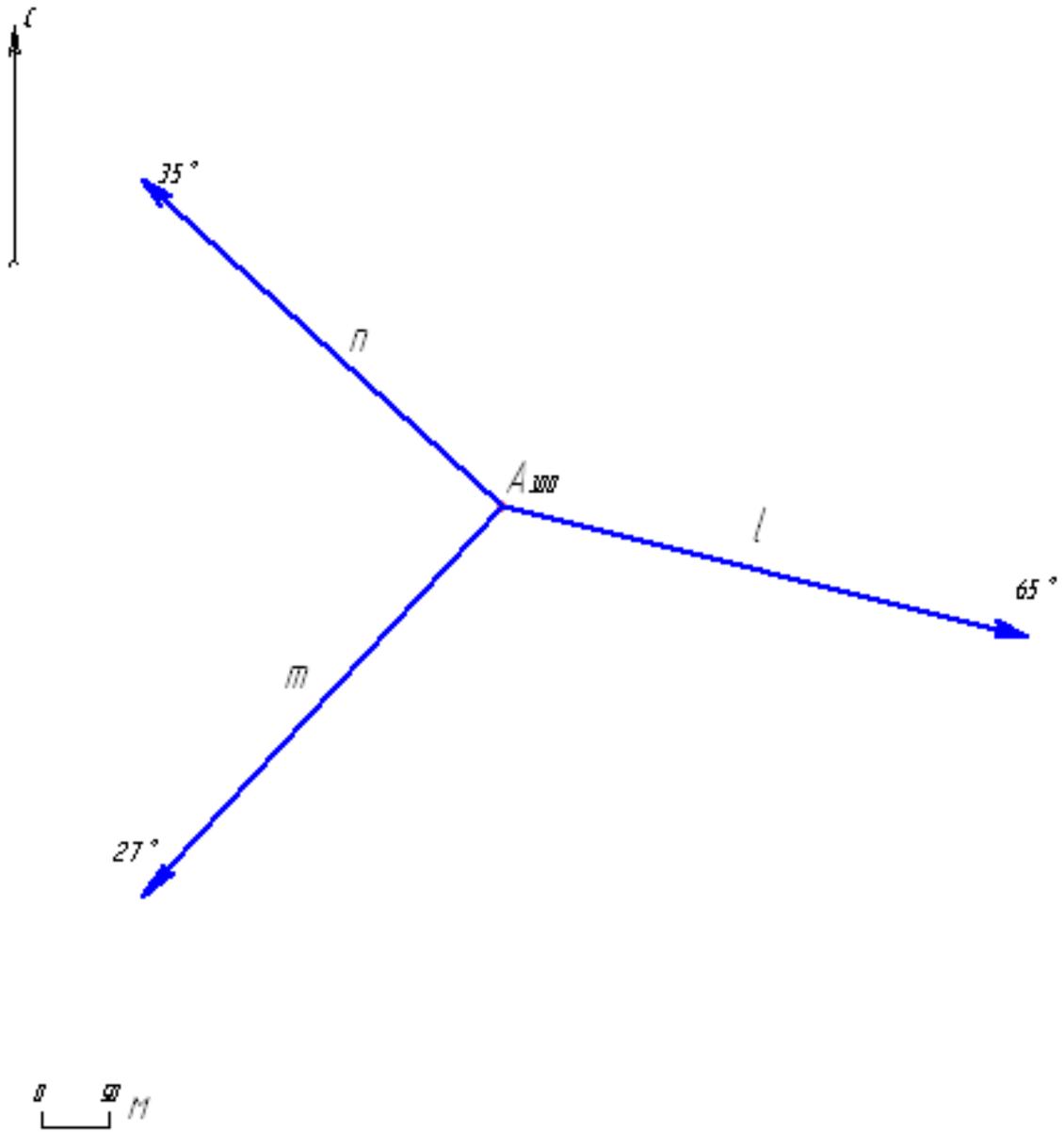
**Вопросы для проверки**

1. Можно ли через прямую  $n$  провести плоскость с углом падения меньше чем  $30^\circ$ .
2. Чем бы являлась прямая  $n$  для плоскости  $\Lambda$ , если бы угол падения плоскости был бы равен  $30^\circ$ .

17. Через прямую  $d$  провести плоскость  $T$ , угол падения которой равен  $90^\circ$ . Определить азимут простираения плоскости.

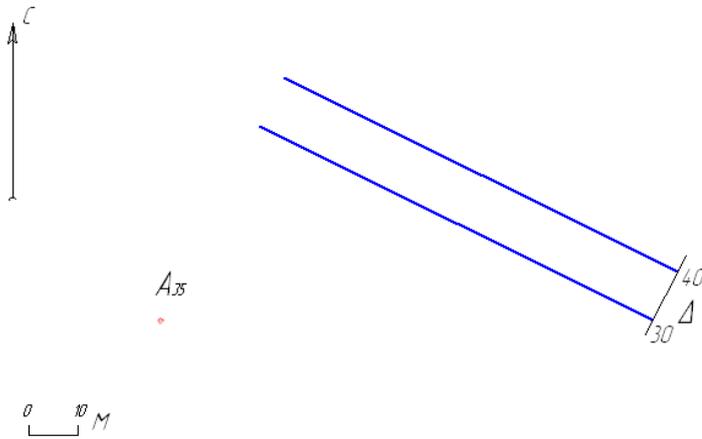


18. Определить элементы залегания структурной плоскости  $\Sigma$  исходя из условия, что наклонные скважины  $m$ ,  $n$  и  $l$ , пройденные из точки  $A$  пересекают эту плоскость в точках  $B$ ,  $C$  и  $D$  на горизонтах 90, 130 и 70 м.

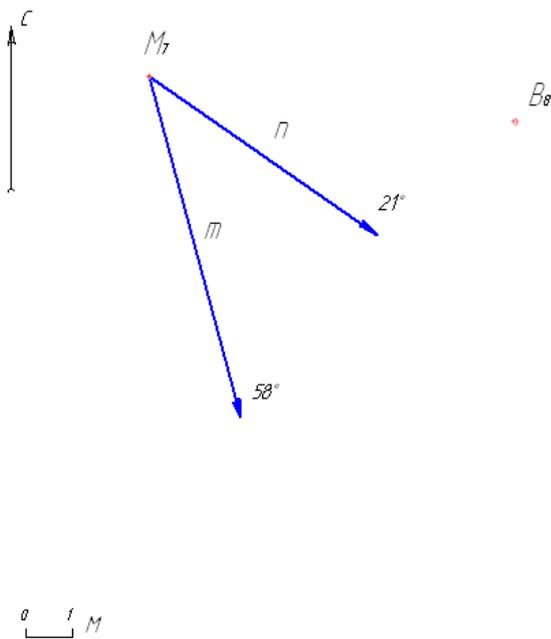


### Взаимное расположение двух плоскостей

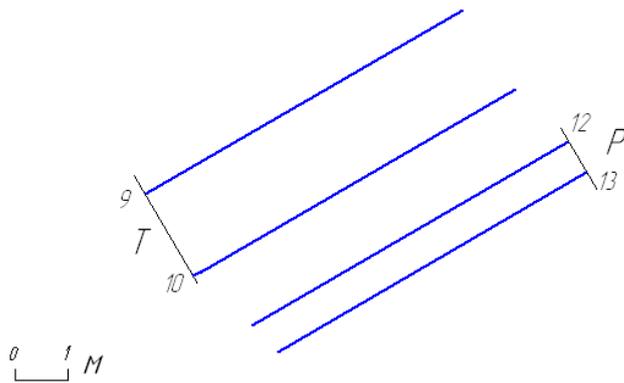
19. Построить линию  $l$  пересечения плоскости  $\Delta$  с плоскостью  $\Psi$  ( $A_{35}$  аз.пад.  $140^\circ \angle 32^\circ$ )



20. Определить элементы залегания линии  $d$  пересечения плоскости  $\Theta$  ( $m$  x  $n$ ) с плоскостью  $\Delta$  ( $B_8$  аз.прост.  $230^\circ \angle 90^\circ$ ).



21. Построить линию  $b$  пересечения плоскости  $T$  с плоскостью  $P$ .



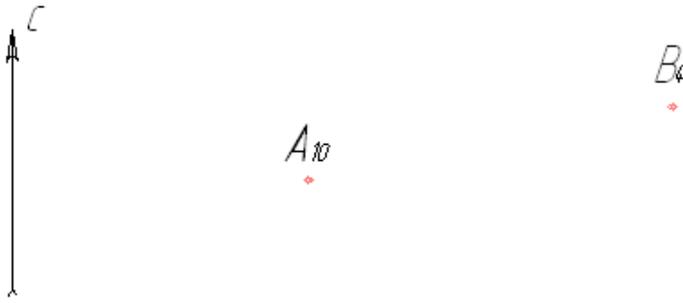
**Алгоритм:**

Так как горизонтали плоскостей  $T$  и  $P$  параллельны, то и линия их пересечения будет горизонтальной прямой -  $h$  для построения которой достаточно найти одну общую точку этих плоскостей.

В качестве вспомогательной секущей плоскости можно провести либо вертикальную, либо наклонную плоскость. Секущая плоскость пересечет заданные плоскости  $T$  и  $P$  по прямым  $a$  и  $b$ , точка пересечения которых будет общей у этих плоскостей. Через эту точку и пройдет искомая линия пересечения.

При проведении вертикальной секущей плоскости задача решается с помощью построения профиля.

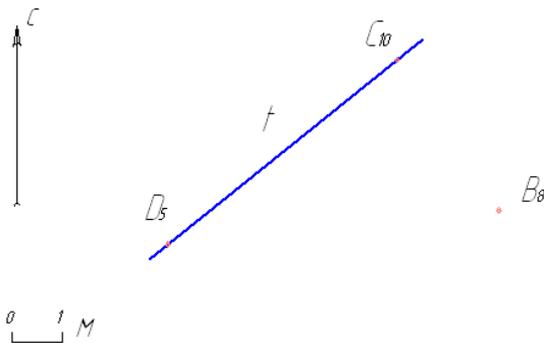
22. Определить истинное расстояние между параллельными плоскостями  $\Sigma(A_{10}$  аз.пад.  $220^\circ \angle 30^\circ$ ) и  $\Lambda(B_4$  аз.пад.  $220^\circ \angle 30^\circ$ ).



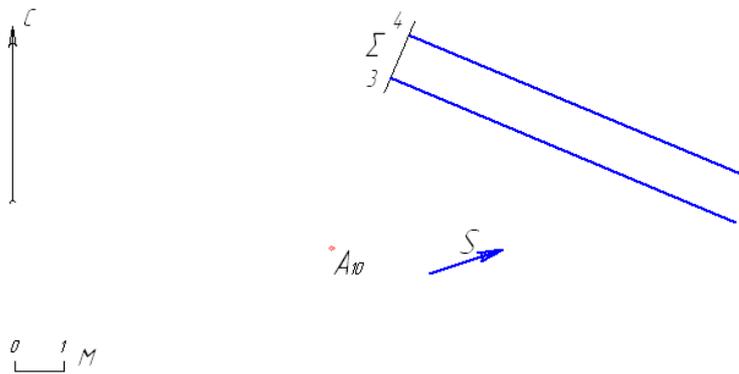
0 1 М

### Взаимное расположение прямой и плоскости

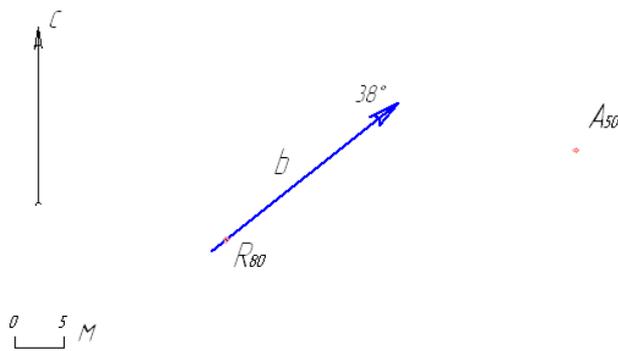
23. В каком направлении надо пересечь плоскость  $\Lambda(B_{8t})$  вертикальной плоскостью  $\Gamma$  (определить азимут простираия плоскости  $\Gamma$ ), чтобы в сечении получить прямую  $m$ , угол падения которой был бы равен  $17^\circ$



24. Определить азимут падения и угол падения прямой  $m$ , проходящей через точку  $A$  параллельно плоскости  $\Sigma$ .



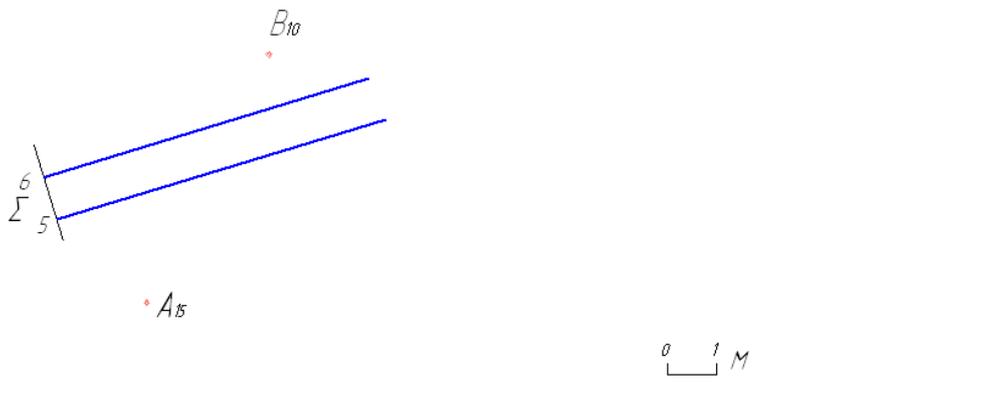
25. Наклонная скважина  $b$  ( $R_8 \angle 38^\circ$ ) пересекает параллельные структурные плоскости (кровлю и подошву слоя)  $\Sigma$  ( $A_{50}$  аз.пад.  $195^\circ \angle 36^\circ$ ) и  $\Psi$  в точках  $M$  и  $N$  отстоящих друг от друга на расстоянии 15 м. Определить истинную мощность слоя.



**Алгоритм:**

Задаем горизонталями плоскость  $\Sigma$  и проводим через прямую  $b$  вспомогательную плоскость косоугольного разреза. Найдя на профиле косоугольного разреза точку  $M$  пересечения прямой с плоскостью  $\Sigma$ , по прямой откладываем отрезок  $MN$  длиной 15 м. Отмечаем точку  $N$  на плане и задаем целыми горизонталями кратными 5 плоскость  $\Psi$ . Возможны два решения задачи: когда плоскость  $\Psi$  ниже плоскости  $\Sigma$ , т.е.  $\Psi$  подошва слоя, либо плоскость  $\Psi$  выше плоскости  $\Sigma$  и тогда  $\Psi$  – кровля слоя. Строим еще один – прямой разрез и определяем истинную мощность слоя  $H$ . Очевидно, что истинная мощность меньше 15 м. Точность решения проверяем, сравнивая вертикальные мощности в косом и прямом разрезах.

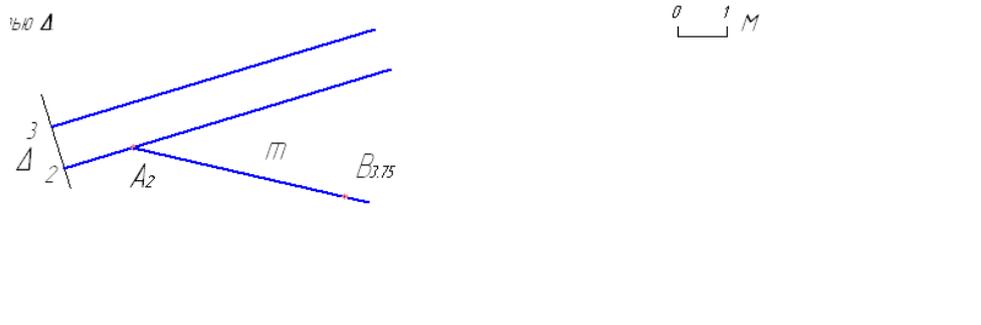
26. В плоскости  $\Sigma$  построить геометрическое место точек, равноудаленных от точек  $A$  и  $B$ .



**Алгоритм:** Плоскость  $\Lambda$ , перпендикулярная к отрезку  $AB$  и проходящая через его середину представляет собой геометрическое место точек равноудаленных от точек  $A$  и  $B$ . Каждая точка линии пересечения плоскости  $\Lambda$  с заданной плоскостью  $\Sigma$  находится на одинаковом расстоянии от точек  $A$  и  $B$ .

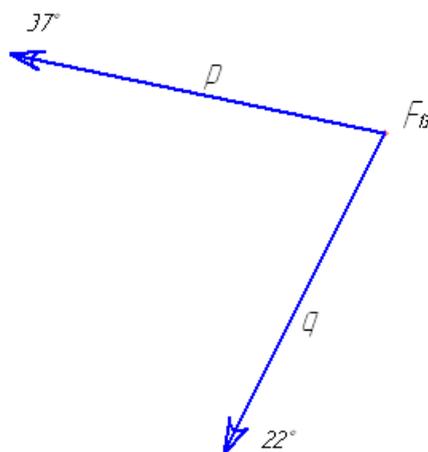
**Метод вращения.**

27. Вращением вокруг вертикальной оси  $i$ , проходящей через точку  $A$ , прямую  $m$  совместить с плоскостью  $\Delta$ .

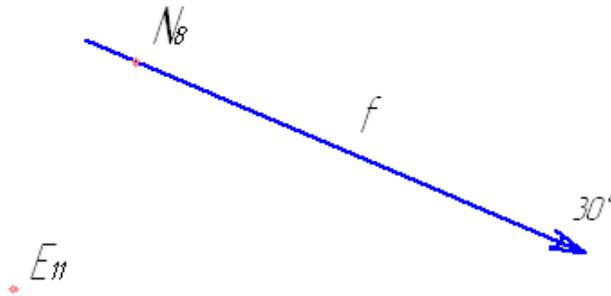


Проанализировать условие задачи и выяснить, всегда ли возможно решение.

28. Построить проекцию биссектрисы линейного угла  $\omega$ , составленного прямыми  $p$  ( $F_{13} \angle 37^\circ$ ) и  $q$  ( $F_{13} \angle 22^\circ$ )

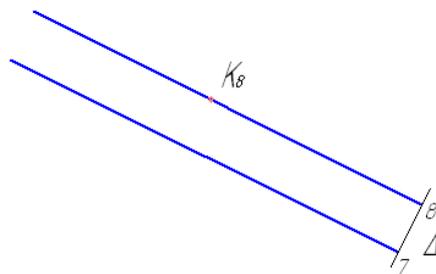


29. Через точку  $E$  провести прямую  $d$ , которая пересекла бы прямую  $f$  ( $N_8 \angle 30^\circ$ ) под углом  $55^\circ$

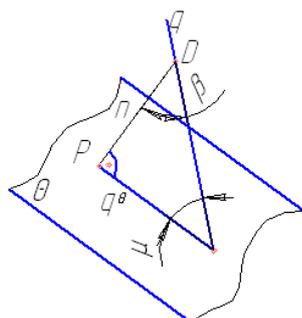
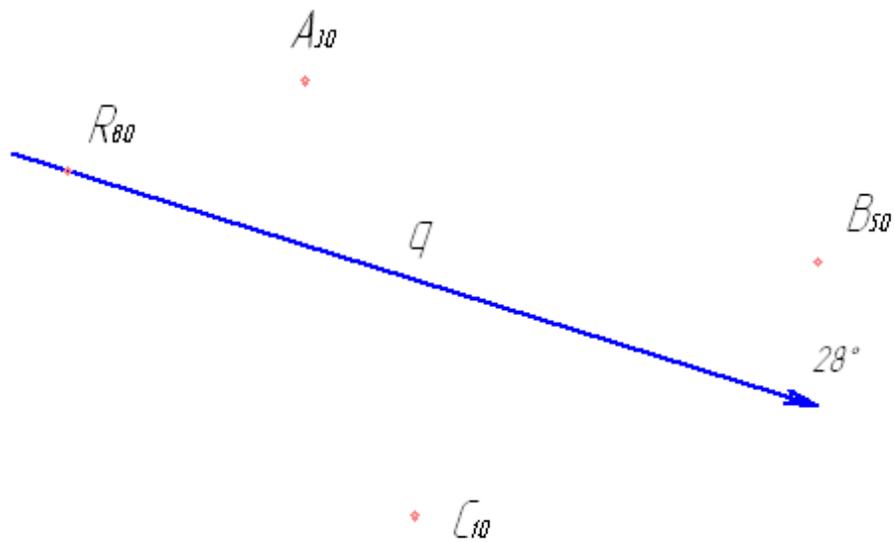


**Алгоритм:** В качестве оси вращения удобно выбрать горизонталь –  $h_{11}$  плоскости  $\Lambda(f;E)$ . Для этого проинтерполировав прямую  $f$ , соединим точку прямой с отметкой  $11$  с точкой  $E$ . Произвольную точку прямой  $f$ , можно и точку  $N$ , поворачиваем вокруг оси –  $h_{11}$ . Через точку  $E$  проводим прямую  $d$ , пересекающую повернутую прямую  $f$  под углом  $55^\circ$ . Задача имеет два решения. Точку пересечения прямой  $d$  и  $f$  возвращаем в первоначальное положение и соединяем с точкой  $E$ .

30. Построить проекцию квадрата  $KLMN$ , лежащего в плоскости  $\Delta$ , исходя из условия, что сторона  $KL$  квадрата длиной  $5$  м имеет угол падения  $23^\circ$ . Сколько возможных решений имеет задача?

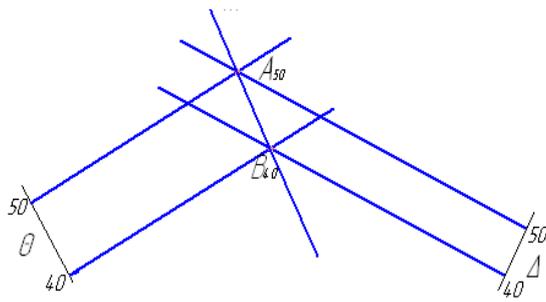


31. Определить истинную величину угла  $m$ , составленного прямой  $q$  ( $R_{80} \angle 28^\circ$ ) и плоскостью  $\Theta$  (A,B,C) (данная задача позволяет определить угол, составленный буровой скважиной и плоскостью слоя горной породы).



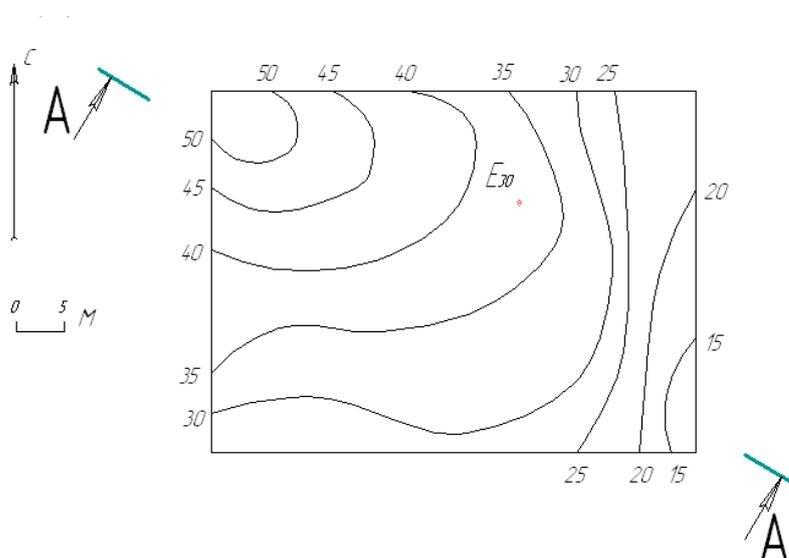
Угол между прямой и плоскостью определяется как угол между прямой и ее ортогональной (прямоугольной) проекцией на плоскость  $\angle \mu$ . Проще определяется угол  $\beta$ , дополняющий угол  $\mu$  до  $90^\circ$ . Из произвольной точки прямой  $q$  проводится прямая, перпендикулярная к плоскости  $\Theta$ . Прямые  $q$  и  $p$  определяют плоскость  $\Lambda$  вокруг горизонтали которой вращается вершина угла  $\beta$  точка  $D$ .

32. Определить истинную величину угла, составленного плоскостями  $\Theta$  и  $\Lambda$  и элементы залегания биссекторной плоскости.

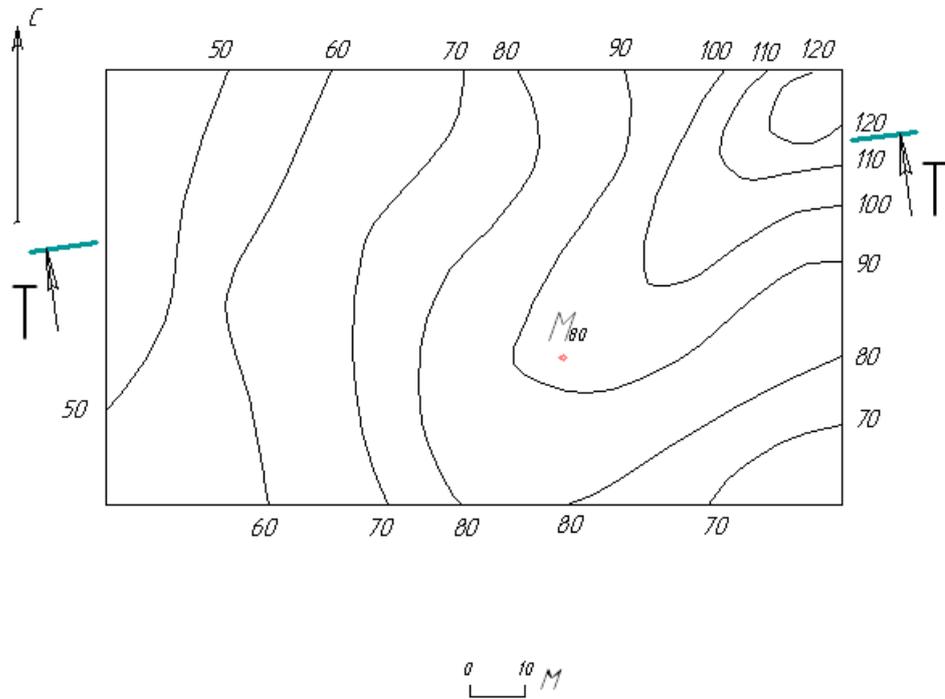


### Пересечение топографической поверхности с плоскостью

33. Построить линию пересечения плоскости  $\Sigma$  ( $E_{30}$  аз. пад.  $126^\circ \angle 37^\circ$ ) с топографической поверхностью и геометрическое место точек с глубиной залегания равной 5 м; профиль разреза по линии А-А.

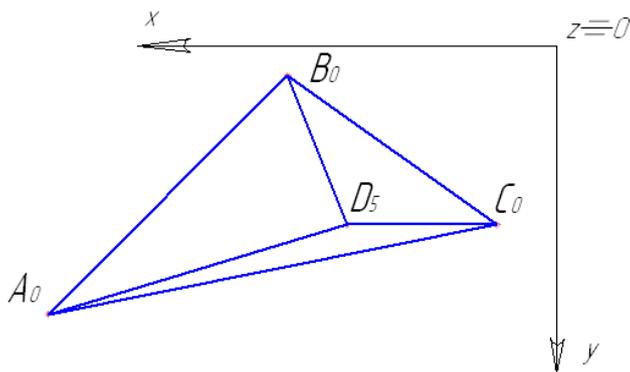


34. Построить: 1) линии пересечения топографической поверхности с параллельными плоскостями  $\Sigma$  ( $M_{80}$  аз.пад.  $215^\circ \angle 46^\circ$ ) и  $\Lambda$ . Плоскость  $\Lambda$  расположена под плоскостью  $\Sigma$  на расстоянии 15 м. 2) Профиль разреза по линии Т-Т.

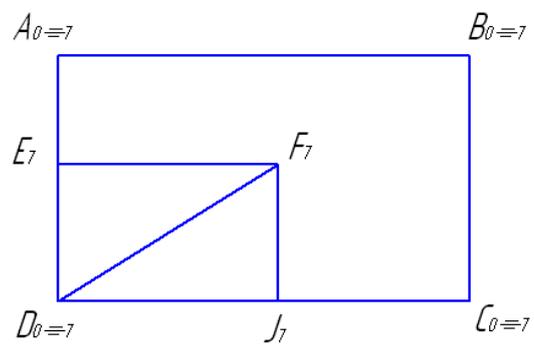


### АксонOMETрические и стереографические проекции

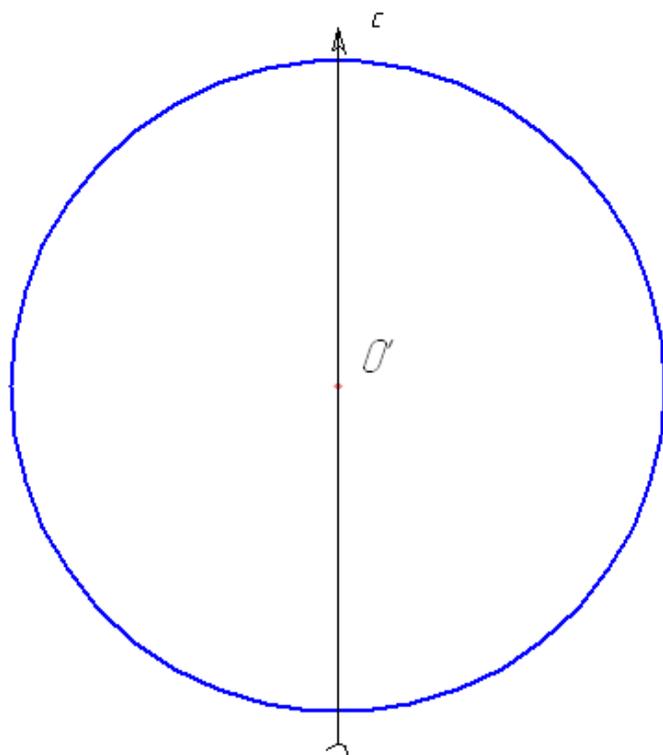
35. Построить прямоугольную изометрическую проекцию пирамиды.



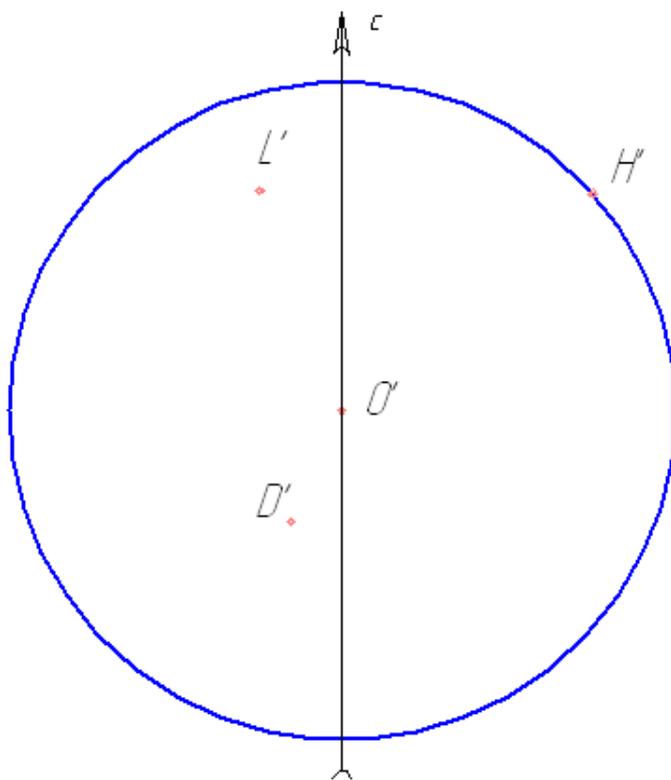
36. Построить горизонтальную изометрическую проекцию параллелепипеда с вырезом.



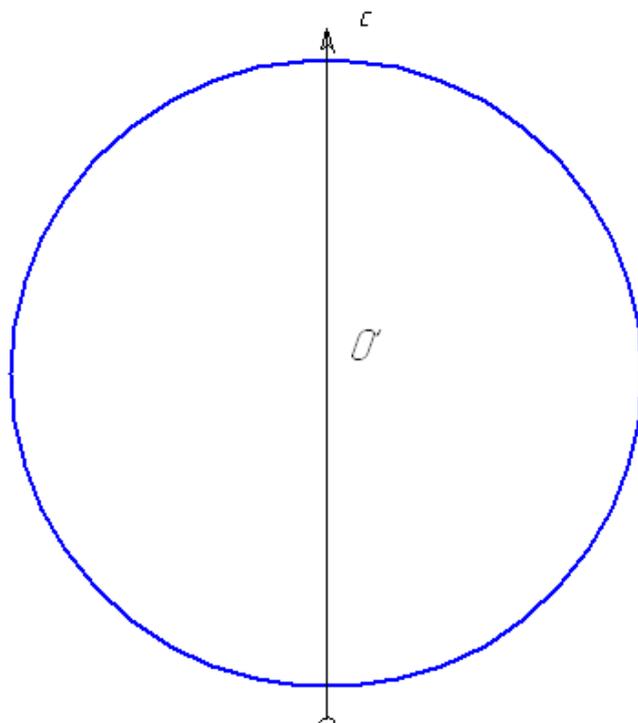
37. Построить стереографические проекции прямых  $m$  (аз.пад.  $231^\circ \angle 27^\circ$ ),  $h$  (аз.прост.  $105^\circ \angle 0^\circ$ ),  $t$  ( $\angle 90^\circ$ ).



38. Определить элементы залегания прямых  $l$  ( $L'$ ),  $d$  ( $D'$ ),  $h$  ( $H'$ ).



39. Построить стереографические проекции плоскостей  $\Sigma$  (аз.пад.  $284^\circ \angle 37^\circ$ ),  $\Gamma$  (аз.прост.  $82^\circ \angle 90^\circ$ ),  $\Delta$  (аз.пад.  $127^\circ \angle 59^\circ$ ). Построить проекции нормалей к плоскостям.



40. Определить величину линейного угла, составленного плоскостями  $\Omega$  (аз.пад.  $120^\circ \angle 32^\circ$ ) и  $\Psi$  (аз.пад.  $230^\circ \angle 46^\circ$ ).

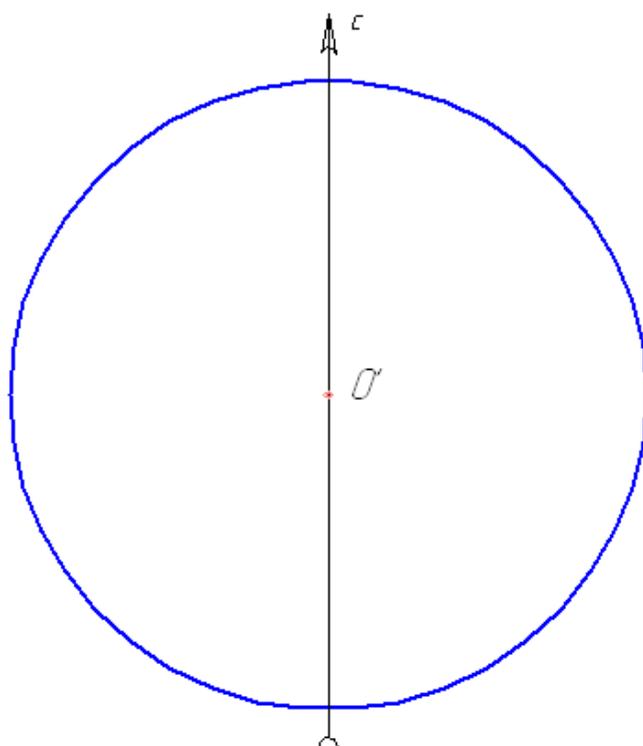


Таблица 1  
Шрифт типа А ( $d = h/14$ )

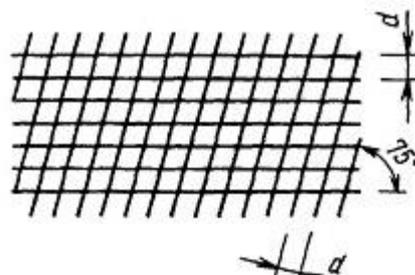
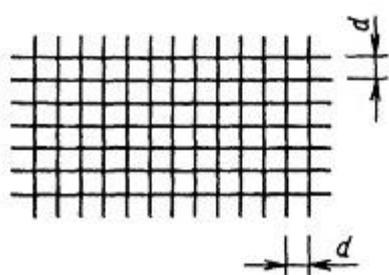
Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размеры, мм								
Размер шрифта -												
высота прописных букв	h	(14/14) h	14 d	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0		
высота строчных букв	c	(10/14) h	10 d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0		
Расстояние между буквами	a	(2/14) h	2 d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8		
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	(22/14) h	22 d	4,0	5,5	8,0	11,0	16,0	22,0	31,0		
Минимальное расстояние между словами	e	(6/14) h	6 d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4		
Толщина линий шрифта	d	(1/14) h	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4		

Шрифт типа Б ( $d = h/10$ )

Параметры шрифта	Обозначение	Относительный размер		Размеры, мм								
Размер шрифта -												
высота прописных букв	h	(10/10) h	10 d	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	20,0	
высота строчных букв	c	(7/10) h	7 d	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7,0	10,0	14,0	
Расстояние между буквами	a	(2/10)h	2 d	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	4,0	
Минимальный шаг строк (высота вспомогательной сетки)	b	(17/10)h	17 d	3,1	4,3	6,0	8,5	12,0	17,0	24,0	34,0	
Минимальное расстояние между словами	e	(6/10)h	6 d	1,1	1,5	2,1	3,0	4,2	6,0	8,4	12,0	
Толщина линий шрифта	d	(1/10)h	d	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	

Таблица 2  
 Параметры шрифтов (ширина букв и цифр)

Шрифты типа А	Соотношение размеров	Размер шрифта, мм (высота букв и цифр)						Шрифты типа Б	Соотношение размеров	Размер шрифта, мм (высота букв и цифр)					
		2,5	3,5	5	7	10	14			2,5	3,5	5	7	10	14
Прописные буквы															
Г, Е, З, С	(6/14)h	1,0	1,5	2,1	3,0	4,2	6	Г, Е, З, С	(5/10)h	1,25	1,7	2,3	3,5	5	10
А, Д, Х, Ы, Ю	(8/14)h	1,4	2,0	2,8	4,6	5,7	8	А, Д, М, Х, Ы, Ю	(7/10)h	1,75	2,4	3,5	4,9	7	9,8
Ж, М, Ш, Щ	(9/14)h	1,7	2,2	3,2	4,4	7,1	9								
Ф	(11/14)h	1,9	2,7	3,9	5,5	7,9	11	Ж, Ф, Ш, Щ	(8/10)h	2,0	2,8	4,0	5,6	8	11,2
Остальные буквы	(7/14)h	1,3	1,7	2,3	3,5	5,0	7	Остальные буквы	(6/10)h	1,5	2,1	3,0	4,2	6	8,0
Строчные буквы															
з, с	(5/14)h	0,9	1,3	1,8	2,5	3,6	5	з, с	(4/10)h	1,0	1,4	2,0	2,8	4	5,6
м, ы, ю	(7/14)h	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7	м, ы, ю	(6/10)h	1,5	2,1	3,0	4,2	6	8,4
ж, ф, ш, щ, т	(9/14)h	1,6	2,3	3,2	4,5	6,4	9	ж, ф, ш, щ, т	(7/10)h	1,8	2,5	3,5	4,9	7	9,8
Остальные буквы	(6/14)h	1,1	1,5	2,1	3,0	4,3	6	Остальные буквы	(5/10)h	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7,0
Цифры															
1	(3/14)h	0,5	0,8	1,1	1,5	2,1	3	1	(3/10)h	0,8	1,1	1,5	2,1	3	4,2
3, 5	(6/14)h	1,1	1,5	2,1	3,0	4,3	6	4	(6/10)h	1,5	2,1	3,0	4,2	6	8,4
Остальные цифры	(7/14)h	1,3	1,8	2,5	3,5	5,0	7	Остальные цифры	(5/10)h	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7,0



*АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОП*

*РСТУФХЦЧШЩЪЬЭЮЯ*

*абвгдежзийклмноп*

*рстуфхцчшщъьыэюя*

*1234567890 №*

## Оформление горных и геологических чертежей

Вся горная графическая документация должна оформляться в соответствии с требованиями стандартов на горные чертежи: ГОСТ 2.850-75 – ГОСТ 2.857-75 «Горная графическая документация».

Пример выполнения условных знаков разведочных выработок (Рис.1) – шурфов (а), буровых скважин (б,в) и канав (г). В условных обозначениях следует указывать номер выработки и год ее проходки, высотные отметки устья и подошвы выработки (если проходка выработки закончена). В условном обозначении наклонной скважины следует указывать направление и угол наклона скважины.

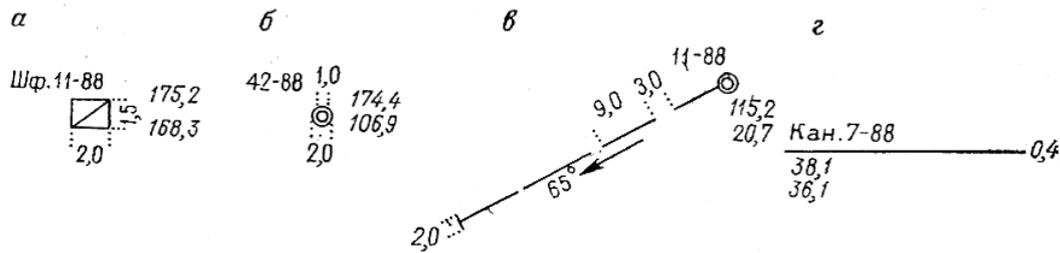


Рис.1

На рис.2 даны примеры условных обозначений: выходов (обнажений) горных пород – а, изогипс – б, залегания пород – в, осей синклиналей и антиклиналей – г. В условных обозначениях синклиналей и антиклиналей стрелкой вдоль оси и цифры рядом со стрелкой следует показывать направление и угол погружения оси складки; стрелкой, перпендикулярной к оси, и цифрой рядом с ней – направление и угол наклона осевой плоскости. При постоянных углах погружения оси и наклона осевой плоскости стрелки следует помещать через 15-20 см на плане; так же размещают стрелки, показывающие тип складки.

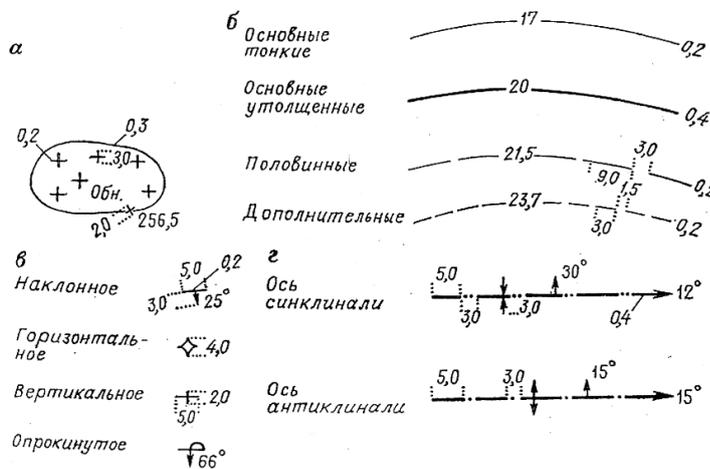


Рис.2



### Наименование букв греческого алфавита

- |             |              |
|-------------|--------------|
| 1 - альфа   | 13 - ню      |
| 2 - бета    | 14 - кси     |
| 3 - гамма   | 15 - омикрон |
| 4 - дельта  | 16 - пи      |
| 5 - эпсилон | 17 - ро      |
| 6 - дзета   | 18 - сигма   |
| 7 - эта     | 19 - тау     |
| 8 - тэта    | 20 - ипсилон |
| 9 - йота    | 21 - фи      |
| 10 - каппа  | 22 - хи      |
| 11 - ламбда | 23 - пси     |
| 12 - мю     | 24 - омега   |