

Практически при построении наглядных проекций рекомендуется выбирать значение коэффициента q в пределах от 0,3 до 0,8. При значениях q , больших 0,8, изображение получается неестественно вытянутым.

Коэффициент k_z следует выбирать с учетом получения удобного вертикального масштаба.

Горные выработки обычно имеют весьма вытянутую форму, изображение их получается часто недостаточно наглядным и удобочитаемым. Это объясняется тем, что отдельные горизонты и пласты перекрывают друг друга, затемняя характерные детали. Чтобы уменьшить перекрывание смежных горизонтов и наиболее рельефно выявить форму сложных поверхностей топографического характера, приходится пользоваться значениями k_z , большими единицы, но не превышающими 5, так как при $k_z = 5$ форма объекта изображения сильно искажается.

Из формулы (20) видно, что увеличить k_z можно, уменьшая угол φ проецирующих лучей к горизонту. Выбор коэффициента k_z также зависит от соотношения расстояния между горизонтами и ширины шахтного поля.

На рис. 176 изображены схематически две плоскости шириной 500 м с отметками горизонтов +70 и -30 м. Определим, какой нужно выбрать коэффициент k_z , чтобы верхняя плоскость не перекрывала нижнюю. Зададимся коэффициентом $q = 0,58$. Расстояние между плоскостями равно 100. Значит, отношение этого расстояния к ширине плоскости $\frac{100}{500} = \frac{1}{5}$. Очевидно, перекрывания плоскостей не будет при $\text{tg } \varphi = \frac{1}{5}$, следовательно,

$$k_z = \frac{q}{\text{tg } \varphi} = \frac{0,58}{1/5} \approx 2,5.$$

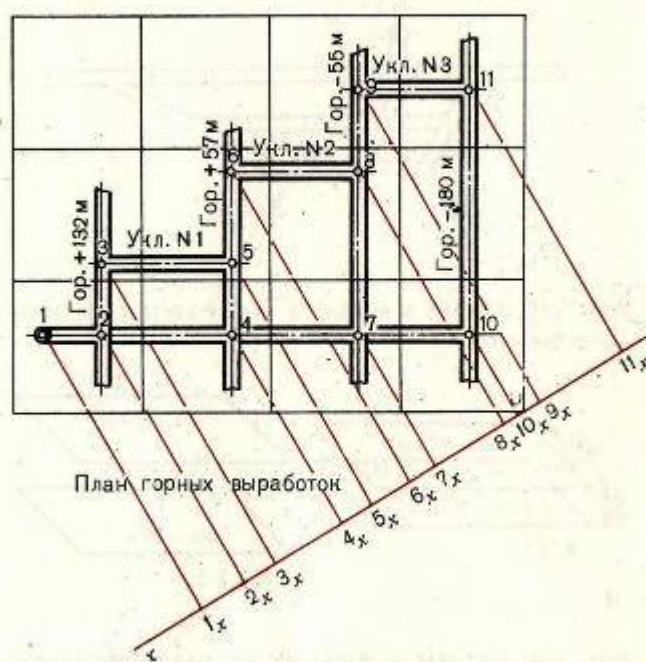


РИС. 177. СХЕМА К ПОСТРОЕНИЮ НАГЛЯДНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

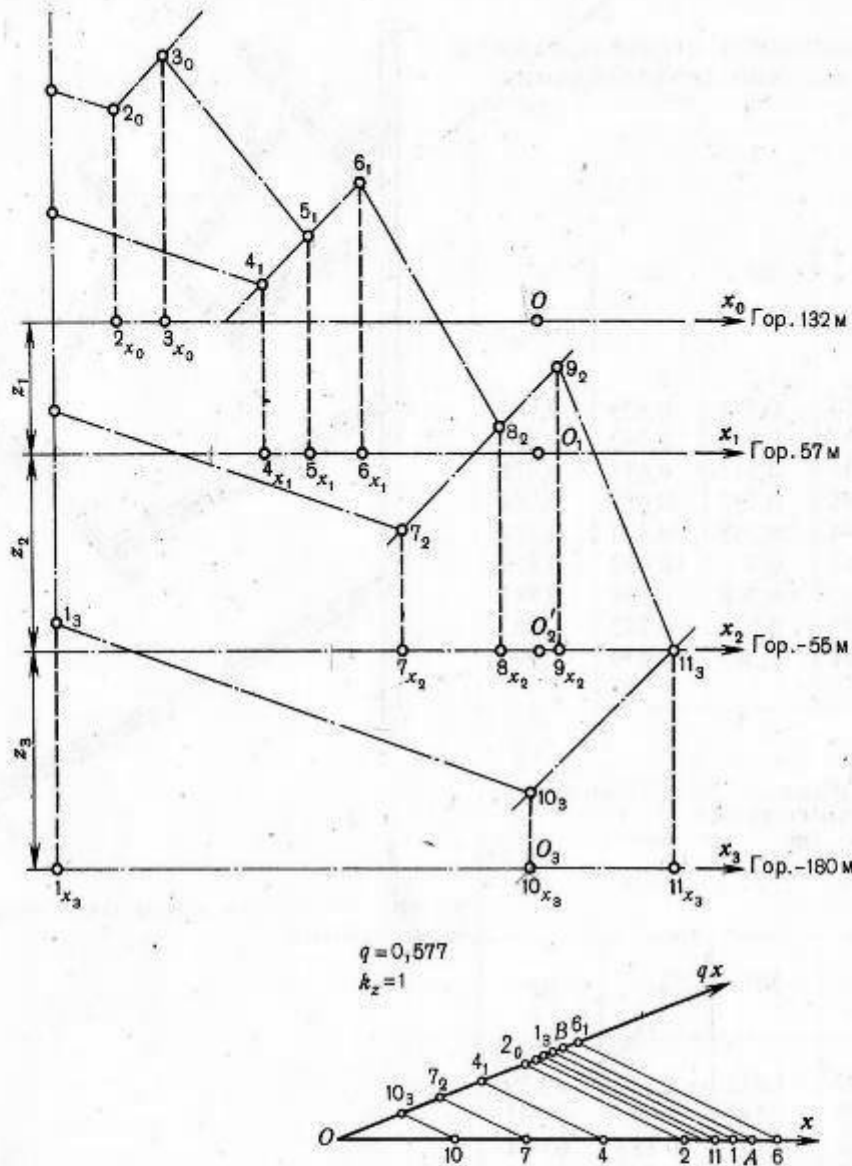


РИС. 178. СХЕМА ПОСТРОЕНИЯ АФФИННОЙ ПРОЕКЦИИ ВЫРАБОТОК ПО ДАННОМУ ПЛАНУ

Из рис. 176 видно, что, приняв $k_z = 2,5$, мы действительно избежим перекрытия пластов.

В табл. 8 и 9 приведены значения q и k_z в зависимости от углов φ и ψ_z , вычисленные по формулам:

$$k_z = \frac{\cos \varphi}{\sin(\varphi + \psi)}$$

и

$$q = \frac{\sin \varphi}{\sin(\varphi + \psi)}$$

Пример 1. По плану горных выработок, составленному в проекциях с числовыми отметками (рис. 177), построить наглядное изображение. Построение выполняем в следующей последовательности.

1. На плане горных выработок выбираем направление оси родства Ox .
2. Выбираем направление проецирующих лучей — углы ω и φ и угол между предметной и картинной плоскостями ψ . Для данного примера $\omega = 90^\circ$, $\psi = 30^\circ$ и $\varphi = 30^\circ$.
3. Находим значения коэффициентов q и k_z по табл. 8 и 9 или по вышеприведенным формулам:

$$q = 0,577; k_z = 1.$$

ТАБЛИЦА 8
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ q
ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ

ψ	φ				
	10°	20°	30°	40°	50°
0°	1	1	1	1	1
10	0,507	0,684	0,778	0,839	0,885
20	0,347	0,532	0,653	0,742	0,815
30	0,270	0,446	0,577	0,684	0,778
40	0,227	0,395	0,532	0,653	0,766
50	0,2	0,364	0,508	0,643	0,778
60	0,185	0,347	0,5	0,653	0,815
70	0,176	0,342	0,508	0,684	0,885
80	0,174	0,347	0,532	0,742	1,00
90	0,176	0,364	0,577	0,839	1,192

ТАБЛИЦА 9
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА k_z В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ УСЛОВИЙ ПРОЕКЦИРОВАНИЯ

ψ	φ				
	10°	20°	30°	40°	50°
0°	5,675	2,247	1,732	1,192	0,839
10	2,879	1,879	1,347	1,00	0,742
20	1,970	1,462	1,131	0,885	0,684
30	1,532	1,227	1,00	0,815	0,653
40	1,286	1,085	0,922	0,778	0,643
50	1,137	1,00	0,879	0,766	0,653
60	1,048	0,954	0,866	0,778	0,684
70	1,00	0,940	0,879	0,815	0,742
80	0,985	0,954	0,922	0,885	0,839
90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

4. По отметкам горизонтов и коэффициенту k_z определяем расстояние между осями родства: для горизонта 57 м

$$z_1 = 132 - 57 = 75 \text{ м};$$

для горизонта — 55 м

$$z_2 = 57 - (-55) = 112 \text{ м};$$

для горизонта — 180 м

$$z_3 = -55 - (-180) = 125 \text{ м}.$$

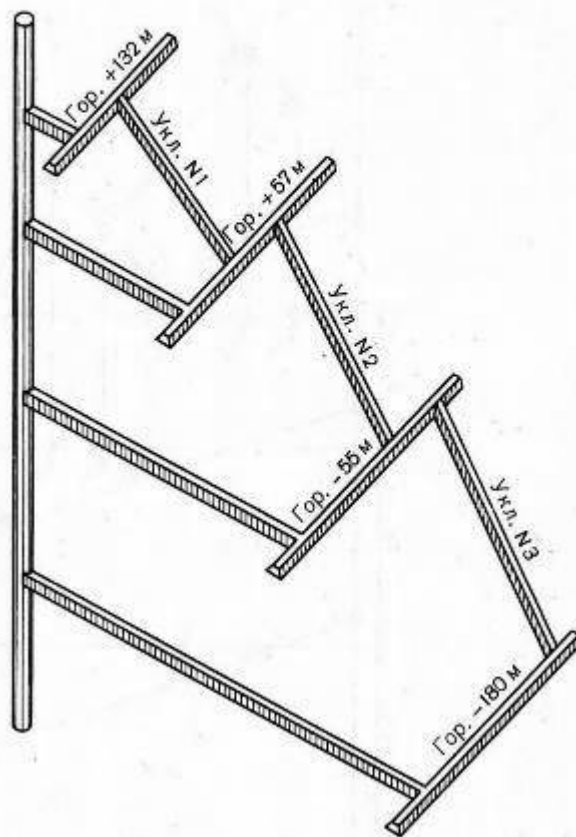


РИС. 179. ОФОРМЛЕНИЕ НАГЛЯДНОЙ АФФИННОЙ ПРОЕКЦИИ

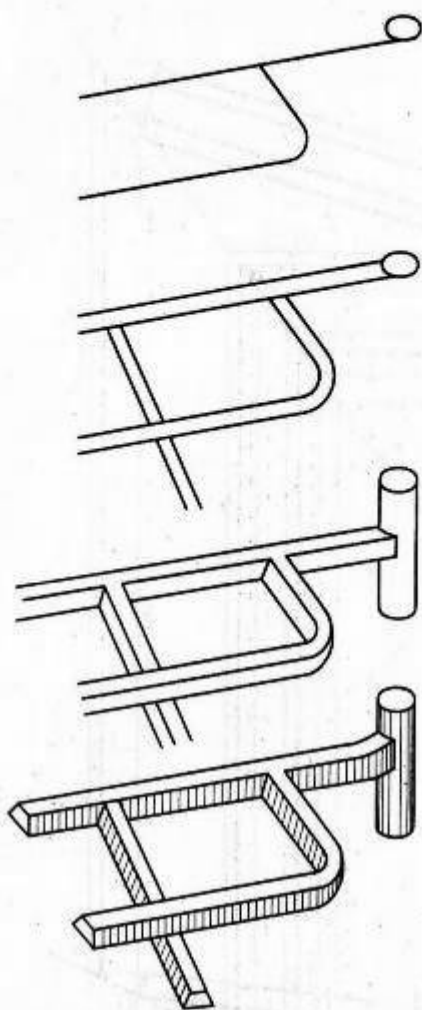


РИС. 180. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДОРИСОВКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

5. На листе бумаги (рис. 178) наносим координатные оси всех горизонтов на расстояниях z_1, z_2, z_3 и выбираем положение начала координат — точки O .

6. Из характерных точек плана $1, 2, \dots, 11$ (см. рис. 177) опускаем перпендикуляры на ось родства Ox и получаем точки $1_x, 2_x, \dots, 11_x$. Расстояния этих точек от начала координат $O-1_x; O-2_x$ и т. д. будут их абсциссами.

7. Перенесим абсциссы точек без изменения с оси родства на плане (см. рис. 177) на оси соответствующих горизонтов (см. рис. 178) $O-1_x = O_3-1_{x_3}$ и т. д.

8. Для получения ординат точек берем с плана расстояния их от оси родства $1-1_x; 2-2_x$ и т. д. (см. рис. 177), умножаем на коэффициент $q=0,577$ и переносим на наглядный чертеж (см. рис. 178), откладывая от оси родства того горизонта, в котором находится точка, отрезки $1_3-1_{x_3} = q(1-1_x); 2_0-2_{x_0} = q(2-2_x)$ и т. д.

Умножение значений ординат точек на коэффициент q удобно производить графически. Для этого на свободном поле чертежа (см. рис. 178) проводим два луча OA и OB под произвольным углом. На луче OA откладываем произвольную величину, например 100 мм, на луче OB — величину $100q=0,577 \cdot 100=57,7$ мм. Затем взятые с плана ординаты точек $1-1_x, 2-2_x, \dots, 11-11_x$ (см. рис. 177) откладываем на луче OA : $O-1 = 1-1_x, O-2 = 2-2_x, \dots, O-11 = 11-11_x$ (рис. 178) и, проведя через точки $1, 2, \dots, 11$ линии, параллельные AB , получим на луче OB отрезки $O-1_3 = q(O-1); O-2_0 = q(O-2)$ и т. д., значения которых равны ординатам соответствующих точек: $O-1_3 = 1_3-1_{x_3}; O-2_0 = 2_0-2_{x_0}$ и т. д. (см. рис. 178).

9. Соединяя соответствующие точки, например $1_3-10_3; 10_3-11_3$ и т. д., получим направления осей выработок на наглядном чертеже.

10. Придаем выработкам объемное изображение, дорисовывая их и оттеняя штриховкой (рис. 179).

11. Внизу даем масштаб построения и значения коэффициентов q и k_z .

Прежде всего следует правильно вычерчивать узлы сопряжений горных выработок. Неправильно вычерченные сопряжения отдельных узлов снижают пространственное восприятие всего изображения.

Правила дорисовки изображений (рис. 180) заключаются в следующем:

1) поперечные сечения всех горизонтальных и наклонных выработок услов-

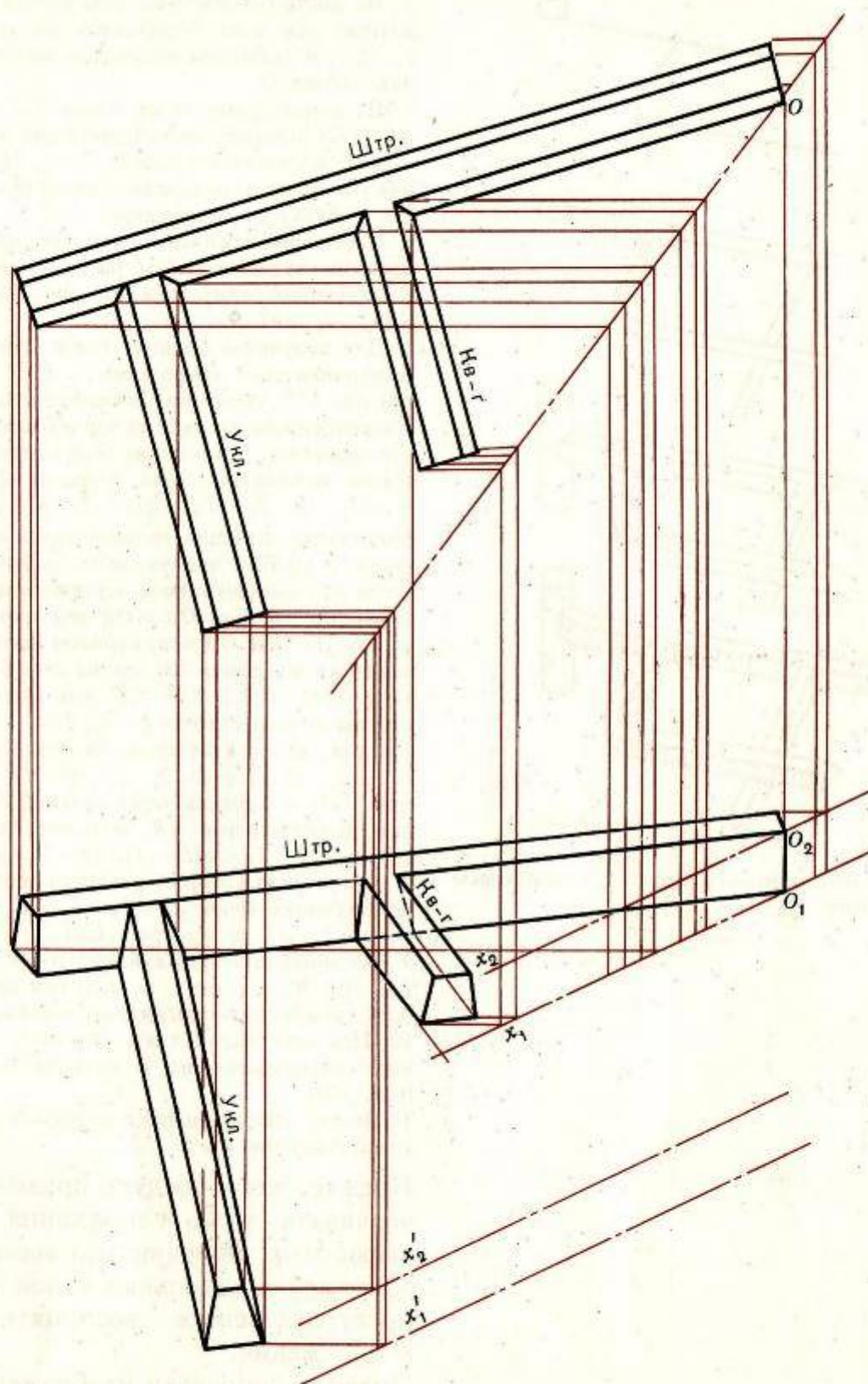


РИС. 181. АНАЛИЗ ИСКАЖЕНИЯ РАЗМЕРОВ ВЫРАБОТКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УГЛА МЕЖДУ НЕЙ И ОСЬЮ РОДСТВА

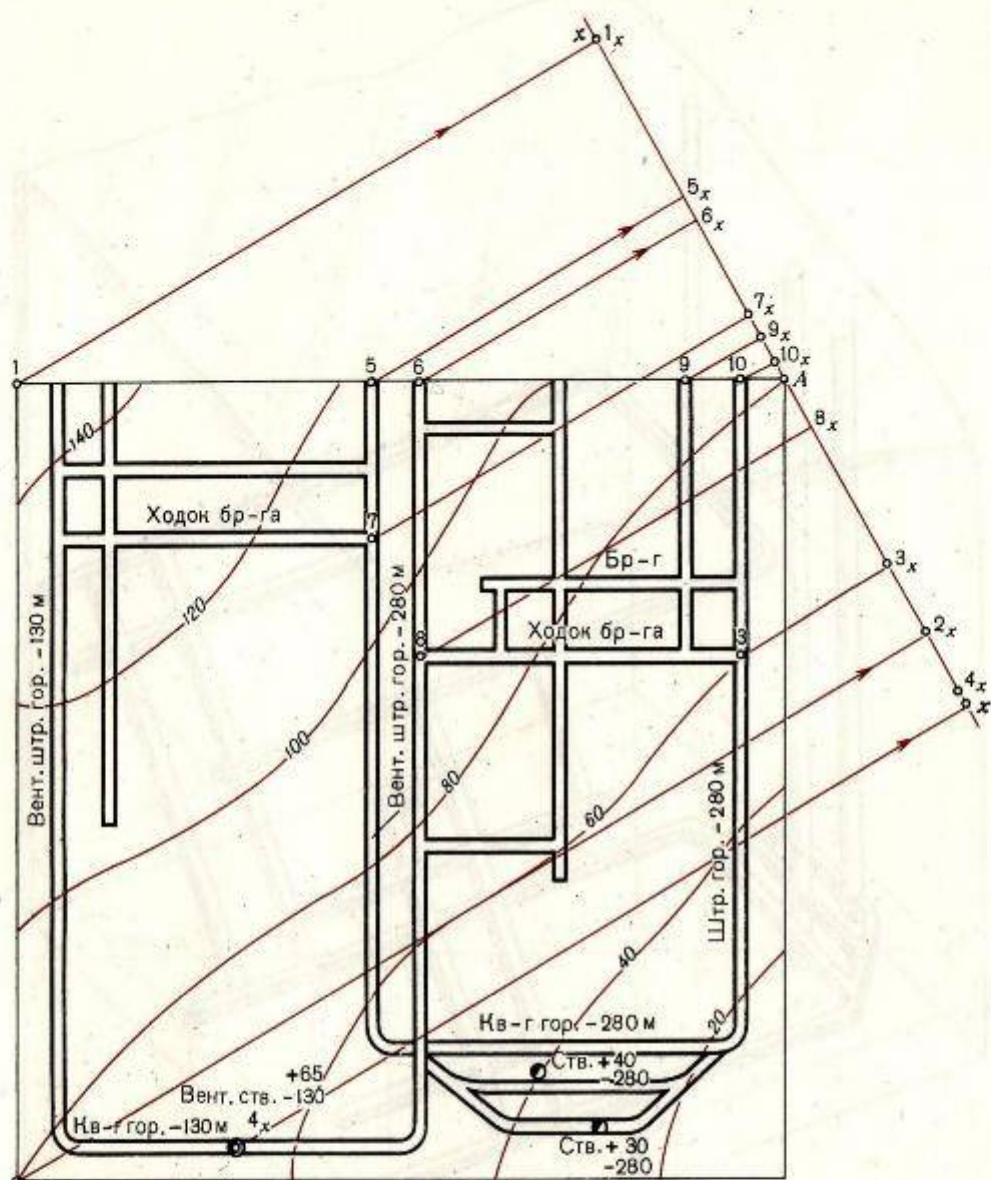


РИС. 182. СВОДНЫЙ ПЛАН ГОРНЫХ РАБОТ С ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ЗЕМЛИ

но изображают трапециевидной или прямоугольной формы; сечения шахтных стволов и гезенков — круглой или квадратной формы;

2) ширина верхних и боковых граней горизонтальных выработок на наглядных чертежах зависит от угла, который составляет выработка с осью родства (рис. 181). Чем больше угол между осью родства и выработкой, тем больше ширина ее верхней грани. При расположении оси выработки перпенди-

кулярно оси родства ширина ее верхней грани равна фактическому ее размеру на плане (см. рис. 181).

Высота боковых граней горной выработки тем больше, чем меньше угол между выработкой и осью родства. Если горная выработка параллельна оси родства, высота ее равна фактическому размеру на плане с учетом его масштаба. При $k_2 > 1$ высота наклонных и горизонтальных выработок условно принимается без увеличения;

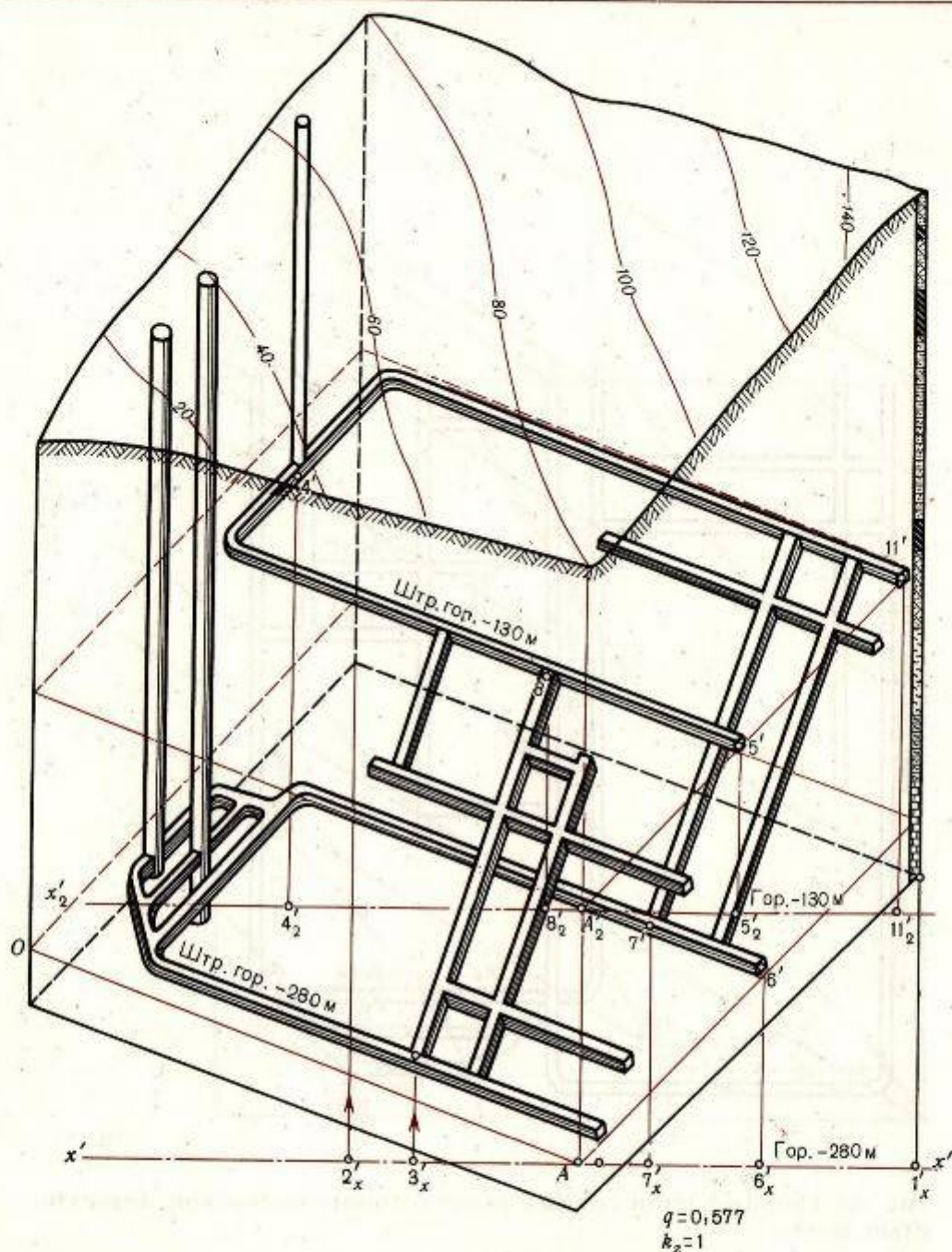


РИС. 183. НАГЛЯДНАЯ ПРОЕКЦИЯ УЧАСТКА ШАХТЫ С ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ЗЕМЛИ

3) линию пересечения граней наклонных (вертикальных) выработок с горизонтальными выполняют сплошной;

4) линию пересечения видимых боковых граней горных выработок проводят с наклоном в сторону той выработки, которая составляет с осью родства меньший угол;

5) для большей наглядности боковые грани оттеняют штриховкой. Аффинная проекция будет значительно полнее и нагляднее, если расположение горных выработок показать вместе с участком земной поверхности в виде блока. Для этого исходный план участка ограничивают в виде прямоугольника (рис. 182).

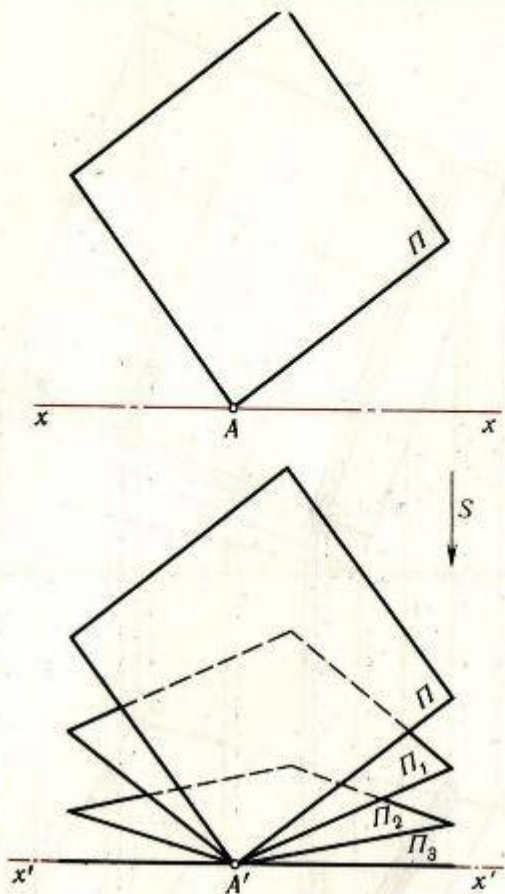


РИС. 184. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПЛАНА ОБЪЕКТА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СТЕПЕНЯХ СЖАТИЯ

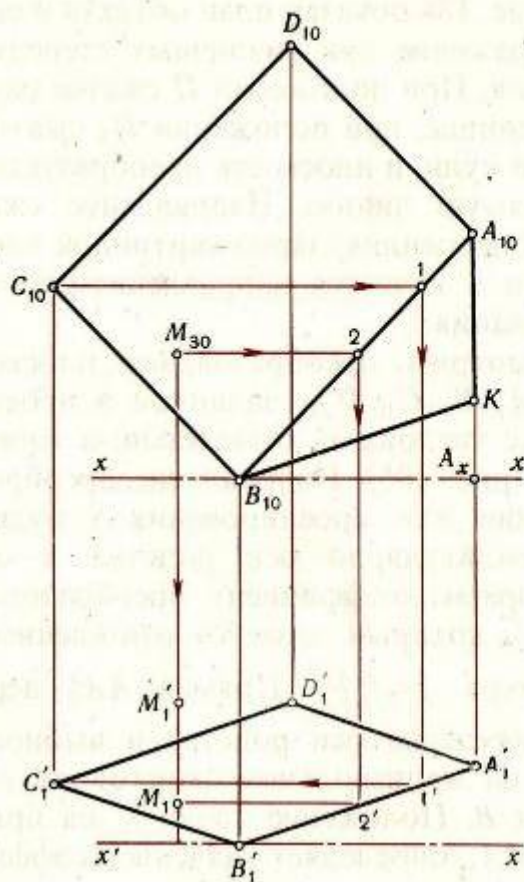


РИС. 185. СХЕМА АФФИННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПЛОСКОСТИ МЕТОДОМ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО КЛЮЧА

Для построения горизонталей необходимо взять несколько точек. Построение выполняется способом, описанным ранее.

Пример 2. Дан сводный план горных работ участка шахты с горизонталями земной поверхности (см. рис. 182). Построить наглядную проекцию участка шахты и увязать ее с рельефом земной поверхности. Построение выполнено на рис. 183 описанным выше способом. На видимых гранях блока изображают пласты полезного ископаемого и породы по данным разрезов или наносят структурную колонку.

Построение аффинной проекции методом пропорционального ключа. Аффинное преобразование плана объекта при проецировании перпендикулярно картинной плоскости можно условно рассматривать как сжатие, причем изображение объекта меняется в зависимости от степени сжатия.

На рис. 184 показан план объекта и его изображение при различных степенях сжатия. При положении Π сжатие равно единице, при положении Π_3 сжатие равно нулю и плоскость преобразуется в прямую линию. Направление сжатия S перпендикулярно картинной плоскости и является направлением проецирования.

Рассмотрим преобразование плоскости $A_{10} B_{10} C_{10} D_{10}$, заданной в проекциях с числовыми отметками, и точки M_{30} (рис. 185). Направление преобразования или проецирования S будет перпендикулярно оси родства $x-x$. Выбираем коэффициент преобразования q , который задается отношением отрезков $q = \frac{KA_x}{AA_x}$. Прямая AA_x^* перпендикулярна оси родства и выбирается на произвольном расстоянии от точки B . Положение точки K на прямой AA_x определяет значение коэффициента q .

Преобразование производится с помощью прямых BA и BK , которые называются ключом пропорциональности. Чтобы преобразованное изображение не накладывалось на исходный план, его располагают ниже плана. Задаемся осью родства $x'-x'$ и на ней находим проекцию точки B — точку B'_1 . Затем проводим прямую $B'_1 A'_1$ параллельно BK . Точка A'_1 находится непосредственно на пересечении прямой $B'_1 A'_1$ с линией связи, проведенной из точки A перпендикулярно оси родства. Чтобы определить положение точки C'_1 , проводим из точки C_1 прямую параллельно оси $x-x$ до пересечения с линией ключа AB в точке l . Затем, проведя линию связи $l-l'$ до линии ключа $B'_1 A'_1$, находим точку l' . Точку C'_1 получим при пересечении

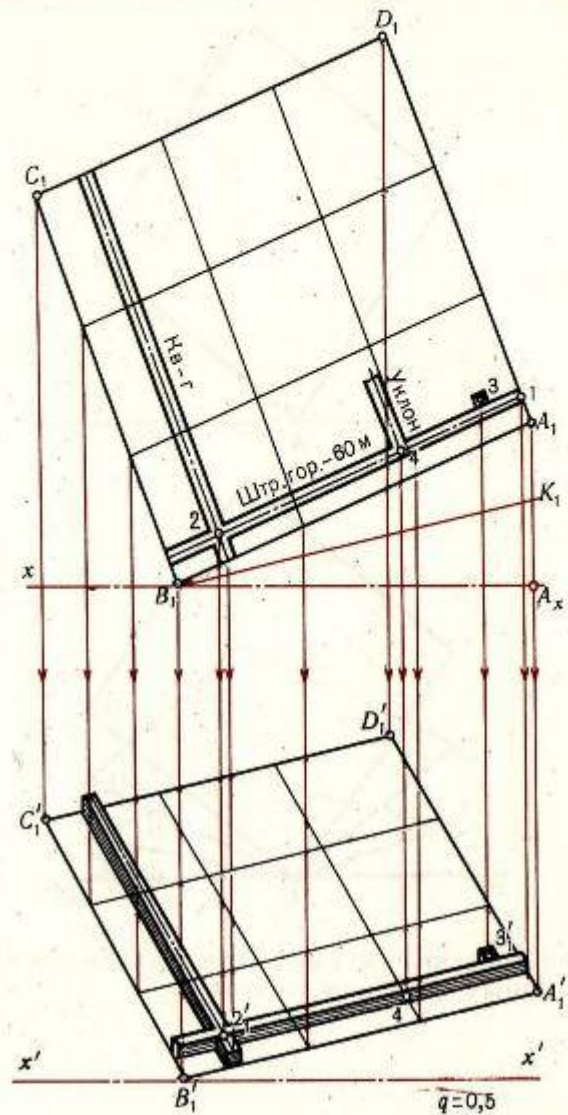


РИС. 186. АФФИННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ УЗЛА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ГОРИЗОНТА — 60 м

* Числовые отметки для упрощения опускаются.

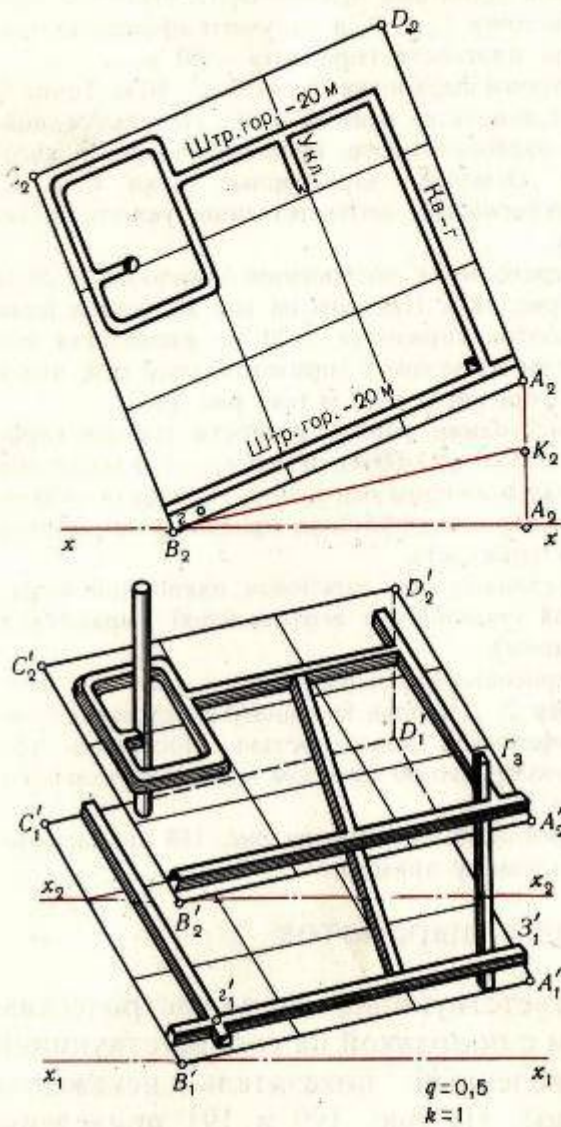


РИС. 187. АФФИННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ УЗЛА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ГОРИЗОНТА — 20 М

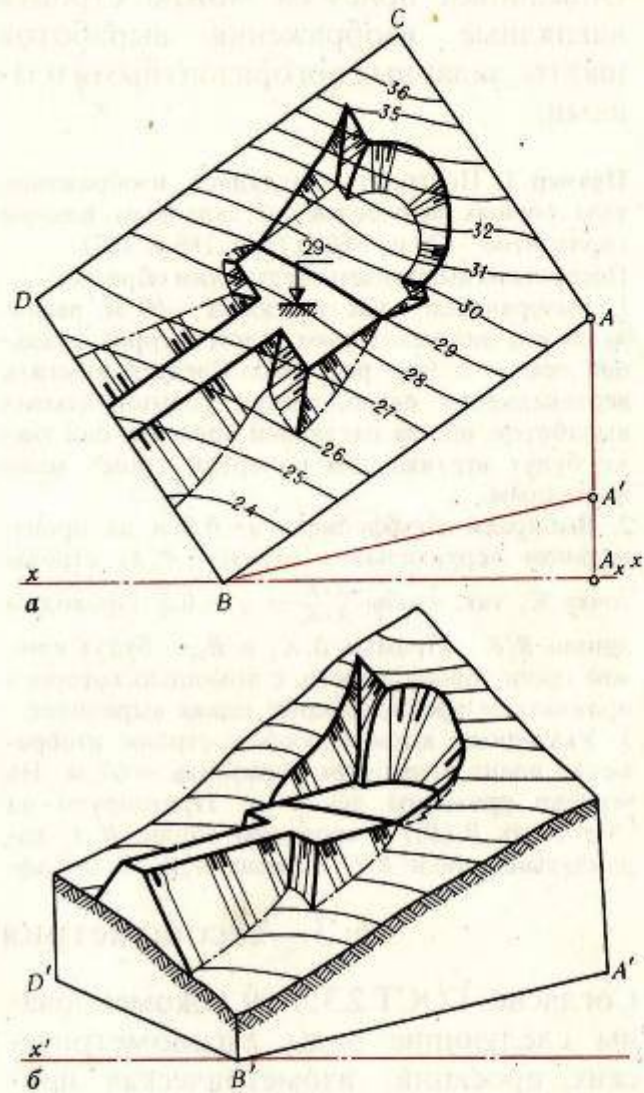


РИС. 188. ПОСТРОЕНИЕ АФФИННОЙ ПРОЕКЦИИ ЗЕМЛЯНОГО СООРУЖЕНИЯ МЕТОДОМ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО КЛЮЧА

прямых CC_1 и $I'C_1$. Используя свойства параллельности, находим точку D_1 . Плоскость $A_1B_1C_1D_1$ будет наглядной проекцией плоскости $ABCD$. Для того чтобы построить точку M_{30} , необходимо сначала указанным способом найти ее проекцию на плоскость $A_1B_1C_1D_1$, т.е. точку M_1 , а затем, отложив в масштабе чертежа разность отметок точки и плоскости (в данном примере $30 - 10 = 20$ м), получим ее наглядную проекцию — точку M_1 .

Описанным приемом можно строить наглядные изображения выработок шахты, заданных погоризонтными планами.

Пример 1. Построить наглядное изображение узла горных выработок по заданным планам горизонтов —20 и —60 м (рис. 186 и 187).

Построение выполняем следующим образом:

1. Вычерчиваем план горизонта —60 м, располагая его под некоторым углом к горизонтальной оси $x-x$ (см. рис. 186). Следует избегать вертикального расположения горизонтальных выработок, ибо на наглядной проекции они также будут вертикальны и чертеж станет мало наглядным.

2. Выбираем коэффициент $q=0,5$ и на произвольном вертикальном отрезке A_1A_x строим точку K_1 так, чтобы $\frac{AxK_1}{AxA_1} = q = 0,5$. Проводим линию B_1K_1 . Прямые B_1K_1 и B_1A_1 будут ключом пропорциональности, с помощью которого производим преобразование плана выработок.

3. Указанным выше способом строим изображение плана выработок горизонта —60 м. На чертеже проводим ось $x'-x'$. Проецируем на нее точку $B_1(B'_1)$ и проводим линию $B'_1A'_1$ параллельно линии B_1K_1 . Линия $B'_1A'_1$ будет аф-

финной проекцией прямой B_1A_1 . Находим проекции точек C'_1 и D'_1 и получаем аффинную проекцию плоскости горизонта —60 м.

4. Строим выработки горизонта —60 м. Точка I'_1 будет лежать на прямой $A'_1D'_1$. Используя свойства параллельности, проводим штрек и квершлаг. Отмечаем характерные точки $4'_1$ и $3'_1$, принадлежащие соответственно уклону и гезенку.

5. Переходим к построению горизонта —20 м (см. рис. 187). Наносим на тот же чертеж план выработок горизонта —20 м, располагая его под тем же углом к горизонтальной оси, что и план горизонта —60 м (см. рис. 186).

На расстоянии, равном разности отметок горизонтов —20—(—60 м), от оси x_1-x_1 в масштабе чертежа проводим ось x_2-x_2 горизонта —20 м. Затем строим аффинную проекцию выработок этого горизонта.

6. Соединяем оба горизонта наклонной выработкой (уклоном) и вертикальной выработкой (гезенком).

7. Дорисовываем выработки.

Пример 2. Дан план земляного сооружения с топографической поверхностью. Построить аффинную проекцию методом пропорционального ключа.

Построение выполнено на рис. 188 аналогично предыдущему примеру.

§ 3. Аксонометрия горных выработок

Согласно ГОСТ 2.317-69 рекомендованы следующие виды аксонометрических проекций: изометрическая прямоугольная; диметрическая прямоугольная; фронтальная изометрическая косоугольная; горизонтальная изометрическая косоугольная; фронтальная диметрическая косоугольная.

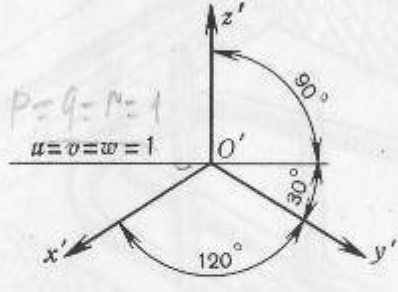
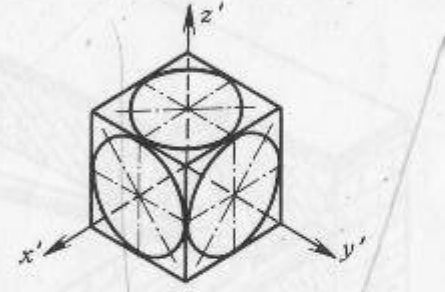
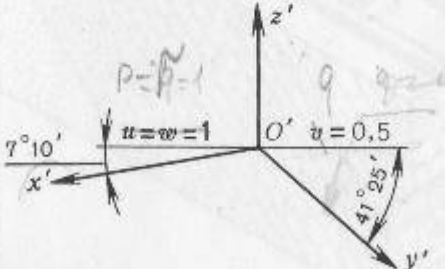
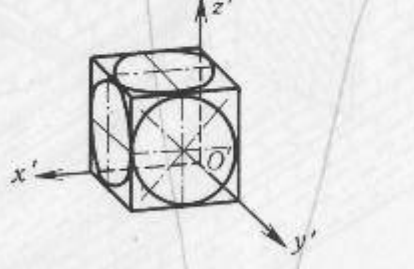
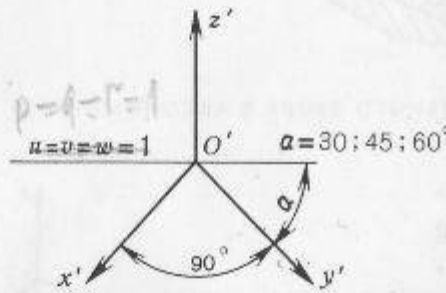
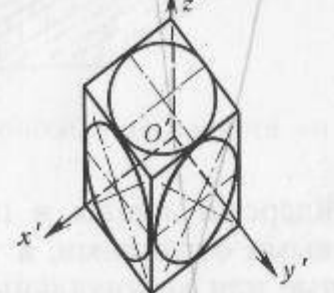
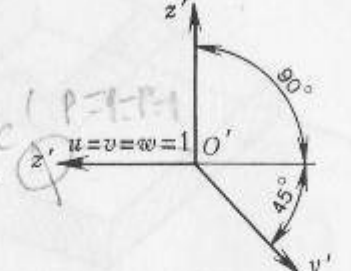
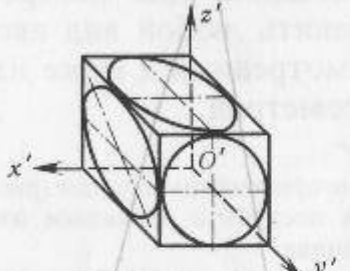
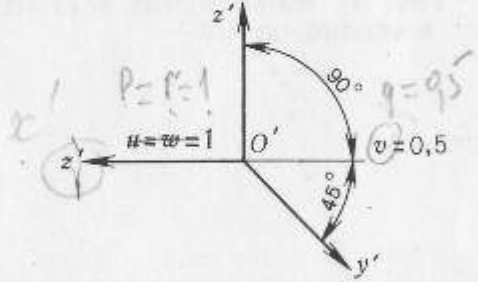
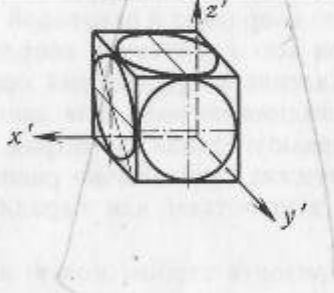
Положение осей в этих проекциях дано на рис. 189.

Аксонометрическое построение выполняется на основании ортогональных проекций фигуры. До начала построения необходимо решить вопрос об ориентации тела относительно аксонометрических осей с тем, чтобы изображение было наиболее наглядным и с наименьшими искажениями основных элементов. Аксонометрические координаты откладываются параллельно

соответствующим аксонометрическим осям с поправкой на соответствующий приведенный показатель искажения длины. На рис. 190 и 191 приведены примеры наглядных изображений в аксонометрии.

Построение аксонометрии по чертежам отдельных горизонтов. Аксонометрический метод построения наглядных проекций широко применяется в машиностроении, но для изображения сложных по форме объектов горного производства часто не пригоден, так как требует определения координат большого числа точек. Более удобно в горном деле производить построение аксонометрии по изображениям отдельных горизонтов.

Исходным материалом для построения служат погоризонтные или свод-

ПРОЕКЦИЯ	ПОЛОЖЕНИЕ ОСЕЙ	ИЗОБРАЖЕНИЕ КУБА И ОКРУЖНОСТЕЙ
Изометрическая <i>Изометрия</i>	$p=q=r=1$ $u=v=w=1$ 	
Диметрическая <i>Диметрия</i>	$p=r=1$ $u=w=1$ $v=0,5$ $7^{\circ}10'$ $41^{\circ}25'$ 	
Горизонтальная изометрическая <i>Горизонтальная изометрия</i>	$p=q=r=1$ $u=v=w=1$ $\alpha=30:45:60^{\circ}$ 	
Фронтальная изометрическая <i>Фронтальная изометрия</i>	$p=r=1$ $u=v=w=1$ 45° 	
Фронтальная диметрическая <i>Фронтальная диметрия</i>	$p=r=1$ $u=w=1$ $v=0,5$ 8° $q=95^{\circ}$ 45° 	

Изометрия
Диметрия
Горизонтальная изометрия
Фронтальная изометрия
Фронтальная диметрия

Положение осей в аксонометрических проекциях

РИС. 189. ПОЛОЖЕНИЕ ОСЕЙ В АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

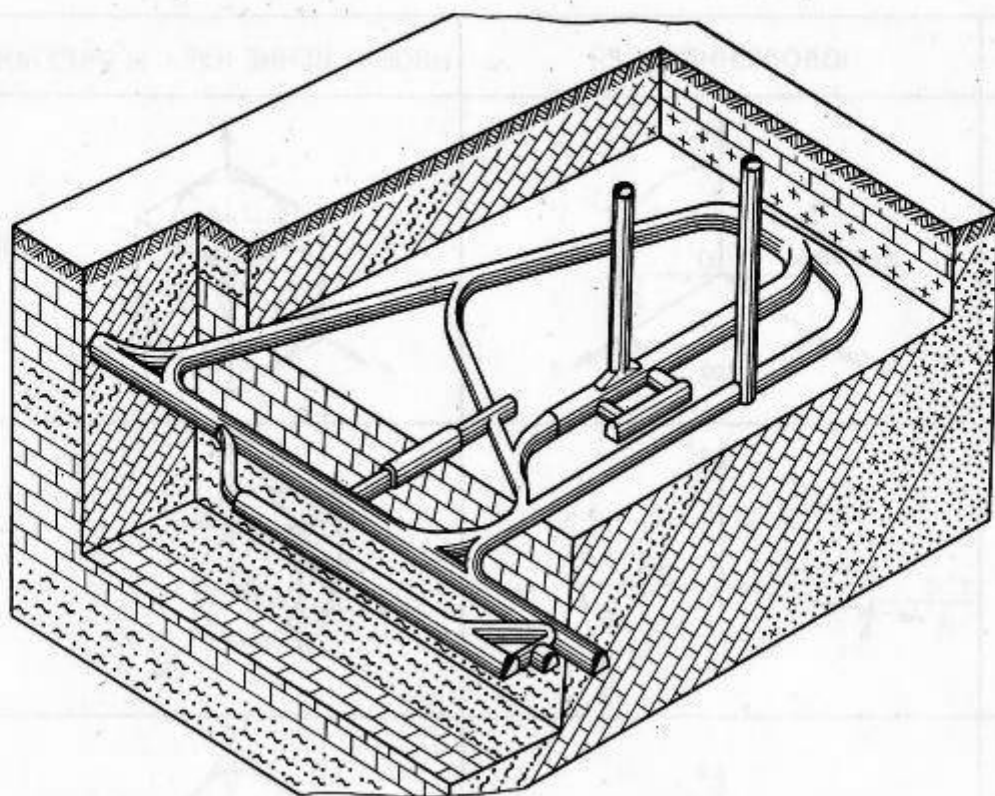


РИС. 190. ИЗОБРАЖЕНИЕ ОКОЛОВАЛЬНОГО ДВОРА В АКСОНОМЕТРИИ

ные маркшейдерские планы в проекциях с числовыми отметками, а также горизонтальные или вертикальные параллельные сечения. Для построения можно применить любой вид аксонометрии, рассмотренный в курсе начертательной геометрии.

Пример 1. По погоризонтным планам (рис. 192) трех горизонтов построить наглядное изображение части рудника.

Порядок построения следующий (рис. 193):

1. Выбираем начало координат в некоторой точке O с общими для всех горизонтов координатами x и y , направления координатных осей и коэффициенты искажения по ним. Для данного примера принята прямоугольная изометрия. Одну из аксонометрических осей обычно располагают по главным выработкам или параллельно им.

2. Для каждого горизонта строим новую аксонометрическую координатную сетку с учетом принятых направлений аксонометрических осей и коэффициентов искажений по ним. Если обнаружится значительное перекрытие одного горизонта другим, коэффициент искажения по оси z

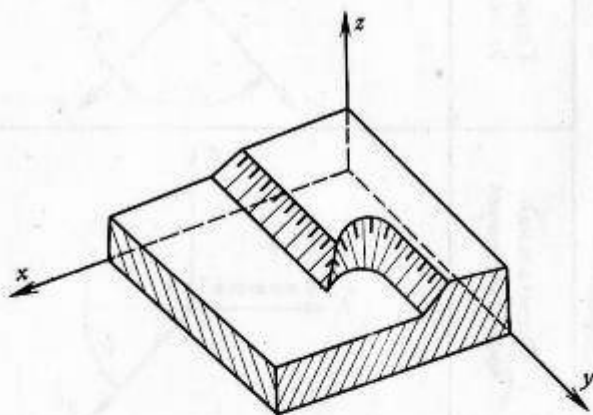


РИС. 191. ИЗОБРАЖЕНИЕ ВСКРЫШНОГО УСТУПА В АКСОНОМЕТРИИ

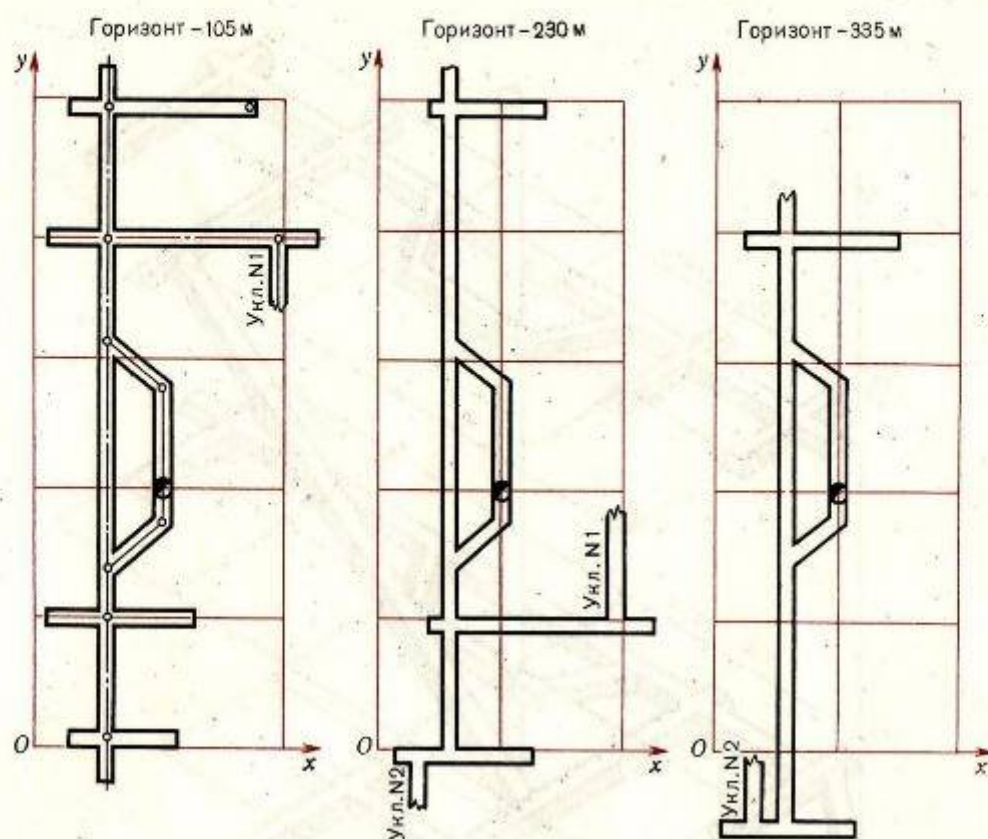


РИС. 192. ПОГОРИЗОНТНЫЕ ПЛАНЫ ТРЕХ ГОРИЗОНТОВ РУДНИКА

можно искусственно увеличить. В данном примере коэффициент $\omega=2$.

3. На каждый горизонт наносим контуры горных выработок относительно координатной сетки с учетом коэффициента искажения.

Для умножения размеров на коэффициент искажения удобно пользоваться угловым масштабом, описанным выше.

4. Строим наклонные и вертикальные выработки.

5. Дорисовываем выработки, придавая им объемную форму.

На чертеже обязательно должны быть показаны: расположение аксонометрических осей, начало координат и значение коэффициента искажения.

Пример 2. Дан план участка местности в горизонталях (рис. 194, а) и два взаимно перпендикулярных разреза $A-A$ и $B-B$. Построить изометрию участка местности.

Построение выполняется в следующем порядке:
1. Строим вторичную аксонометрическую проекцию координатной сетки и наносим на нее вторичные проекции горизонталей местности, учитывая коэффициенты искажения.

2. Из точки O проводим вертикальную линию

и на ней вычерчиваем вертикальный масштаб, соответствующий высоте сечения горизонталей 5 м.

3. Вычерчиваем горизонтали. Для этого накладываем кальку на изометрическую проекцию плана, отмечаем точку O и проводим линии $O'B'$ и $O'-S'$, а через точку C вертикальную линию.

4. Перемещая кальку по аксонометрическому плану так, чтобы точка O скользила по вертикальному масштабу, вычерчиваем горизонтали местности. Например, совмещая точку O' с отметкой на вертикальном масштабе 90, вычерчиваем горизонталь с отметкой 90, затем перемещаем кальку вниз до совмещения точки O с отметкой 95 и вычерчиваем горизонталь с отметкой 95 и т. д.

Каждую горизонталь вычерчиваем только до рамки плана изображаемого участка. Затем соединяем концы горизонталей плавной кривой. Получаем пространственное изображение боковых граней.

5. На видимых боковых гранях изображенной поверхности наносим породы согласно разрезам $A-A$ и $B-B$.

Пример 3. Построить наглядное изображение

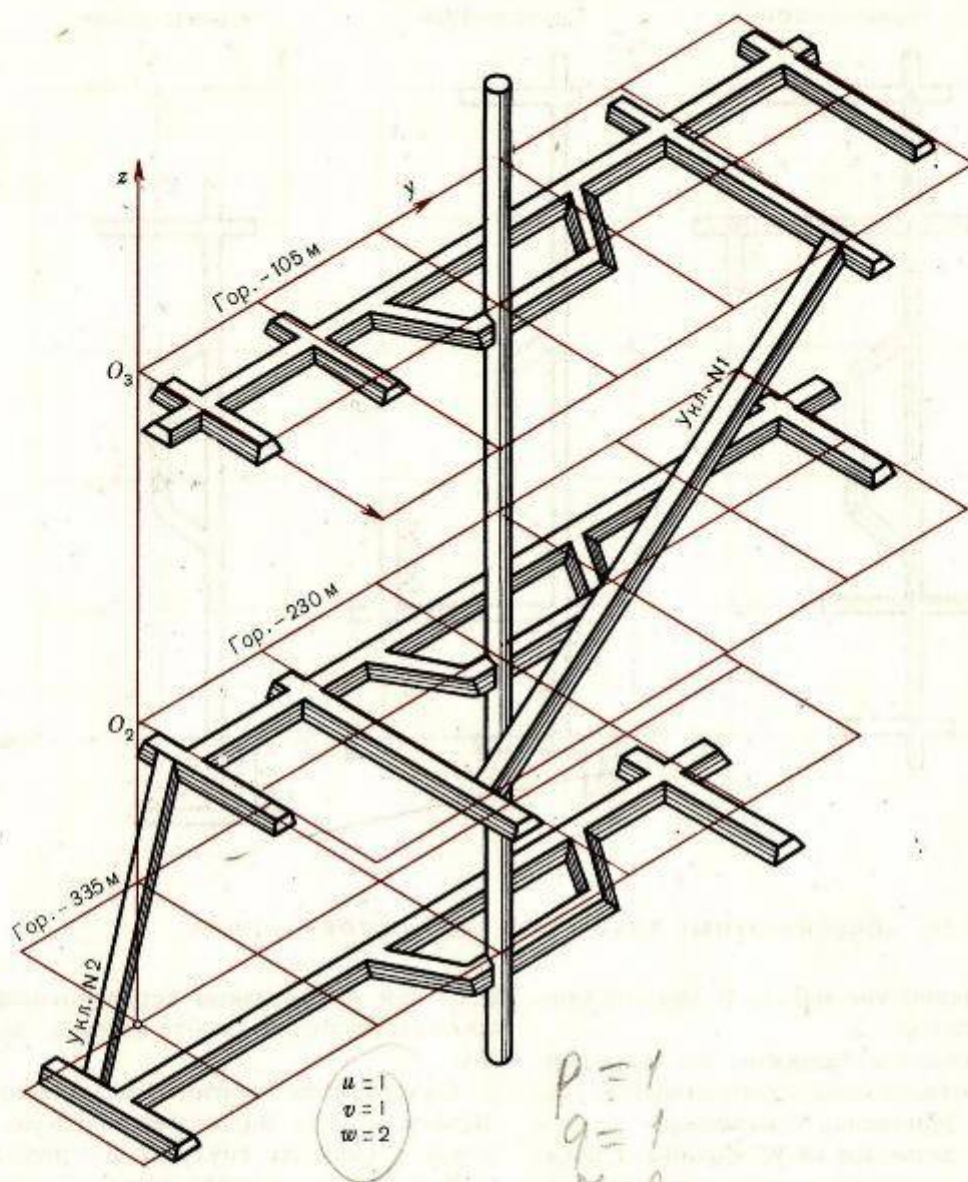


РИС. 193. АКСОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ПРОЕКЦИЯ ЧАСТИ РУДНИКА

узла околоствольных выработок трех горизонтов в триметрии. Исходным материалом для построения служит сводный план выработок в проекциях с числовыми отметками и разрез вкрест простирания $A-A$ (рис. 195).

Построение (рис. 196) производим так же, как и в предыдущем примере.

Расположение подземных выработок увязываем с залеганием пластов угля и рельефом земной поверхности. Для этого мы строим аксонометрию контура плана в виде прямоугольного блока, на боковой грани которого показываем пласты угля и породу. Если изображение пород затемняет изображение выработок, можно показать только структурную колонку залегающих пород.

На наглядных проекциях, в зависимости от их

назначения, можно показать:

- 1) схему вентиляции с расположением всех вентиляционных устройств и вентиляционных сооружений и с указанием основных вентиляционных характеристик шахты (рудника) и горных выработок;
- 2) схему электроснабжения и водоотлива;
- 3) схему рудничного транспорта и расположение механизмов в выработках;
- 4) форму сечения выработок и вид крепи;
- 5) систему разработки и отразить мероприятия по предупреждению и ликвидации аварий.

Одним из важнейших требований, предъявляемых к горным чертежам, является требование динамичности, т. е. на чертежах должно быть

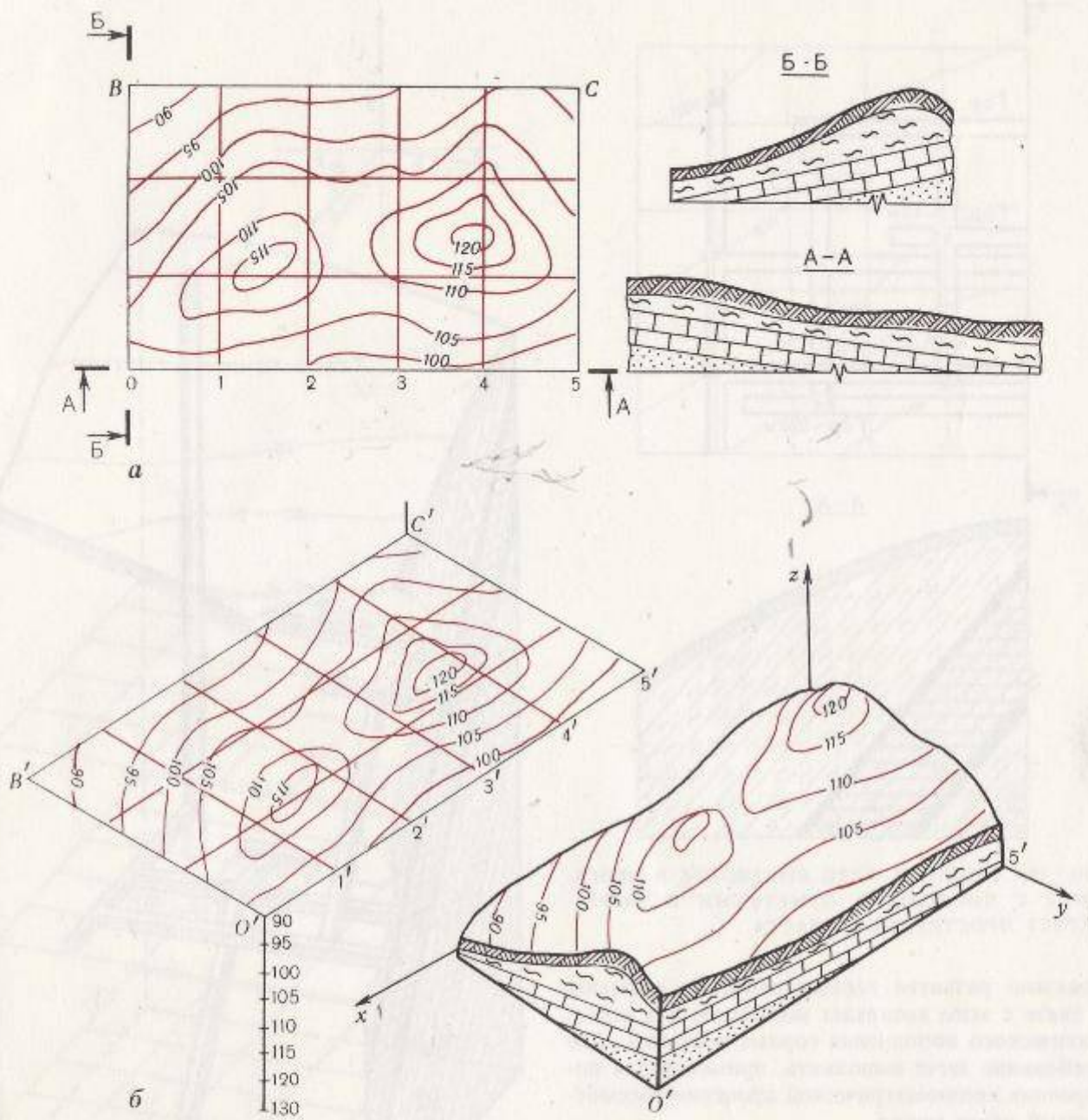


РИС. 194. ИЗОМЕТРИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ:
 а — план;
 б — изометрия плана и изометрия топографической поверхности

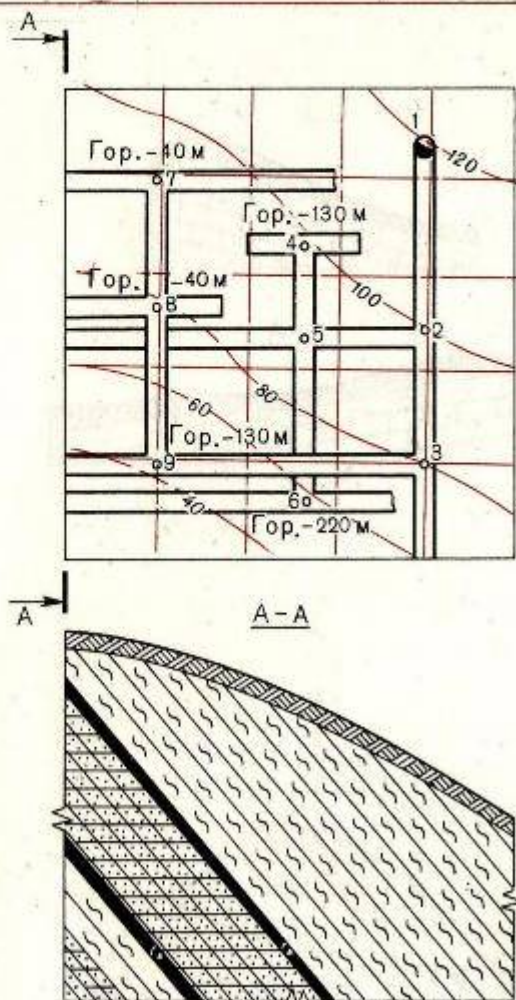


РИС. 195. СВОДНЫЙ ПЛАН ВЫРАБОТОК В ПРОЕКЦИЯХ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ И РАЗРЕЗ ВКРЕСТ ПРОСТИРАНИЯ ПЛАСТА

показано развитие горных работ во времени. В связи с этим возникает необходимость систематического пополнения горных чертежей. Это требование легче выполнить, применяя для построения аксонометрической проекции рассмотренный ранее метод.

При решении вопроса о том, какой вид аксонометрической проекции наиболее соответствует требованиям рудничного моделирования, необходимо учитывать следующее.

Нет основания рекомендовать к применению какой-либо один вид аксонометрической проекции, который в одинаковой степени удовлетворял бы требованиям, предъявляемым к объемным изображениям, для весьма разнообразного сочетания условий; морфологии рудных тел, тектоники, системы разработки месторождений и т. п.

Если для одних горно-геологических условий данный вид проекций наиболее целесообразен, то для других условий он может оказаться совершенно неприемлем.

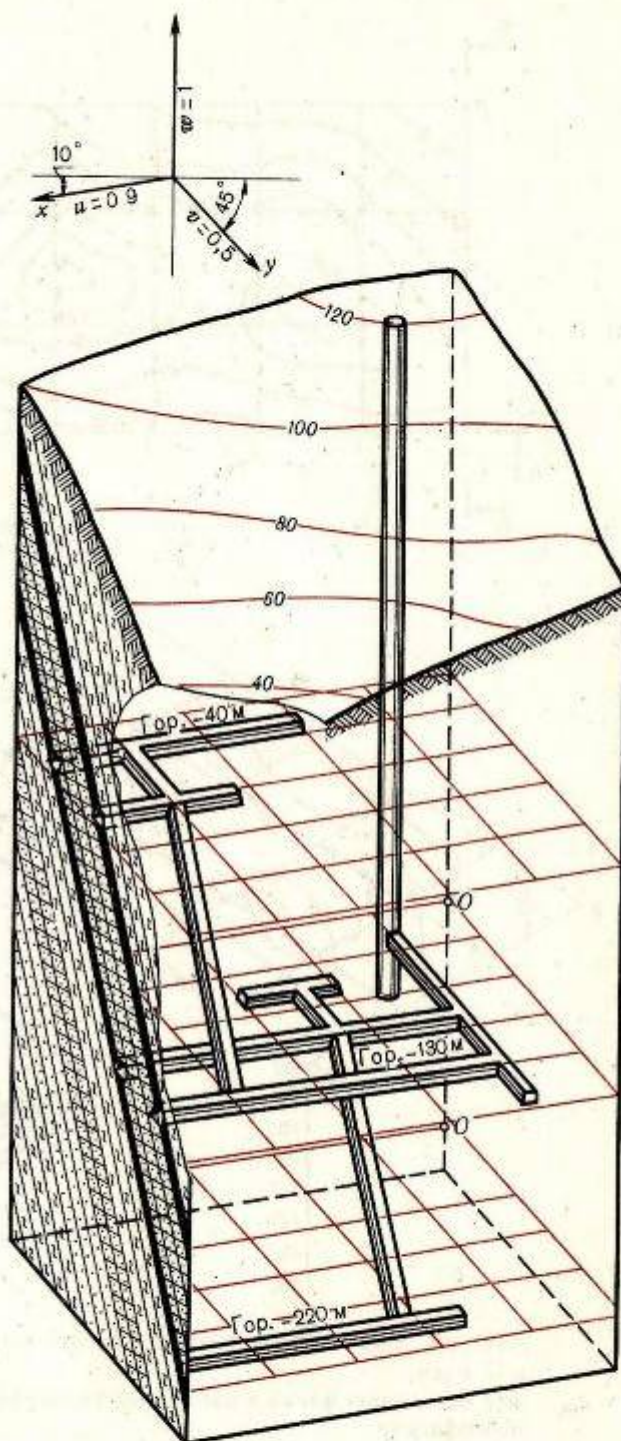


РИС. 196. ТРИМЕТРИЯ УЗЛА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

§ 4. Построения стандартной аксонометрии методом аффинных преобразований

Исследуем аффинное преобразование при направлении проецирования, перпендикулярном картинной плоскости Ω , т. е. когда $\varphi + \psi = 90^\circ$ (рис. 197).

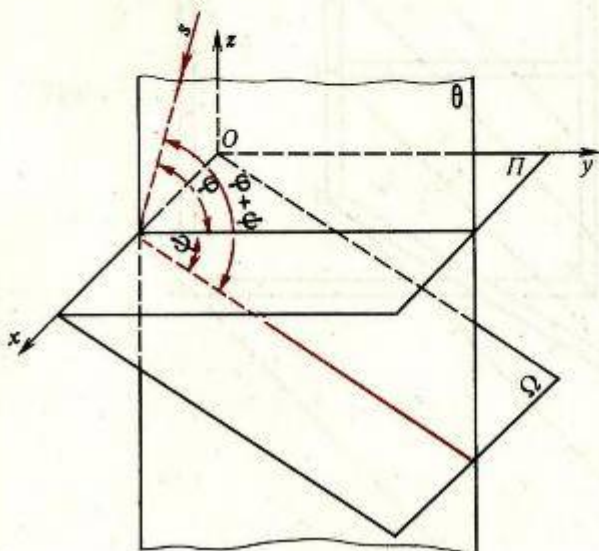


РИС. 197. СХЕМА АФФИННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ НАПРАВЛЕНИИ ПРОЕЦИРОВАНИЯ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО КАРТИННОЙ ПЛОСКОСТИ

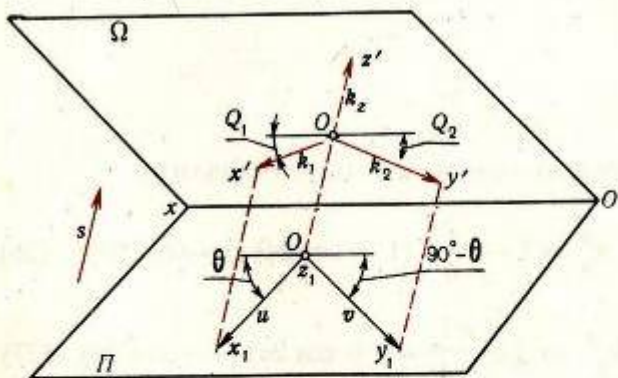


РИС. 198. УСЛОВИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАДАННОЙ АКСОНОМЕТРИИ

Коэффициенты q и k_z рассчитываем по формулам, приведенным для случая, когда направление проецирования перпендикулярно оси родства.

При $(\varphi + \psi) = 90^\circ \sin(\varphi + \psi) = 1$. Тогда:

$$q = \sin \varphi; \quad k_z = \cos \varphi.$$

Аффинные преобразования, при которых направления проецирования перпендикулярны картинной плоскости, соответствуют прямоугольным аксонометрическим проекциям. Действительно, в основе аффинных преобразований и аксонометрических проекций лежит один и тот же метод — метод параллельного проецирования. Различие заключается в том, что при построении используются разные системы координат.

Поэтому известное уравнение, которое связывает коэффициент искажения в ортогональной аксонометрии $u^2 + v^2 + w^2 = 2$, справедливо и для этого случая аффинных преобразований: $k_1^2 + k_2^2 + k_z^2 = 2$.

Возьмем прямоугольную систему координат $x_1y_1z_1$ в предметной плоскости (рис. 198) и спроецируем ее на плоскость Ω по направлению s перпендикулярно плоскости Ω . Угол θ определяет направление осей x' и y' относительно оси родства; ось z' будем считать перпендикулярной предметной плоскости. Углы Q_1 и Q_2 определяют направления соответствующих им аксонометрических осей x' , y' , z' , а k_1, k_2, k_z — коэффициенты искажения по этим осям.

Направления θ и φ можно подобрать так, чтобы изображение предмета в соответствующей аксонометрической проекции было наглядным.

Можно заранее задать направление аксонометрических осей и коэффициентом искажений по этим направлениям и определить, при каких условиях

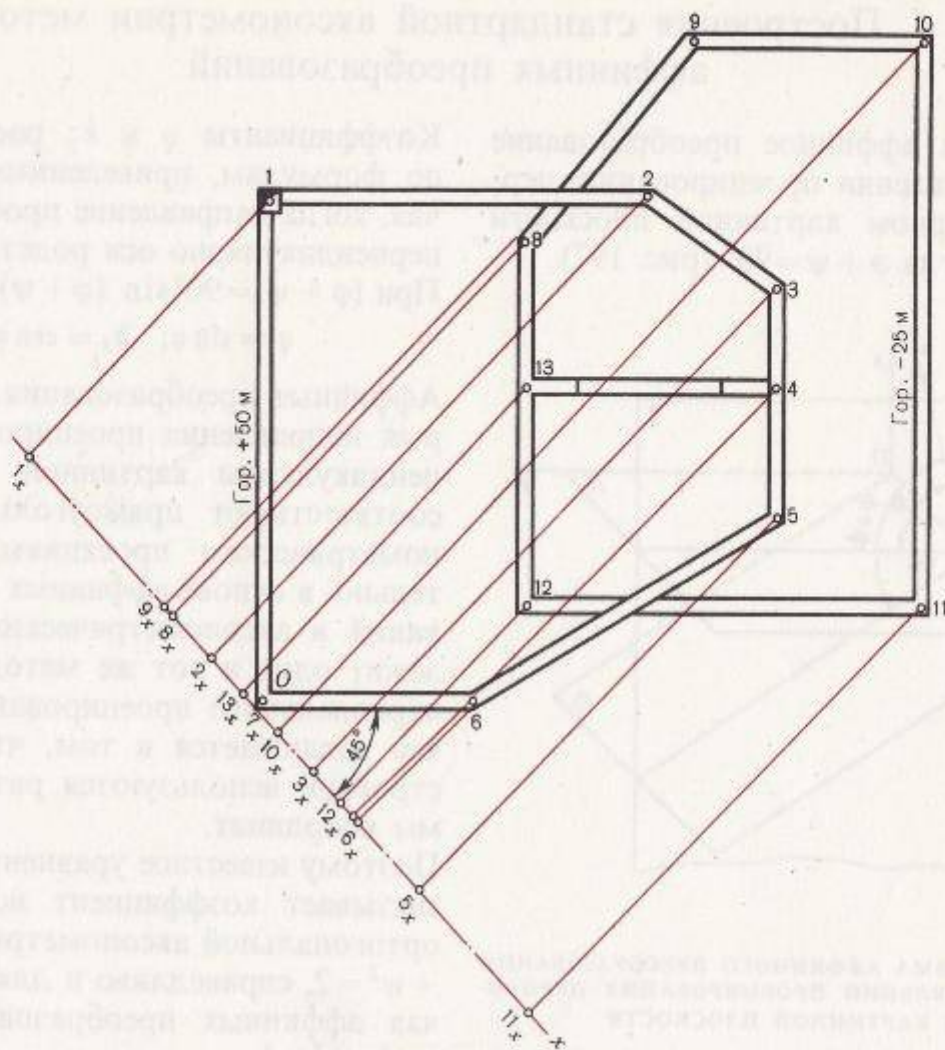


РИС. 199. ПОСТРОЕНИЕ ИЗОМЕТРИИ МЕТОДОМ АФФИННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

может быть получена заданная аксонометрия. По формулам, рекомендованным Г. А. Ушаковым и И. Д. Гольдиным

$$\operatorname{tg} Q_1 = q \operatorname{tg} \theta; \quad (22)$$

$$\operatorname{tg} Q_2 = q \operatorname{ctg} \theta; \quad (23)$$

$$k_z = \cos \varphi; \quad (24)$$

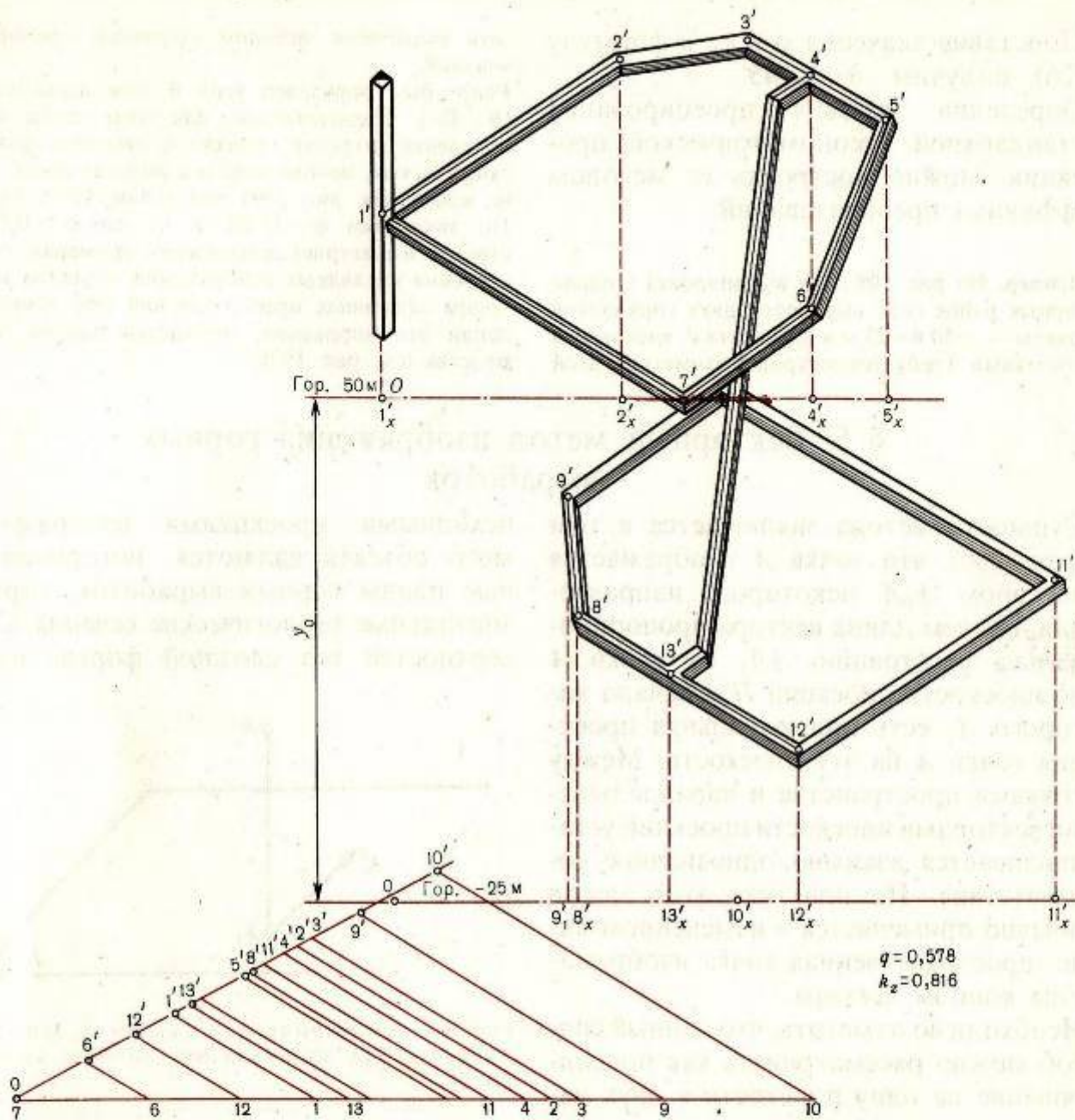
$$q = \sin \varphi; \quad (25)$$

$$k_x^2 = 1 - \frac{1}{4} (1 + \cos 2\varphi) (1 - \cos 2\theta); \quad (26)$$

$$k_y^2 = 1 - \frac{1}{4} (1 + \cos 2\varphi) (1 + \cos 2\theta) \quad (27)$$

определим условия, при которых получаются стандартные аксонометрические проекции — изометрия и диметрия.

Изометрия. Для изометрии $u=v=w$, т. е. $k_x=k_y=k_z = \sqrt{\frac{2}{3}} \approx 0,816$. Соглас-



но приведенной выше формуле, $k_z = \cos \varphi = 0,816$. По табл. 8 и 9 определяем $\varphi = 35^\circ 20'$, тогда $\psi = 90^\circ - 35^\circ 20' = 54^\circ 40'$. Так как $Q_1 = Q_2$, то, согласно формулам (22) и (23), $\operatorname{tg} \theta = \operatorname{ctg} \theta$, т. е. $\theta = 45^\circ$. Следовательно, чтобы получить изометрическую проекцию объекта, заданного в проекциях с числовыми отметками, необходимо ось родства расположить под углом $\theta = 45^\circ$ к линиям координатной сетки.

Диметрия. Для этой проекции, как из-

вестно из курса начертательной геометрии,

$$k_x = k_z = \frac{2\sqrt{2}}{3} \approx 0,94;$$

$$k_y = \frac{\sqrt{2}}{3} \approx 0,47;$$

$$\theta_1 = 7^\circ 10'; \quad \theta_2 = 41^\circ 25'.$$

Значения углов определяем из формулы (24):

$$\varphi = 20^\circ; \quad \psi = 90^\circ - 20^\circ = 70^\circ.$$

Подставив значения φ и k_x в формулу (26), получим $\theta = 20^\circ 45'$.

Определив условия проецирования стандартной аксонометрической проекции, можно построить ее методом аффинных преобразований.

Пример. На рис. 199 дана выкопировка с плана горных работ сети выработок двух горизонтов шахты — +50 и —25 м в проекциях с числовыми отметками. Требуется построить изометрию этой

сети выработок методом аффинных преобразований.

Ранее был определен угол θ для изометрии ($\theta = 45^\circ$). Следовательно, для того чтобы направление штреков совпало с аксонометрическими осями, необходимо ось родства провести на плане (см. рис. 199) под углом 45° к ним. По значениям $\varphi = 35^\circ 20'$ и $k_z = \cos \varphi = 0,816$ строим изометрию аналогично примерам построения наглядных изображений объектов методом аффинных преобразований при направлении проецирования, перпендикулярном оси родства (см. рис. 199).

§ 5. Векторный метод изображения горных выработок

Сущность метода заключается в том (рис. 200), что точка A изображается вектором A_1A' некоторого направления, причем длина вектора пропорциональна расстоянию AA_1 от точки A до плоскости проекций Π и начало которого A_1 есть прямоугольная проекция точки A на эту плоскость. Между точками пространства и параллельными векторами плоскости проекций устанавливается взаимно однозначное соответствие. На практике этот метод обычно применяется в измененном виде: пространственная точка изображается концом вектора.

Необходимо отметить, что данный способ можно рассматривать как проецирование на одну плоскость в двух направлениях, одно из которых s — перпендикулярно плоскости проекций, а другое — τ направлено под каким-либо углом φ к ней (рис. 201).

Следовательно, векторный метод изображения имеет свойства метода параллельного проецирования.

Рассматриваемые проекции наилучшим образом удовлетворяют требованиям простоты построения, удобоизмеряемости и динамичности, т. е. пополняемости. Особенно удобно пользоваться векторными проекциями, если

исходными проекциями изображаемого объекта являются погоризонтные планы горных выработок, горизонтальные геологические сечения поверхностей тел сложной формы или

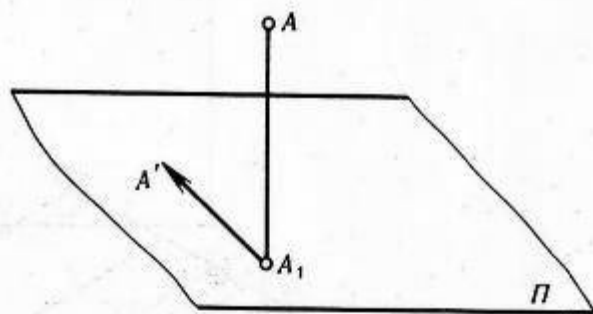


РИС. 200. ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ВЕКТОРНОГО МЕТОДА ИЗОБРАЖЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

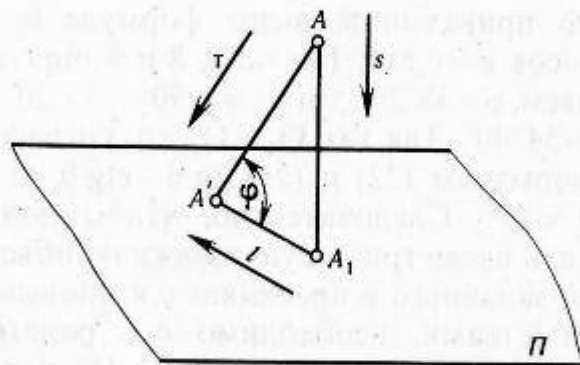


РИС. 201. ВЕКТОРНЫЙ МЕТОД ПРОЕЦИРОВАНИЯ — ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ

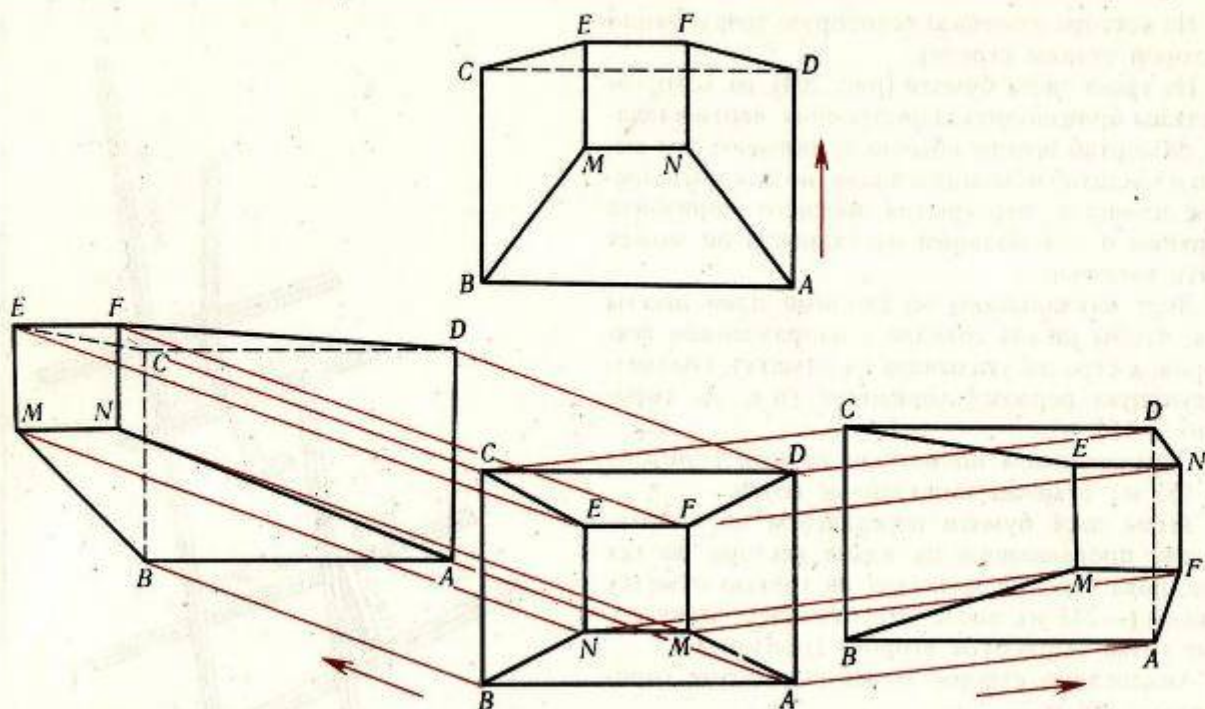


РИС. 202. ИЗОБРАЖЕНИЕ ПИРАМИДЫ В ВЕКТОРНЫХ ПРОЕКЦИЯХ

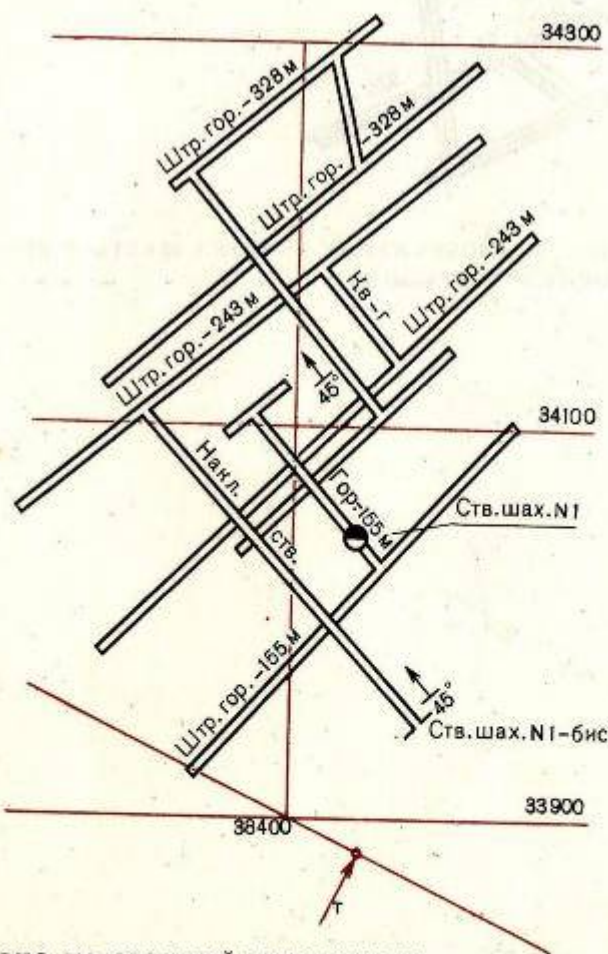


РИС. 203. СВОДНЫЙ ПЛАН ШАХТЫ

геологические разрезы вкрест прости-
рания.

На рис. 202 в плане дана усеченная пи-
рамида с параллельными нижним и
верхним основаниями. Отметки ниж-
него основания — 40 м, верхнего —
50 м. Рядом с планом представлены
изображения этой пирамиды в вектор-
ных проекциях по трем разным на-
правлениям проецирования с разными
масштабами векторов.

Изображение строится следующим об-
разом. Из каждой характерной точки
пирамиды $ABCD$ и $EFNM$ параллельно
принятому направлению проецирова-
ния проводят векторы, длина которых
пропорциональна абсолютным или от-
носительным отметкам этих точек.

Пример 1. По данному сводному плану шахты
(рис. 203) построить ее изображение в вектор-
ных проекциях. Построение производим на каль-
ке или плотной бумаге при помощи светокопи-
ровального стола.

1. На плане горных работ (рис. 203) проводим
вектор так, чтобы его направление не совпадало
ни с одним из направлений основных горных
выработок.

2. На векторе отмечаем некоторую точку, около которой ставим стрелку.
 3. На краю листа бумаги (рис. 204), на котором должны производиться построения, чертим шкалу. Масштаб шкалы обычно принимают тот же, что и масштаб исходного плана, но для уменьшения площади перекрытия нижнего горизонта верхним и для большей наглядности он может быть увеличен.
 4. Лист накладываем на сводный план шахты так, чтобы шкала совпала с направлением векторов, а стрелка указывала на отметку, соответствующую первому горизонту (т. е. на горизонт —155 м).
 5. Перечерчиваем полностью первый горизонт (—155 м), отмечая характерные точки.
 6. Затем лист бумаги передвигаем по направлению проведенного на плане вектора до тех пор, пока стрелка не укажет на третью отметку шкалы (—243 м), после чего отмечаем характерные точки выработок второго горизонта.
 7. Аналогично строим точки выработок горизонта —328 м.
 8. Затем соединяем точки разных горизонтов и получаем наклонные выработки.
 9. На чертеже указываем горизонтальный и вертикальный масштабы.
- При таком способе построения измеримость в горизонтальных плоскостях сохраняется, линейные размеры в направлении векторов определяются по вертикальному масштабу. Все остальные величины как линейные, так и угловые могут быть определены элементарными построениями.

Наглядность изображения векторных проекций зависит от выбора направления векторов. Чем больше векторы отклоняются от направления изображаемых линий, тем больше наглядность чертежа. Это легко можно учесть, так как горные выработки всегда имеют несколько преобладающих направлений.

Пример 2. Построить векторную проекцию топографической поверхности, представленной горизонталями (рис. 205).

1. На плане поверхности проводим вектор, на котором отмечаем некоторую точку стрелкой.
 2. Лист бумаги накладываем на план так, чтобы шкала, построенная на листе, совпала с вектором на плане и стрелка указала на первую точку с отметкой 65 м. Горизонталь с этой отметкой перечерчиваем на бумагу. Остальные горизонтали строим аналогично.
- Построив все горизонтали, оформляем чертеж.

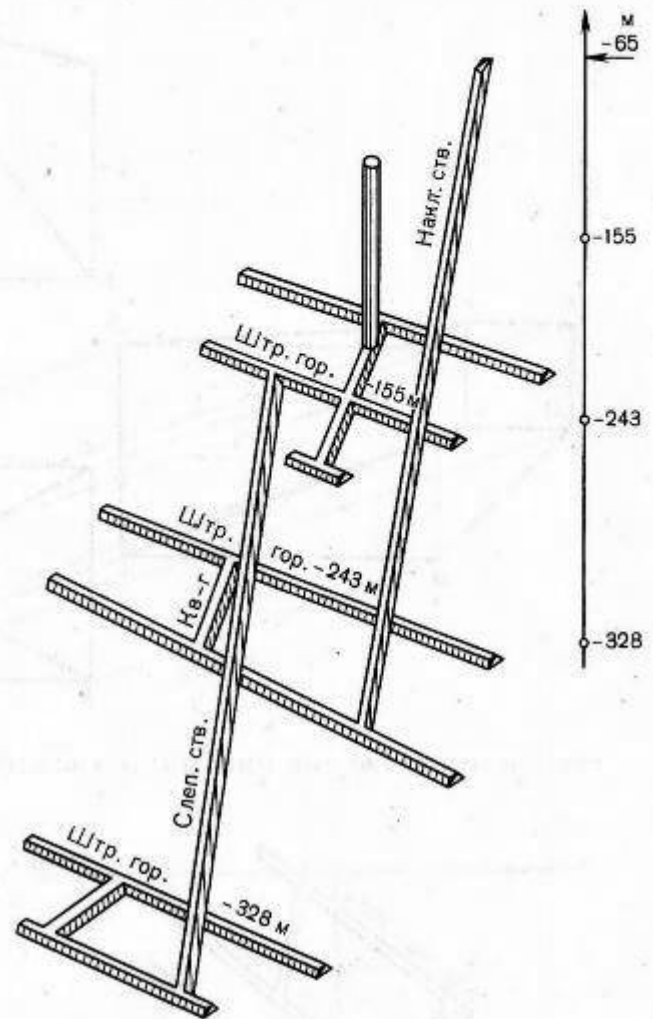


РИС. 204. ИЗОБРАЖЕНИЕ УЧАСТКА ШАХТЫ В ВЕКТОРНЫХ ПРОЕКЦИЯХ

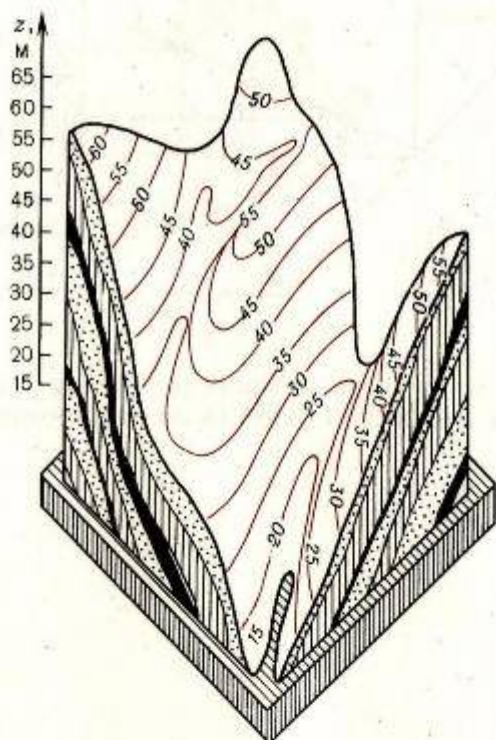
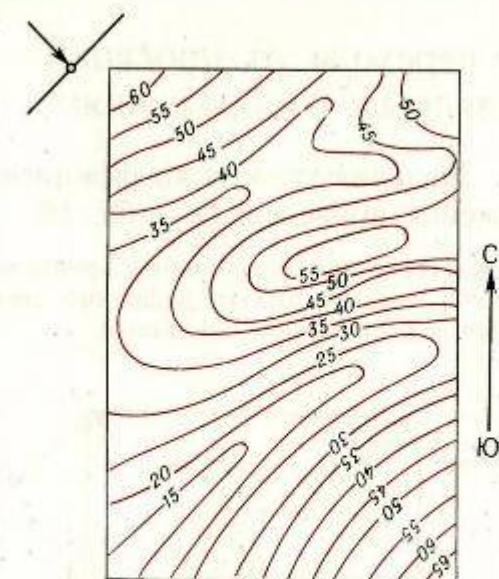


РИС. 205. ВЕКТОРНАЯ ПРОЕКЦИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

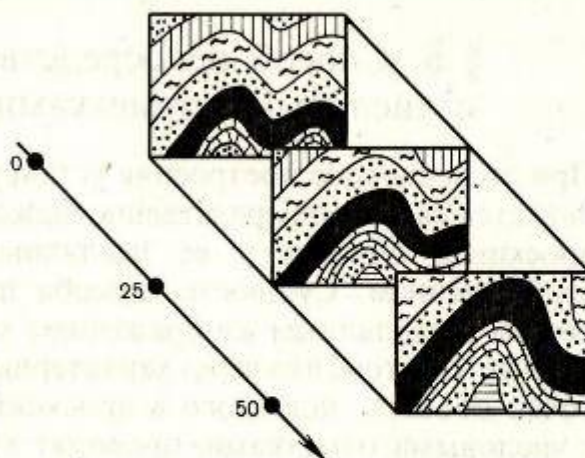


РИС. 206. БЛОК-ДИАГРАММА ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Залежи полезного ископаемого сложной формы графически представляются вертикальными геологическими разрезами. Для наглядного изображения структуры месторождения таких полезных ископаемых строим векторную проекцию блока, состоящего из нескольких параллельных геологических разрезов. За картинную плоскость удобно принимать вертикальную плоскость, параллельную данным разрезам. В векторной проекции вертикальные разрезы изображаются без искажения, а расстояние между ними и направление смещения будут пропорциональны выбранному вектору. Такие наглядные изображения геологических структур называются блок-диаграммами.

Пример 3. Построить блок-диаграмму геологической структуры месторождения угля, заданного вертикальными геологическими разрезами.

1. На листе бумаги (рис. 206) проводим прямую, параллельную выбранному вектору.
2. На прямую наносим деления, пропорциональные расстоянию между разрезами в плане. Масштаб выбираем так, чтобы разрезы не перекрывали друг друга.
3. Строим наглядные изображения, копируя разрезы и смещая их параллельно выбранному вектору на расстояние между ними в плане согласно принятому масштабу.

§ 6. Способ непосредственного перехода от проекций с числовыми отметками к наглядным изображениям

При этом способе построения устанавливается связь непосредственно между проекцией объекта и ее наглядным изображением. Сущность способа перехода к наглядным изображениям заключается в том, что через характерные точки объекта, заданного в проекциях с числовыми отметками, проводят лучи, параллельные направлению аксонометрического проецирования, и строят точки пересечения этих лучей с плоскостью аксонометрических проекций. Затем плоскость проекций совмещают с плоскостью чертежа.

Наиболее простое построение получается при косоугольном проецировании на фронтальную плоскость проекций, так как в этом случае не надо производить указанное совмещение.

Рассмотрим построение аксонометрии A'_0 точки A .

На рис. 207 изображена прямоугольная система координат. Аксонометрической плоскостью проекций является плоскость Π_2 , s — проецирующий луч.

В зависимости от угла наклона φ проецирующего луча к аксонометрической плоскости длина вертикальной его проекции s_2 может быть равна длине отрезка AA'_0 (при $\varphi = 45^\circ$) и половине его длины (при $\varphi = 63^\circ 30'$).

Углы Σ_1 и Σ_3 являются проекциями угла φ на горизонтальную и профильную плоскости проекций. Из треугольников $A'_x A_x A_1$ и $A'_z A_z A_3$ можно найти углы Σ : при $\varphi = 45^\circ$ $\Sigma = 54^\circ 44'$ и при $\varphi = 63^\circ 30'$ $\Sigma = 70^\circ 30'$.

Коэффициент искажения $q = \frac{A_2 A'_0}{A_2 A}$.

Для упрощения графических построений значения углов φ и Σ можно округ-

лить. Значения углов и коэффициентов искажения приведены в табл. 10.

Пример. Построить косоугольную фронтальную проекцию участка шахты, заданного планом выработок с числовыми отметками.

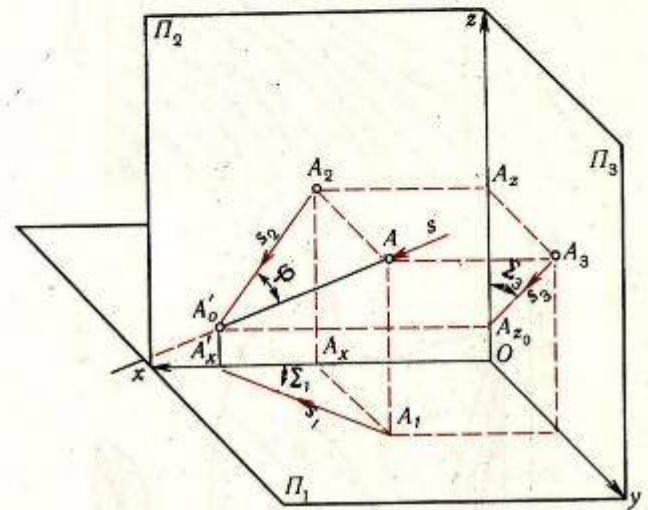


РИС. 207. СХЕМА НЕПОСРЕДСТВЕННОЙ СВЯЗИ МЕЖДУ ПРОЕКЦИЕЙ ОБЪЕКТА И ЕГО АКСОНОМЕТРИЕЙ

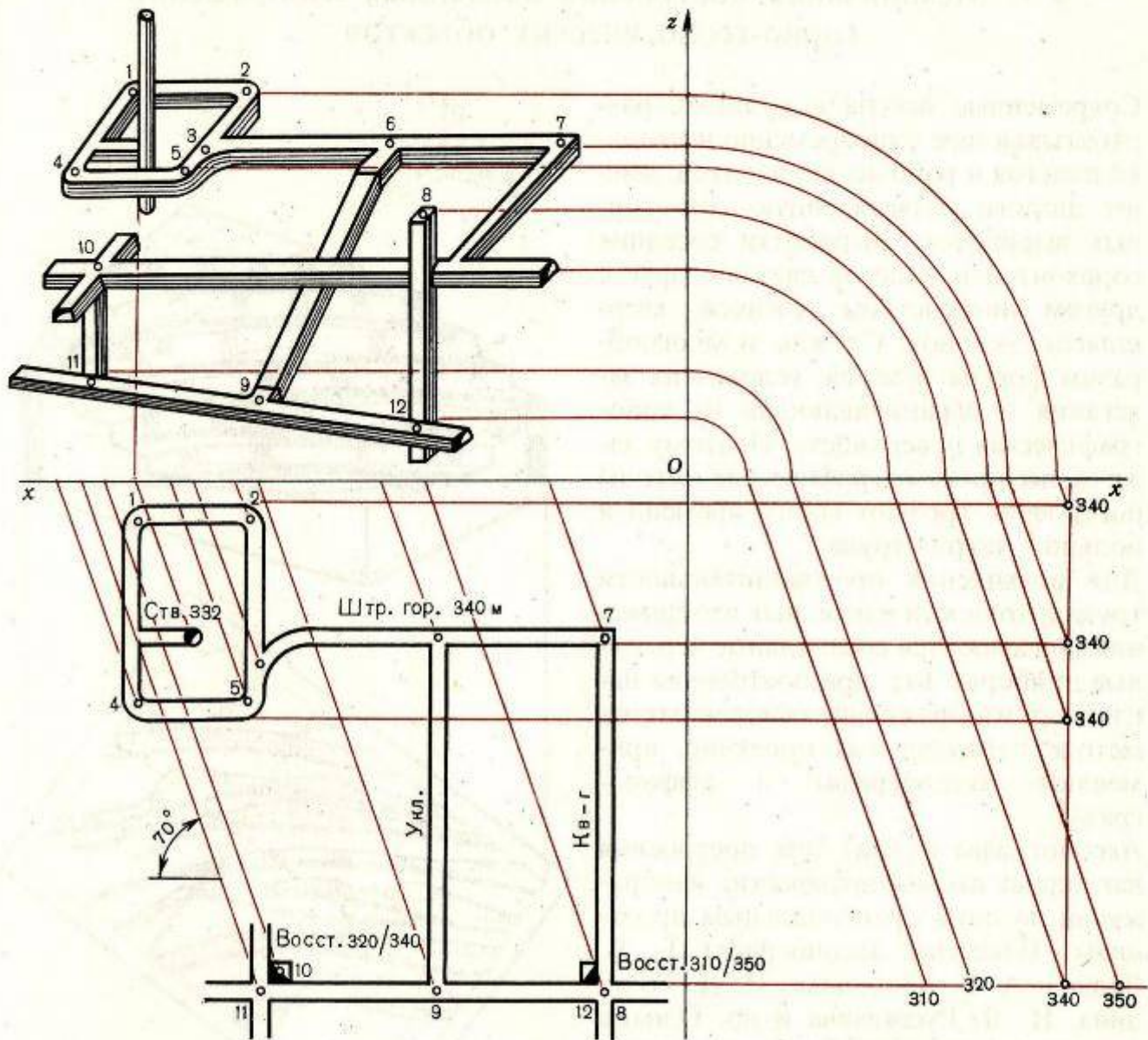


РИС. 208. ПОСТРОЕНИЕ НАГЛЯДНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ УЧАСТКА ШАХТЫ

1. В левой нижней части листа бумаги прикрепляем исходный план (рис. 208).

ТАБЛИЦА 10
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ИСКАЖЕНИЯ

Углы		Коэффициент искажения q
φ	Σ	
45°	55°	1
63°	70°	0,5

2. Выбираем угол Σ и показатель искажения q . В данном примере $\Sigma = 70^\circ$, $q = 0,5$.

3. Справа от плана отмечаем профильные проекции характерных точек объекта согласно числовым отметкам.

4. Через профильные и соответствующие им горизонтальные проекции точек проводим прямые под углом $\Sigma = 70^\circ$ до пересечения с осями.

5. Отмечаем точки вертикальных следов проецирующих лучей. Эти точки принадлежат аксонометрической проекции.

6. Соединяем точки и получаем контурное изображение выработок.

7. Дорисовываем изображения.

§ 7. Механизация построения наглядных изображений горно-геологических объектов

Современные шахты и рудники, разрабатывающие одновременно несколько пластов и рабочих горизонтов, имеют широко разветвленную сеть горных выработок. Выработки соседних горизонтов и пластов связаны друг с другом посредством гезенков, квершлаггов, уклонов. Сложны и многообразны формы залежей, условия их залегания и ограничивающая их топографическая поверхность. Поэтому даже самые простые графические методы построения требуют много времени и больших затрат труда.

Для повышения производительности труда и точности наглядных изображений применяются специальные чертежные приборы. Так, при построении наглядных изображений, основанных на методе параллельных проекций, применяют аксонографы и аффинографы.

Аксонографы служат для построения наглядных аксонометрических изображений по двум ортогональным проекциям. Известны аксонографы Г. Б. Вальца, А. В. Кузнецова, И. Д. Гольдина, Н. Л. Рускевича и др. Однако аксонографами неудобно пользоваться при построении наглядных проекций по чертежам в проекциях с числовыми отметками. Для этой цели служат аффинографы. Аффинографы основаны на моделировании приемов и свойств аффинных преобразований. Известны аффинографы Г. Б. Вальца, В. А. Букринского, И. Д. Гольдина, Г. А. Ушакова.

Различные наглядные изображения, выполненные с помощью указанных выше приборов, представлены на рис. 209—211.

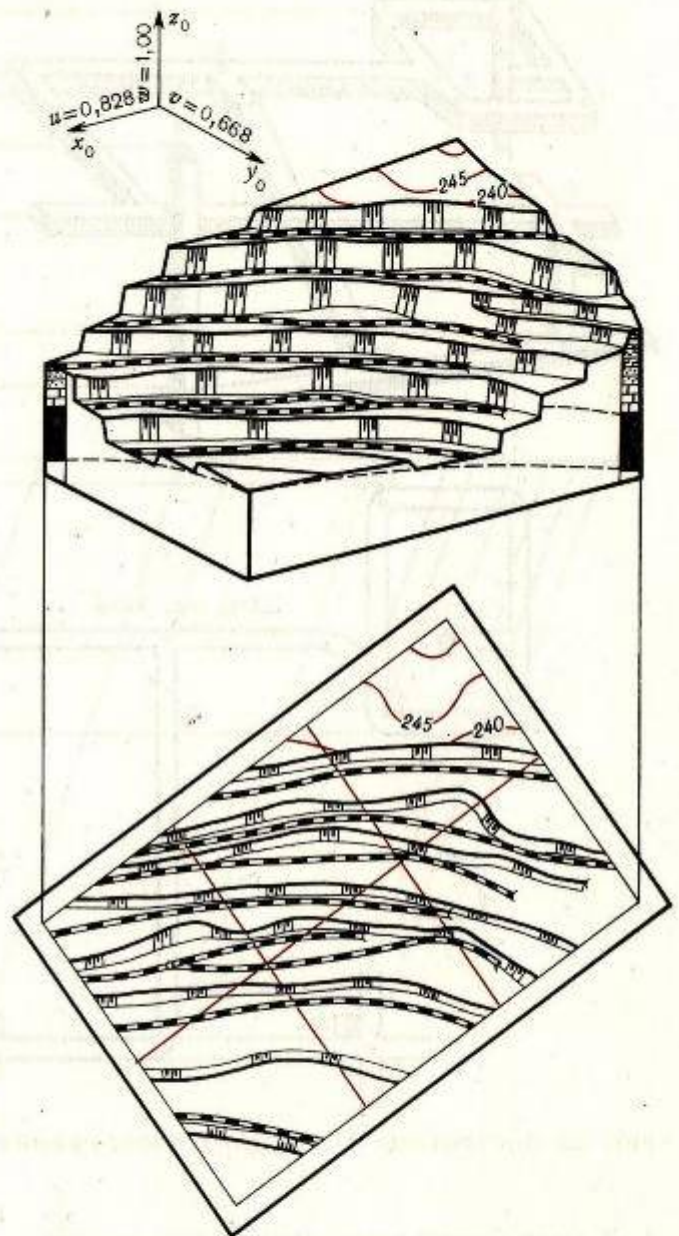


РИС. 209. ТРИМЕТРИЯ УЧАСТКА ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

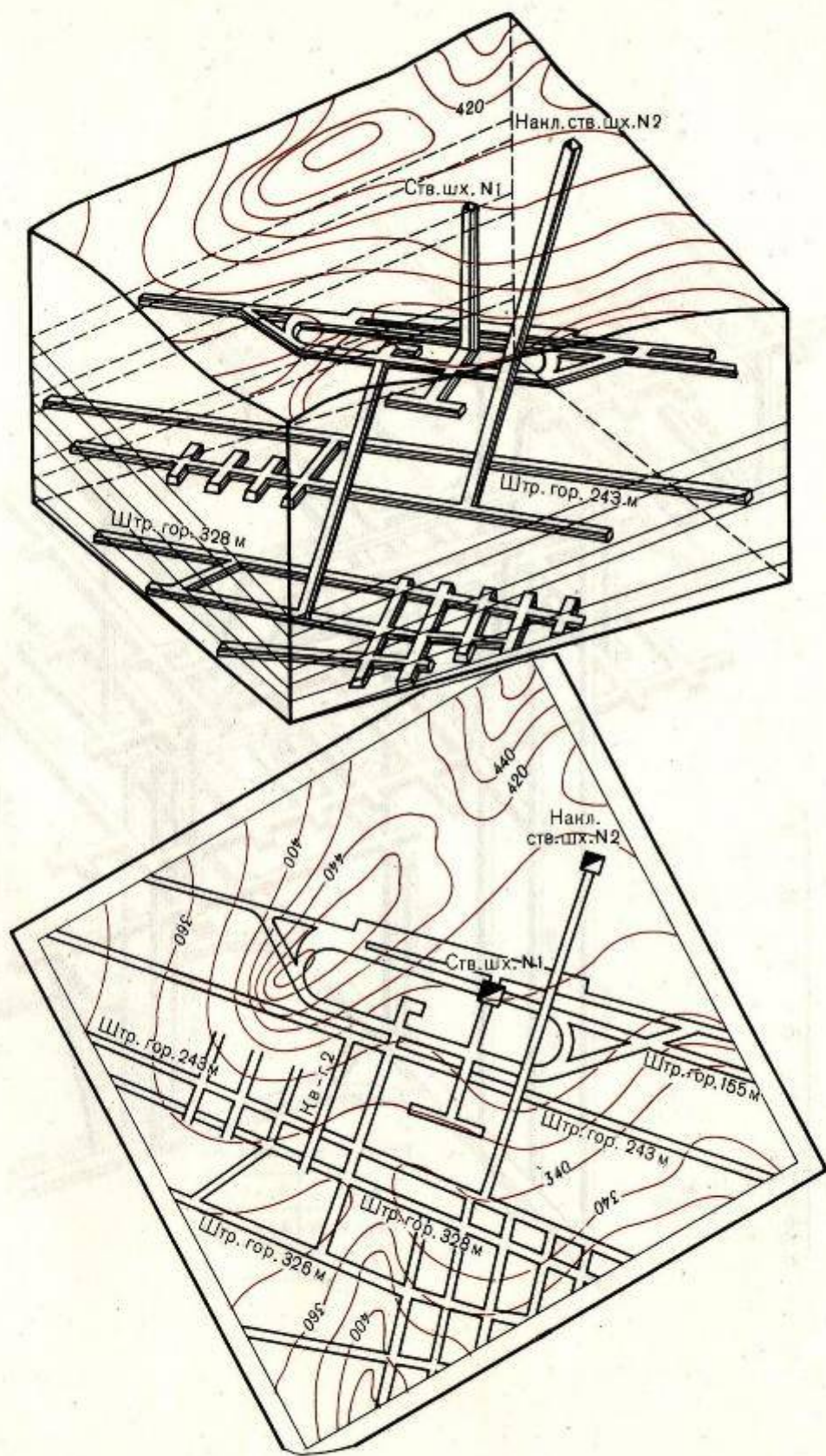


РИС. 210. УЧАСТОК ШАХТЫ, ВЫПОЛНЕННЫЙ В ТРИМЕТРИИ

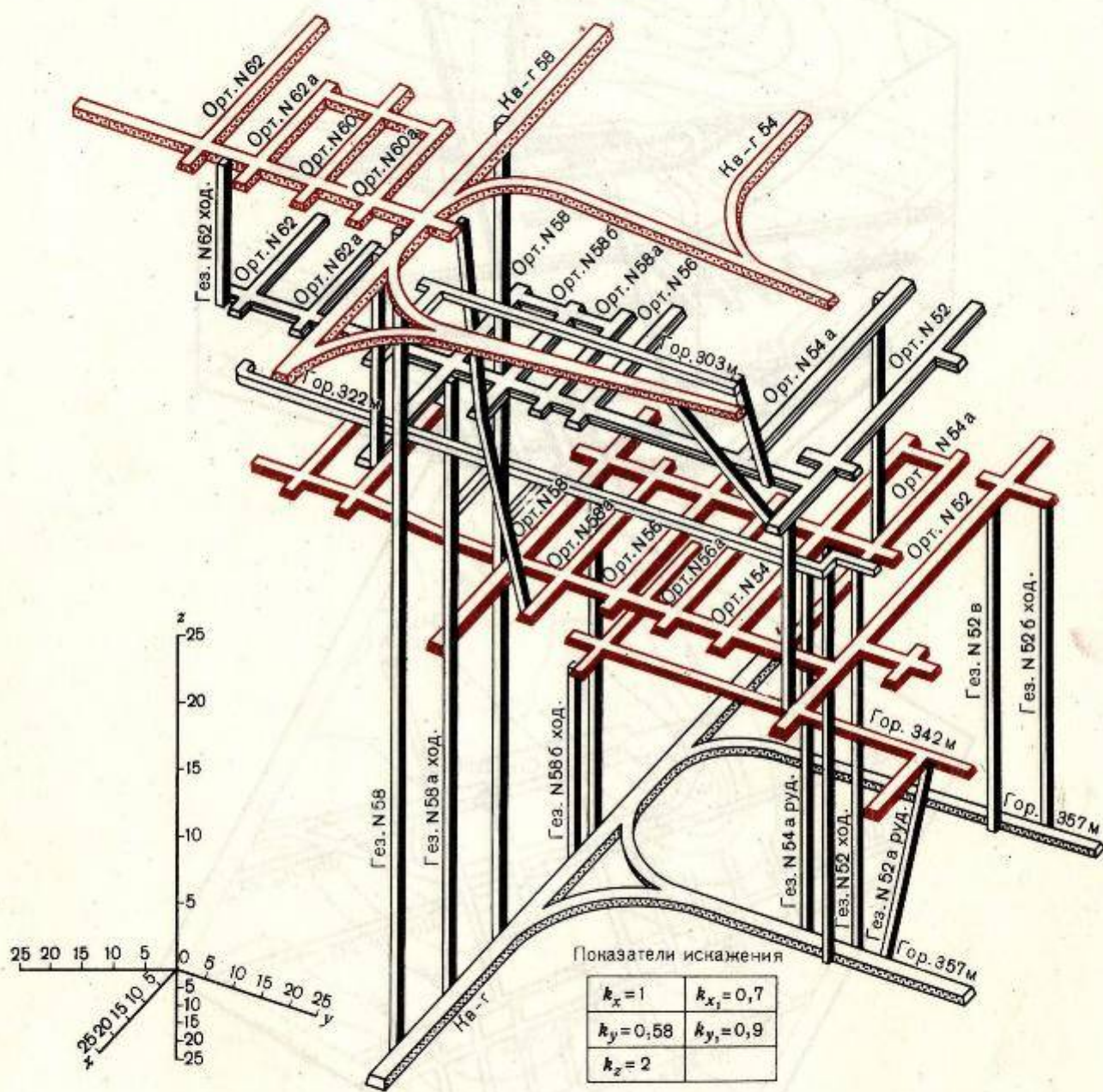


РИС. 211. АФФИННАЯ ПРОЕКЦИЯ ВЫРАБОТОК БЛОКА РУДНИКА

ГЛАВА IX

ИЗОБРАЖЕНИЕ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЛИНЕЙНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

§ 1. Основные положения

Изображения, построенные с помощью центрального проецирования, называются перспективой (линейной перспективой). Перспективные изображения имеют большую естественность восприятия (так как зрение человека основано на принципах центрального проецирования), но труднее по построению, чем аксонометрические чертежи, так как последние являются частным случаем первых. В применении к горным объектам перспективу целесообразнее применять в проектах открытых горных работ, а также для изображения промышленных зданий и сооружений на поверхности шахты или рудника и их комплексов, т. е. в случаях, когда изображение объекта соответствует привычному представлению о нем. В применении же к подземным горным выработкам такие требования к наглядности возникают реже (обычно при изображении вентиляционных систем), так как сеть горных выработок в натуре никогда не рассматривается. В этих случаях достаточно наглядны чертежи, выполненные в параллельных проекциях. Линейная перспектива может быть применена при проектировании поверхностного комплекса горного предприятия.

Ниже излагаются основные приемы построения линейной перспективы применительно к горным чертежам.

Проецирующий аппарат линейной перспективы представлен на рис. 212. Его основные обозначения и определения:

K — картинная плоскость, или плоскость картины, (основная плоскость проекций, располагаемая обычно вертикально, на которой строят перспективные изображения объектов);

Π — предметная плоскость проекций или плоскость стояния изображаемых объектов (горизонтальная плоскость); плоскости Π и K взаимно перпендикулярны;

kk — основание картинной плоскости проекций;

O — центр проецирования (точка зрения);

o — основание точки зрения (перпендикуляр, проведенный из точки O на предметную плоскость проекции);

Oo — высота точки зрения;

hh — линия горизонта (т. е. линия пересечения горизонтальной плоскости, проведенной через точку зрения с плоскостью картины);

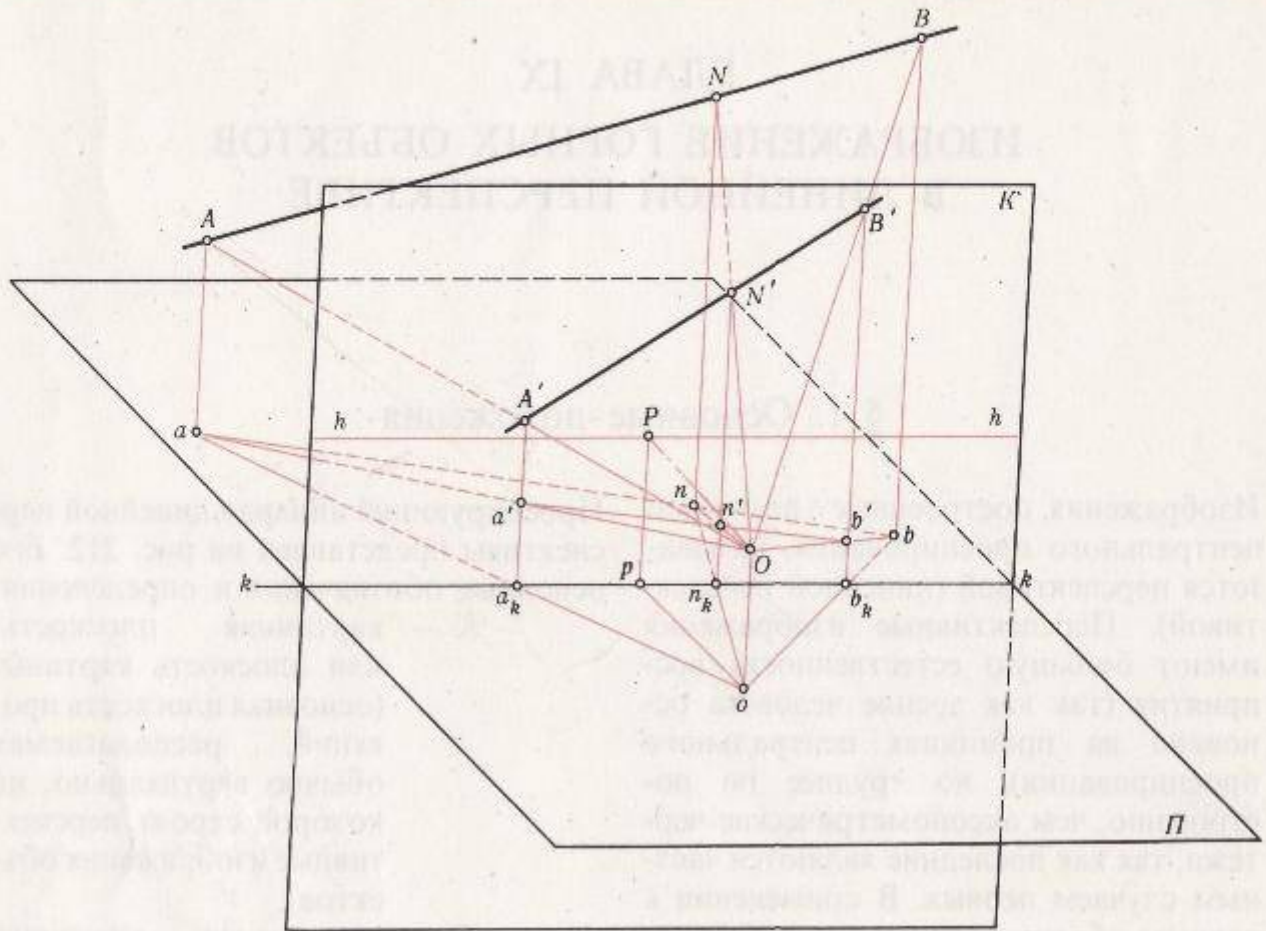


РИС. 212. ПРОЕЦИРУЮЩИЙ АППАРАТ ЛИНЕЙНОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ

- OP — главный луч картины (перпендикуляр, проведенный из точки зрения на плоскость картины);
- P — главная точка картины (точка пересечения главного луча зрения с плоскостью картины);
- p — основание главной точки;
- op — главное расстояние (основание перпендикуляра, проведенного из точки зрения на картинную плоскость);
- A, B, \dots, N — проецируемые точки;
- a, b, \dots, n — основания проецируемых точек (точек стояния, т.е. перпендикуляры, опущенные из точек A, B, \dots ,

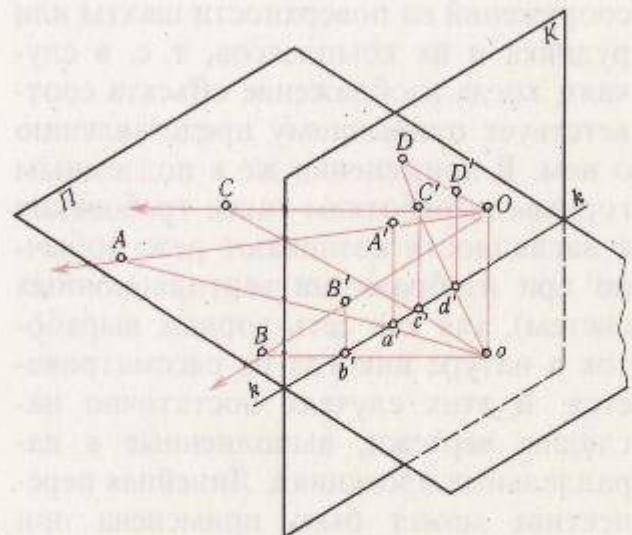


РИС. 213. ЛИНЕЙНАЯ ПЕРСПЕКТИВА ТОЧЕК, ЛЕЖАЩИХ В ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ

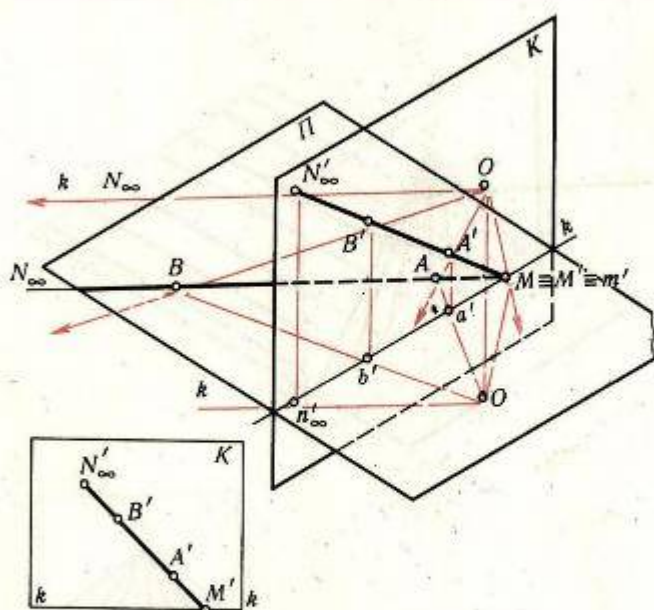


РИС. 214. ЛИНЕЙНАЯ ПЕРСПЕКТИВА ПРЯМОЙ, ЛЕЖАЩЕЙ В ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ

..., N на предметную плоскость);

A', B', \dots, N' — перспективы (центральные проекции) точек A, B, \dots, N .

Остальные обозначения и определения, не вошедшие в этот перечень, будут рассмотрены при дальнейшем изложении материала (например, точки схода параллельных прямых, дистанционная точка D и т. п.).

Для получения перспективного изображения (линейной перспективы) некоторой произвольно взятой точки A предметной плоскости на плоскости картины (перспективы точки A , рис. 213) необходимо выполнить следующее построение:

а) соединить точку A с точкой зрения прямой линией, т. е. провести прямую AO ;

б) соединить точку A с точкой стояния (провести прямую Ao); прямая Ao пересечет картинную плоскость в точке a' на линии kk' ;

в) из точки a' восставить перпендикуляр до пересечения с прямой AO . Полученная точка A' есть перспектива точки A .

Аналогично выполняется построение перспектив точек B, C и D .

Картинная плоскость вместе с полученной на ней центральной проекцией объекта используется затем как наглядное изображение — линейная перспектива объекта. Для картины обязательно наличие линии основания kk и линии горизонта hh , а также главной точки P — проекции точки зрения O на плоскость картины; построение двух последних точек рассматривается далее.

В дальнейшем для большей наглядности рядом с наглядными изображениями, поясняющими основные принципы построения, даны перспективные изоб-

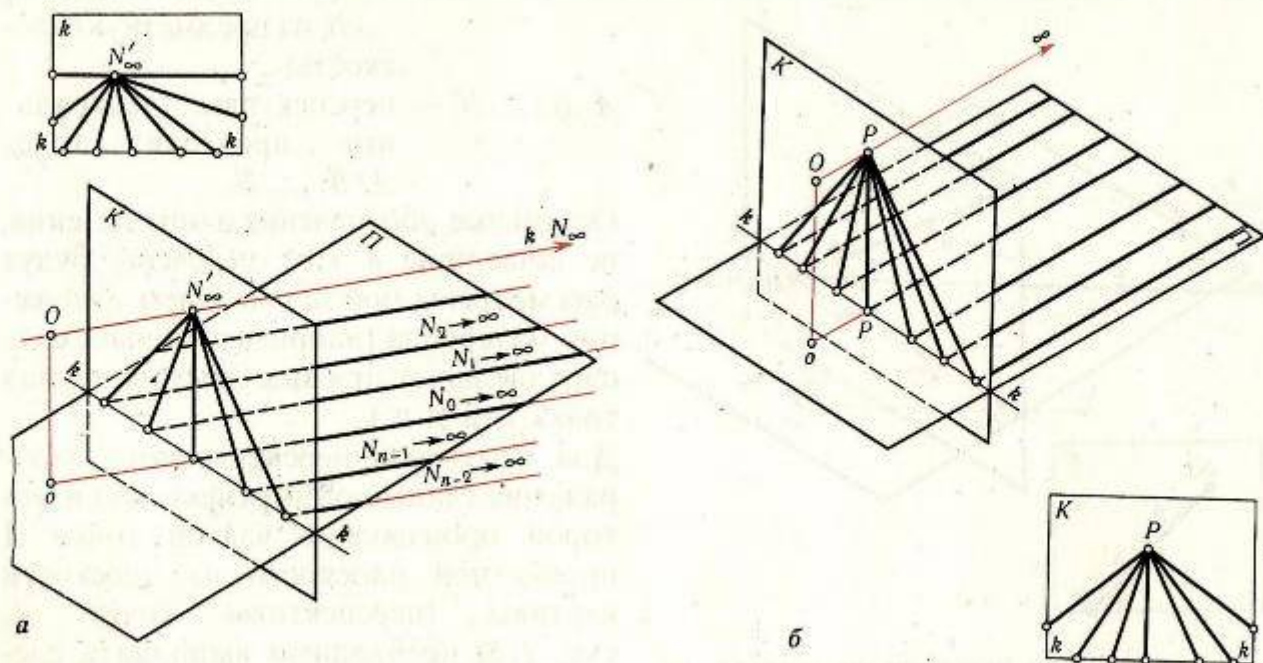


РИС. 215. ПЕРСПЕКТИВА ПУЧКА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРЯМЫХ, ЛЕЖАЩИХ В ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ

ражения этих же геометрических элементов на плоскости картины как самостоятельные чертежи (выделены в рамку).

Отметим некоторые особенности перспективных изображений геометрических элементов, лежащих в предметной плоскости:

а) перспективное изображение произвольно взятой прямой AB (рис. 214), лежащей в предметной плоскости Π , представляет собой отрезок $M'N'$, ограниченный перспективой точки ее пересечения с картинной плоскостью K (точка M) и перспективой ее бесконечно удаленной точки N_∞ , построение которой видно из чертежа;

б) перспектива пучка параллельных прямых, лежащих в предметной плоскости, является пучком конечных отрезков с центром пучка в точке пересечения проецирующего луча ON_∞ с плоскостью картины (рис. 215, а). Точка N'_∞ (перспектива бесконечно удаленной точки N пучка параллельных прямых) называется точкой схода параллельных прямых.

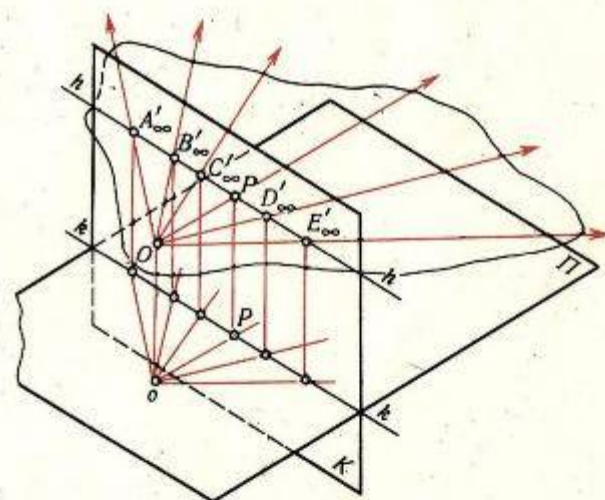


РИС. 216. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИИ ГОРИЗОНТА

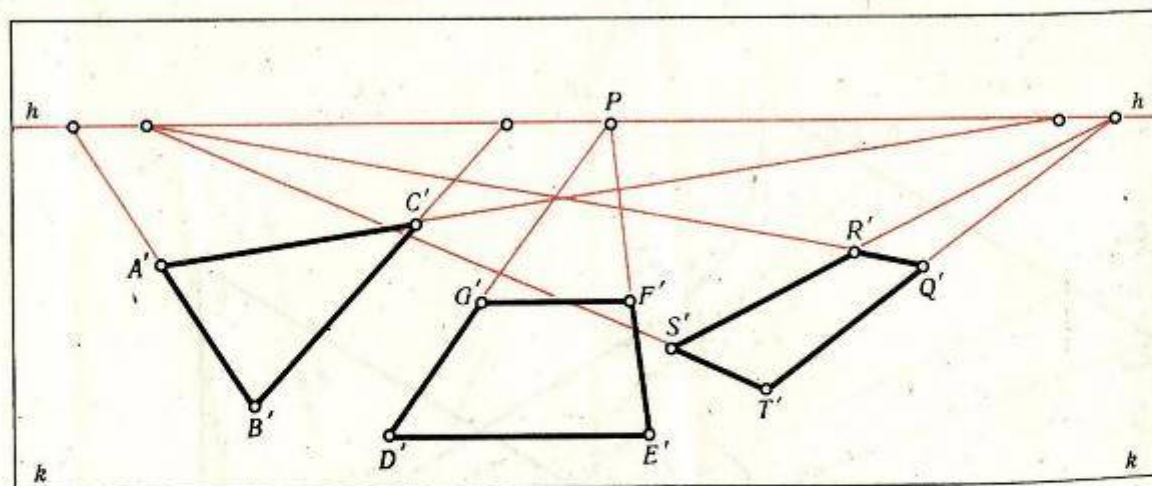


РИС. 217. ПЕРСПЕКТИВА ПЛОСКИХ ФИГУР, ЛЕЖАЩИХ В ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ

Исключение составляет пучок прямых, параллельных картинной плоскости проекций. Он не имеет точки схода, так как изображения геометрических элементов, находящихся в плоскостях, параллельных плоскости картины, подобны. Центр подобия находится в точке P (рис. 215, б).

Перспектива пучка параллельных прямых, перпендикулярных плоскости картины (рис. 215, б), представляет собой пучок конечных отрезков с центром в точке P — точке пересечения проецирующего луча, перпендикулярного плоскости картины и являющегося ортогональной проекцией точки зрения O на картинную плоскость проекций. Точка P представляет собой главную точку картины.

Перспективным изображением бесконечно удаленных несобственных точек предметной плоскости является прямая hh (линия горизонта), параллельная основанию картины kk и расположенная от него на высоте, равной высоте стояния центра проекций (точки зрения) (рис. 216).

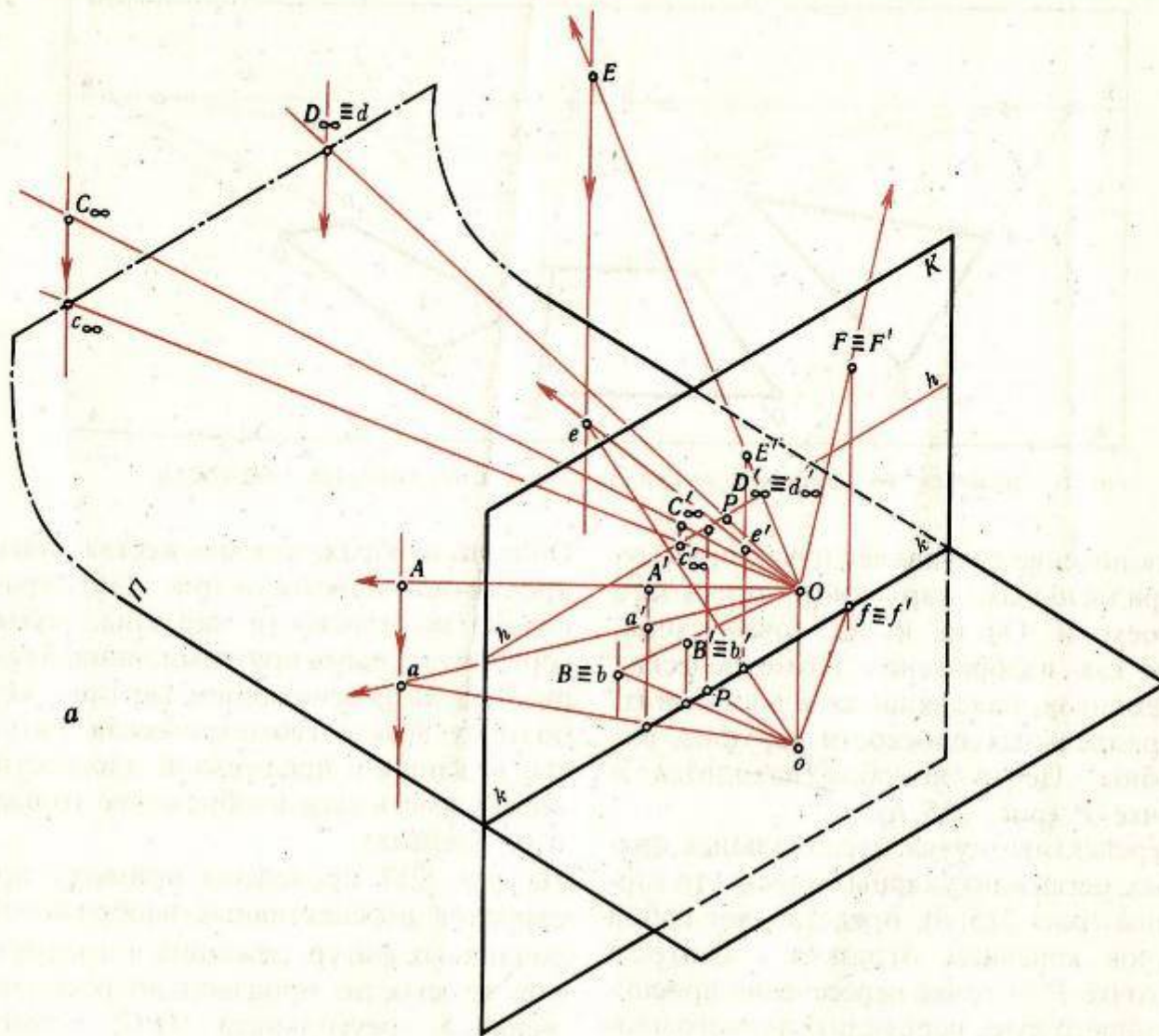
Точка P , будучи перспективой одной из бесконечно удаленных точек предметной плоскости, находится на линии горизонта.

Область изображения множества точек предметной плоскости (рис. 216) ограничена на плоскости картины двумя горизонтальными прямыми: линией горизонта hh и основанием картины kk ; поэтому всякая геометрическая фигура, лежащая в предметной плоскости, может иметь свое изображение только в ее пределах.

На рис. 217 приведены примеры построения перспективных изображений различных фигур, лежащих в предметной плоскости: произвольно расположенного треугольника ABC ; прямоугольника $DEFG$ со сторонами DG и EF , перпендикулярными плоскости картины; параллелограмма $TQRS$.

При построении перспективы геометрических объектов, расположенных в пространстве (пространственных геометрических объектов), необходимо (рис. 218):

опустить перпендикуляр из точки A на предметную плоскость, определяя тем самым высоту стояния точки A . Точка стояния a будет ортогональной проекцией точки A на предметную плоскость, в связи с чем последняя будет плоскостью проекций; соединить точки A и a с центром проекций Q ;



соединить точку a с точкой стояния o центра проекций.

Прямые AO , aO и ao лежат в плоскости, перпендикулярной предметной плоскости проекций, и пересекаются с картинной плоскостью по прямой $A'a'$.

Точки A' и a' вместе с линией связи, соединяющей эти точки и перпендикулярной линии kk , являются перспективным изображением точки A .

По этому же принципу получены перспективные изображения и других точек, приведенных на этом рисунке: точки B — принадлежащей предметной плоскости; C_∞ — бесконечно удаленной точки пространства; D_∞ — бесконечно

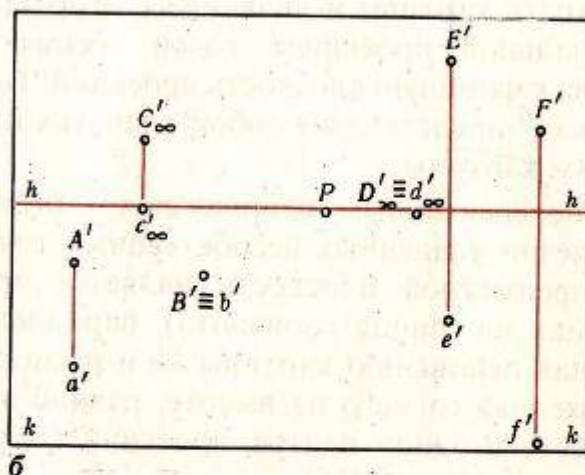


РИС. 218. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОЛЬНО ВЗЯТОЙ ТОЧКИ:

- a — модель образования линейной перспективы точек
- $б$ — собственно перспектива точек

удаленной точки предметной плоскости; E — еще одной действительной точки пространства; F — точки, лежащей в плоскости картины.

Из этих примеров следует, что построение линейной перспективы пространственных геометрических элементов основано на комплексном применении двух способов проецирования: орто-

гонального — на предметную плоскость проекций (необходимого для ориентирования объектов в пространстве) и центрального — на картинную плоскость для получения самих перспективных изображений. Поэтому все чертежи, выполненные по способу линейной перспективы, являются комплексными.

§ 2. Перспектива прямых и плоскостей

Как видно из рис. 218, перспективы точек пространства могут располагаться по всей картинной плоскости, а перспективы проекций точек — только в ее нижней части. Исходя из этого, построение перспектив геометрических образов пространства можно выполнять непосредственно на картинной плоскости. При этом проецирующий аппарат линейной перспективы будем использовать в дальнейшем лишь для пояснения того или иного положения с целью большей наглядности. Так, например, задав комплексные изображения двух произвольных точек пространства A' и B' (рис. 219), получим перспективное изображение прямой линии. Отметим характерные точки перспективы этой прямой:

а) точка $M(M', m')$ — точка пересечения прямой с предметной плоскостью проекций (предметный след прямой). Она образуется в результате пересечения перспективы самой прямой с ее проекцией на предметную плоскость;

б) точка $L(L', l')$ — точка пересечения прямой AB с картинной плоскостью (картинный след прямой). Для ее построения следует продолжить перспективу проекции прямой на предметную плоскость до пересечения с основанием картины — прямой kk , а затем восстановить перпендикуляр до пересечения с перспективой прямой;

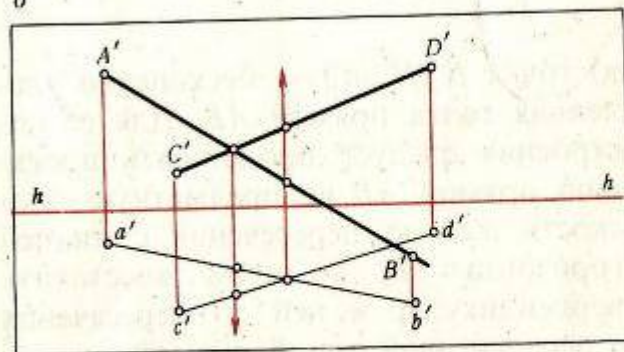
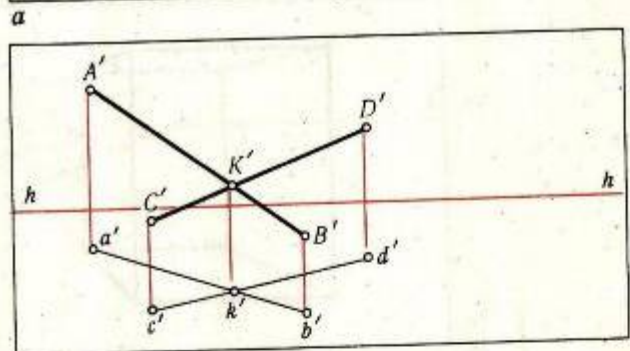
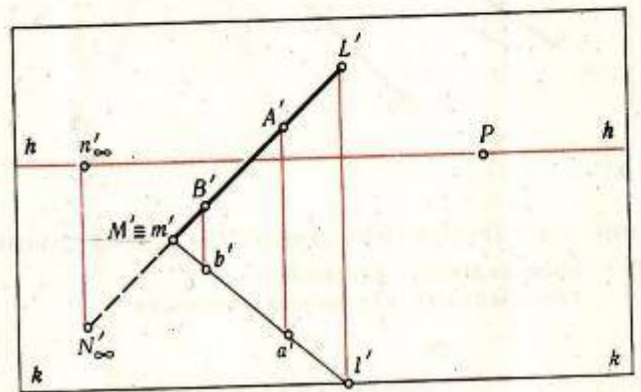


РИС. 219. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ:

- a — прямой;
- \bar{a} — предметного следа;
- a' — картинного следа прямой

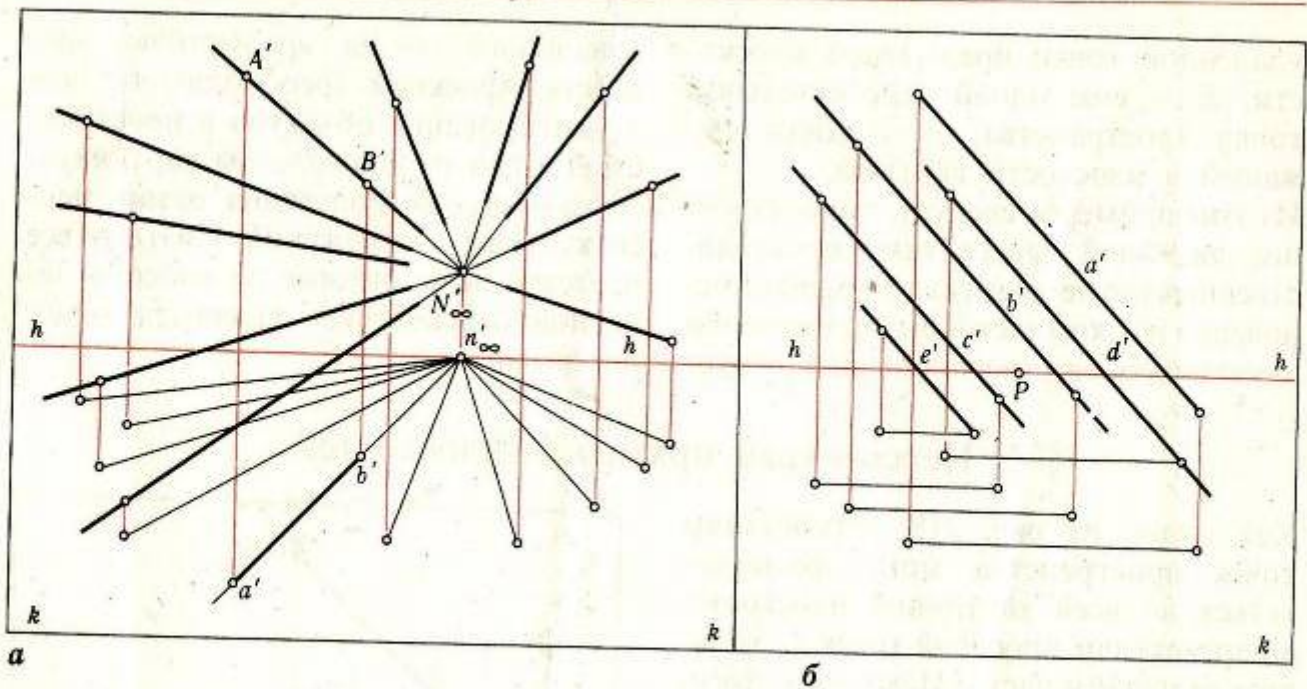
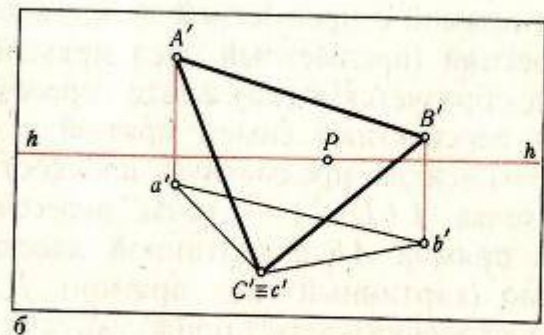
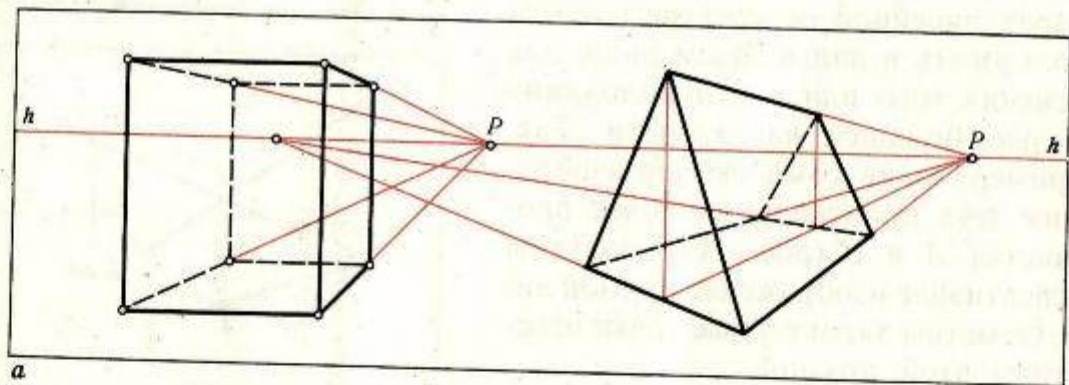


РИС. 220. ПЕРСПЕКТИВА СЕМЕЙСТВА ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРЯМЫХ:
 а — произвольного направления;
 б — параллельных картинной плоскости



в) точка $N (N', n')$ — бесконечно удаленная точка прямой AB . Для ее построения следует продолжить проекцию прямой AB на предметную плоскость $a'b'$ до пересечения с линией горизонта hh , а затем восставить перпендикуляр к ней до пересечения с перспективой самой прямой. Как уже отмечалось, параллельные прямые, лежащие в предметной плоскости, проецируются на картинную плоскость как пучок прямых с центром в точке схода прямых, находящейся

РИС. 221. ПЕРСПЕКТИВА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ:
 а — прямой и трехгранной призмы;
 б — произвольно расположенной плоскости

на линии горизонта. Эта особенность центрального проецирования распространяется на все виды параллельных прямых пространства, за исключением прямых, параллельных картинной плоскости, которые и в перспективе остаются параллельны друг другу. Поэтому точка схода всех прямых пространства, перпендикулярных картинной плоскости, будет главной точкой P картинной плоскости. При построении перспективы семейства параллельных прямых пространства необходимо сначала найти точку схода этих прямых. Для этого следует определить точку схода любой прямой семейства, например прямой AB (рис. 220), а затем

§ 3. Позиционные задачи в линейной перспективе

Рассмотрим следующие виды позиционных задач:

- а) определение линии пересечения плоскости с плоскостями проекций (определение следов плоскости);
- б) определение точки встречи прямой с плоскостью, перспективы прямой, параллельной плоскости;
- в) построение линии пересечения двух плоскостей;
- г) построение перспективы двух параллельных плоскостей;
- д) сечение многогранника плоскостью и пересечение двух многогранников.

Для определения линии пересечения плоскости основания пирамиды с картинной и предметной плоскостями (рис. 222, а) следует найти точки пересечения прямых треугольника $A'B'C'$ (рис. 222, б) с этими плоскостями проекций, т. е. определить следы прямых плоскости треугольника.

Прямая $1'-2'$ — предметный след плоскости R_{Π} (см. рис. 222, б). Определив точку III' — картинный след прямой AB и соединив его с точкой R_{kk} , по-

при построении перспективы каждой следующей прямой учитывать, что перспективы самих прямых должны сходиться в точке схода этих прямых N'_{∞} , а перспективы проекций прямых на предметную плоскость — в точке схода прямых предметной плоскости проекций II'_{∞} .

Перспектива трех произвольно взятых точек пространства образует перспективу плоскости. Перспектива многогранника представляет собой перспективу граней (плоскостей), ребер (прямых) и вершин (точек), его составляющих. На рис. 221 приведены примеры построения перспективы некоторых геометрических фигур.

лучим прямую R_k — картинный след плоскости R .

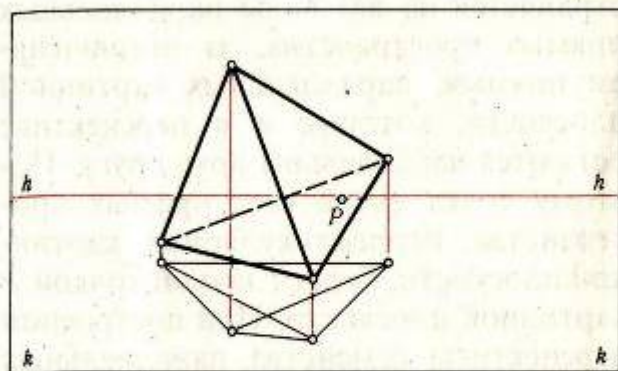
На рис. 223, а и б заданы треугольник $D'E'F'$ (плоскость) и прямая $A'B'$. Прежде чем построить перспективу точки пересечения прямой с плоскостью согласно условиям задачи, отметим, что точки D, E и F и их проекции на предметную плоскость вместе с линиями связи образуют прямую призму, стоящую своим основанием на предметной плоскости проекций, а точки A и B и их проекции на предметную плоскость — плоскость, перпендикулярную предметной плоскости. Определив пересечение многогранника этой проецирующей плоскостью, проходящей через прямую AB , находим точку M пересечения прямой с плоскостью треугольника DEF .

На рис. 223, б показано построение точки пересечения C' прямой $A'B'$ с плоскостью R , заданной следами.

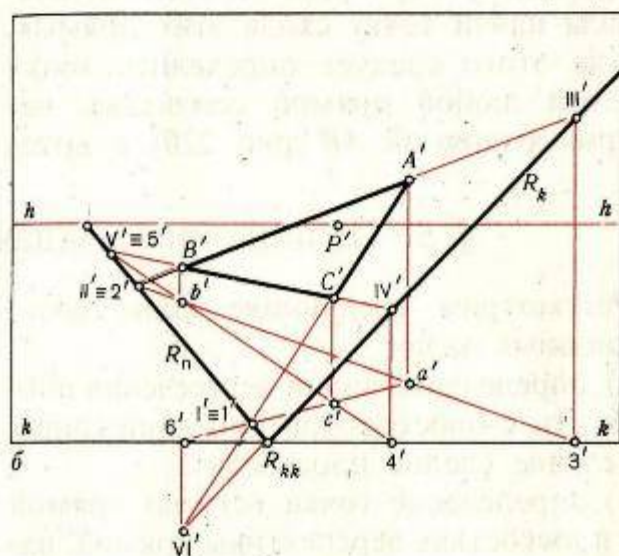
Для построения прямой, параллельной плоскости и проходящей через заданную точку, например через точ-

ку A' (рис. 224, а, б), использована одна из прямых плоскости, для которой найдена точка схода. Точка S будет точкой схода для прямых, параллельных плоскости, имеющих одинаковое с ней направление, в том числе и для прямой, проходящей через точку A .

Построение линии пересечения двух плоскостей (например, плоскостей $A'BC'$ и $D'E'F'$, рис. 225, а, б) сводится к определению точек пересечения прямых одного треугольника с плоскостью второго треугольника. Полученные точки D и S принадлежат линии пересечения. Построение производится аналогично построению, показанному на рис. 223, а. Для построения перспективы двух параллельных плоскостей (рис. 226) необходимо, чтобы две пересекающиеся прямые одной плоскости были параллельны двум пересекающимся прямым второй плоскости. На рисунке прямые R_{Π} и L_{Π} (предметные следы плоскостей) имеют как параллельные прямые общую точку схода N'_{∞} , а прямые R_k и L_k (картинные следы плоскостей) остаются параллельными прямыми как прямые, лежащие в картинной плоскости.

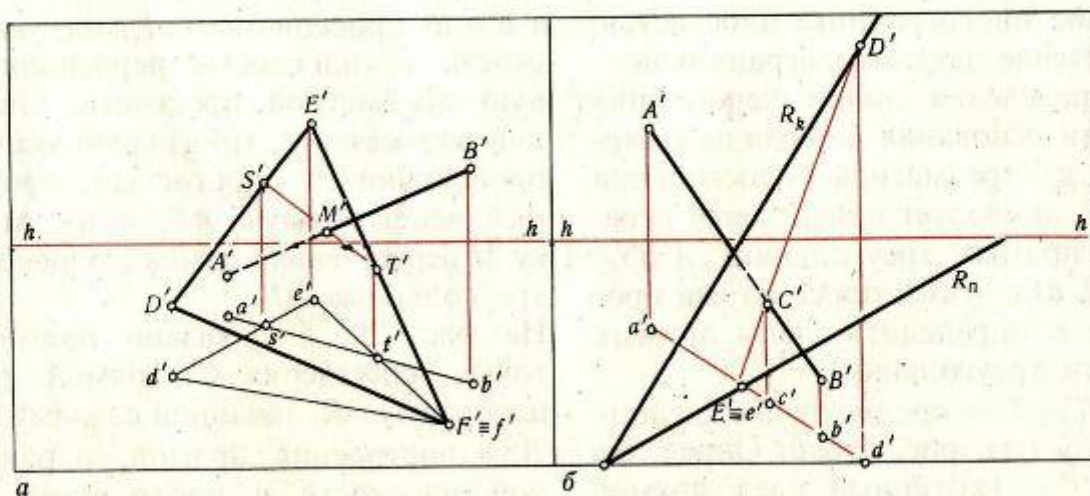


а



б

РИС. 222. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДМЕТНОГО И КАРТИННОГО СЛЕДОВ ПЛОСКОСТИ



а

б

РИС. 223. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧКИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПРЯМОЙ С ПЛОСКОСТЬЮ

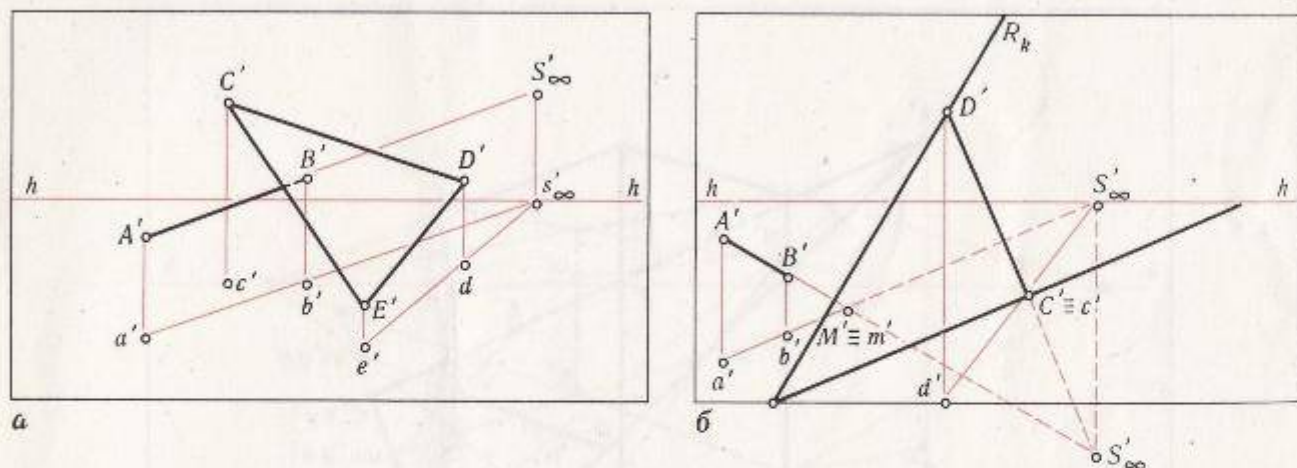


РИС. 224. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРЯМОЙ ПАРАЛЛЕЛЬНО ЗАДАННОЙ ПЛОСКОСТИ

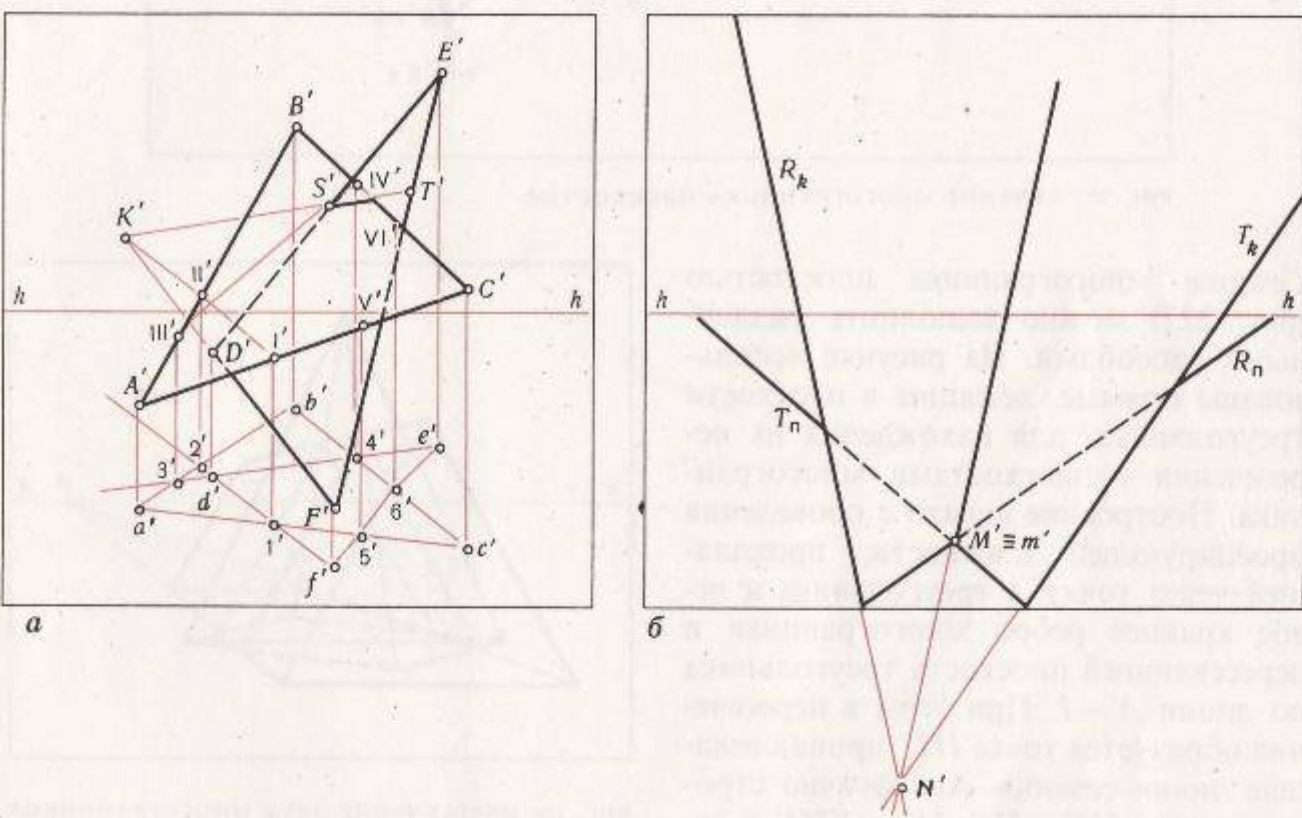
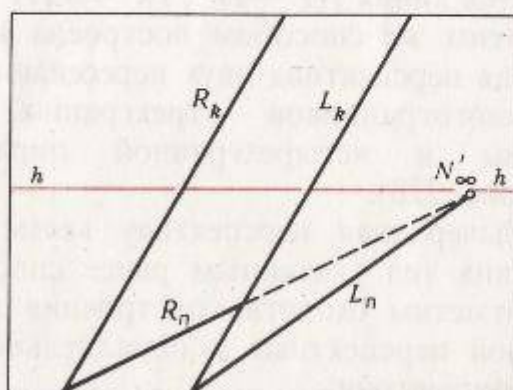


РИС. 225. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ДВУХ ПЛОСКОСТЕЙ В ЛИНЕЙНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

РИС. 226. ЛИНЕЙНАЯ ПЕРСПЕКТИВА ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПЛОСКОСТЕЙ



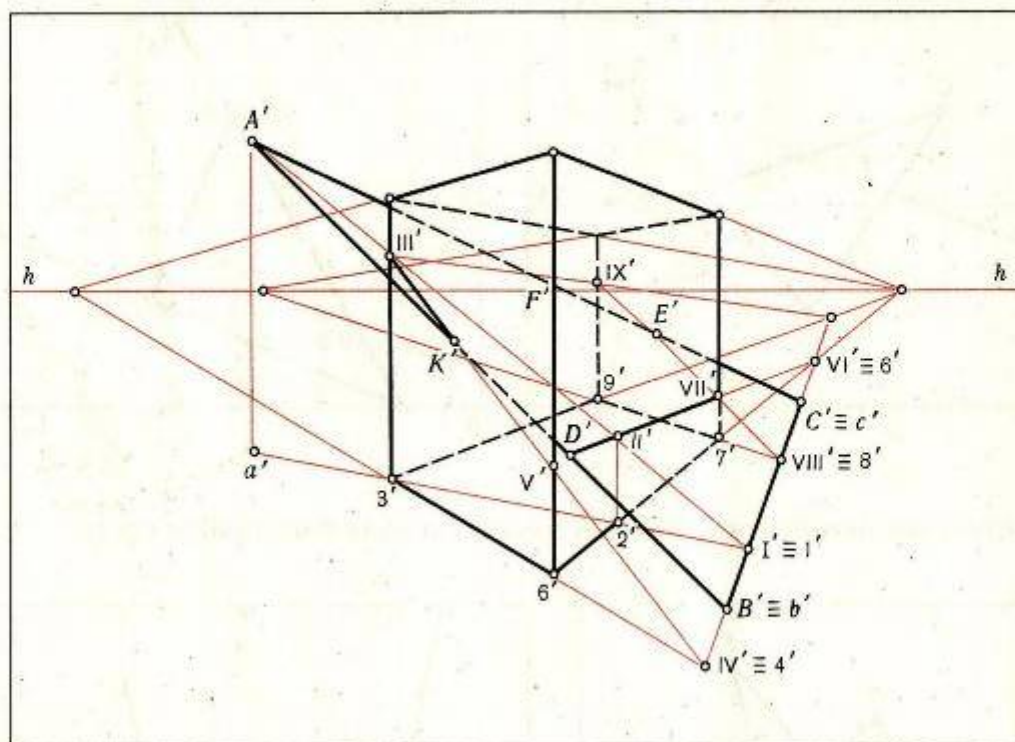


РИС. 227. СЕЧЕНИЕ МНОГОГРАННИКА ПЛОСКОСТЬЮ

Сечение многогранника плоскостью (рис. 227) можно выполнить различными способами. На рисунке использованы прямые, лежащие в плоскости треугольника, для нахождения их пересечения с плоскостями многогранника. Построение начато с проведения проецирующей плоскости, проходящей через точку A' треугольника и левое крайнее ребро многогранника и пересекающей плоскость треугольника по линии $A'—I'$. При этом в пересечении образуется точка III' , принадлежащая линии сечения. Аналогично строится линия $III'—IV'$, $IX'—VIII'$ и др. Этим же способом построена линейная перспектива двух пересекающихся многогранников — трехгранной призмы и четырехгранной пирамиды (рис. 228).

Вычерчивая перспективу геометрических тел указанным ранее способом, отметим сходство построения линейной перспективы и параллельной аксонометрии.

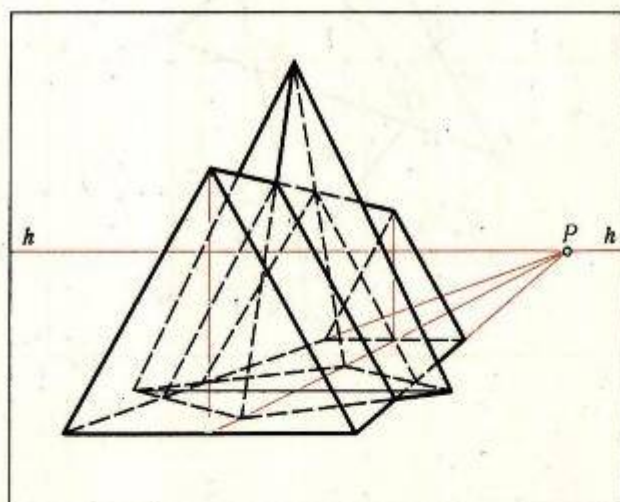


РИС. 228. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ДВУХ МНОГОГРАННИКОВ

§ 4. Масштаб в линейной перспективе

Наглядность перспективных изображений, позволяющая увидеть изображаемые объекты, близкие к действительным, достигается путем правильной передачи размерных (метрических) соотношений изображаемого объекта.

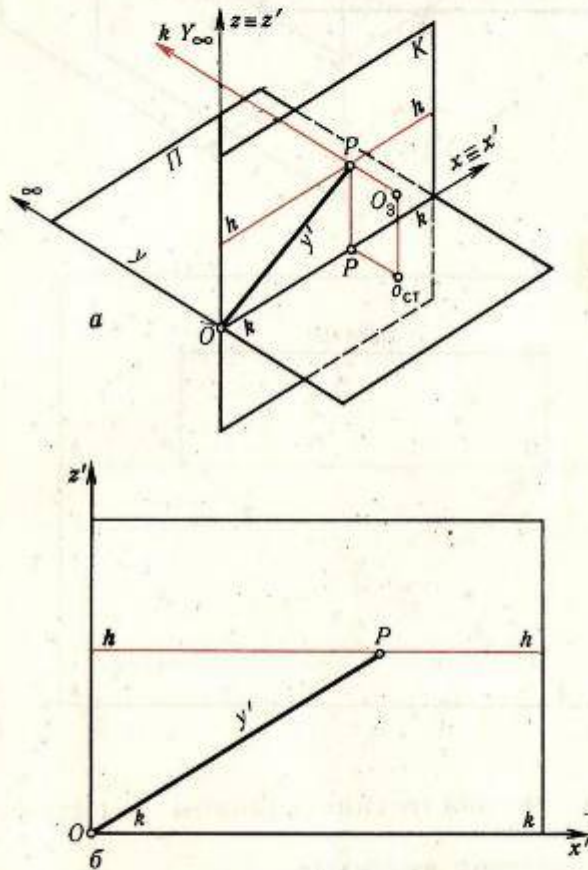


РИС. 229. СИСТЕМА ПРЯМОУГОЛЬНЫХ КООРДИНАТ В ПЕРСПЕКТИВЕ

a — наглядное изображение;
б — перспектива

На практике эта задача сводится к построению перспективного изображения объекта по заданным его размерам или определению действительных его размеров по заданному перспективному изображению. Такого типа задачи называются метрическими задачами линейной перспективы. Для решения их необходимо ввести понятие перспективного линейного масштаба.

Метрические особенности, свойственные проецирующему аппарату линейной перспективы, заключаются в следующем:

- все геометрические элементы, находящиеся в картинной плоскости, проецируются в натуральную величину;
- точкой схода семейства параллельных прямых, перпендикулярных картинной плоскости, является главная точка P картинной плоскости.

Используя эти особенности проецирующего аппарата линейной перспективы, можно сравнительно просто построить перспективную систему координат картинного пространства.

Для этого в картинное пространство, ограниченное двумя плоскостями проекций — картинной и предметной, введем прямоугольную систему координат, определяемую осями X , Y и Z с началом координат в точке O , положение которой обуславливается только тем, что она должна лежать на основании картинной плоскости, т. е. на прямой kk .

На рис. 229 приведены наглядное изображение и линейная перспектива этой системы координат. Из рисунка видно, что изображение осей Ox и Oz как прямых, лежащих в картинной плоскости, не подвергается искажению в линейной перспективе, а это позволяет

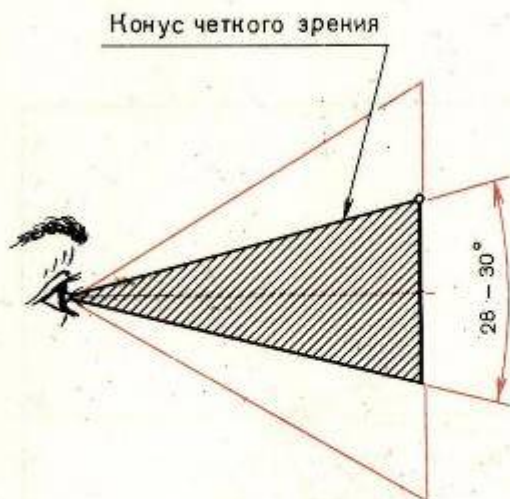


РИС. 232. КОНУС ЧЕТКОГО ЗРЕНИЯ

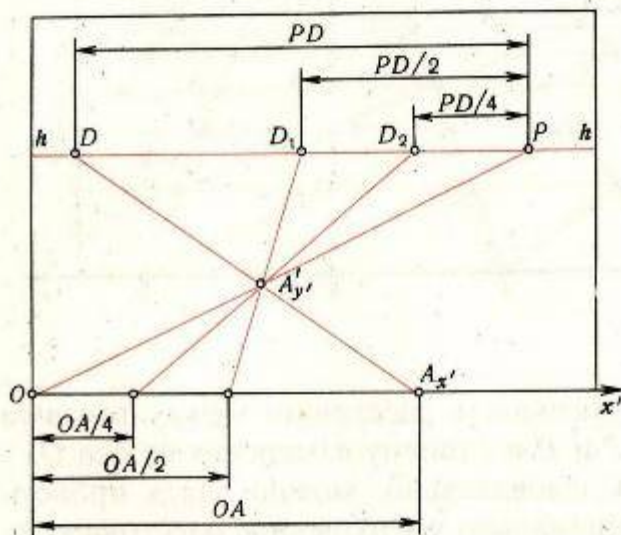


РИС. 233. ПОСТРОЕНИЕ МАСШТАБА ГЛУБИНЫ С ПОМОЩЬЮ ДРОБНОЙ ДИСТАНЦИОННОЙ ТОЧКИ

тинной плоскости. Линия C_0D_0 — это кратчайшее расстояние между параллельными прямыми CP и DP с точкой схода в главной точке P картинной плоскости, поэтому C_0D_0 — истинная величина отрезка CD .

Построение перспектив отрезков, параллельных оси Ox и равных трем единицам измерения этой оси, показано на рис. 230, б. Отрезок C_0D_0 — истинная величина отрезка CD , находящегося в пространстве и параллельного оси Ox .

Для того чтобы на оси Oy отложить отрезок, равный единице измерения осей Ox и Oz , т. е. получить единицу измерения перспективного масштаба глубины, следует (рис. 231, а):

а) отложив на оси Ox отрезок OA (любая единица измерения), провести через точку A прямую под углом 45° к плоскости картины. Эта прямая пересечет ось Oy в точке A_1 ;

б) определить точку схода прямой AA_1 , проведя параллельно ей проецирующий луч O_3D до пересечения его с линией горизонта в точке D . Точка D , называемая дистанционной точкой, — точка схода прямых, направленных под углом 45° к плоскости картины;

в) построить перспективу прямой AA_1 , соединив точку $A \equiv A'$ с точкой D (дистанционной точкой картины). Перспективы прямых Oy и AA_1 пересекаются между собой в точке A'_1 . Отрезок OA'_1 — перспектива отрезка OA , равного отрезку OA на оси Ox .

Для получения перспективы масштаба глубин на картинной плоскости следует учесть (рис. 231, б), что расстояние от главной точки картинной плоскости P до дистанционной точки D , находящихся на линии горизонта, равно расстоянию от точки зрения O до картинной плоскости ($OP = PD$, так как

§ 5. Метрические задачи

Разберем несколько примеров определения истинной величины отрезков на чертежах, выполненных в линейной перспективе.

Пример 1. Определить истинную величину отрезка AB , лежащего в предметной плоскости проекций (рис. 235).

Проводим прямые $A'P$ и $B'P$ до пересечения с основанием картинной плоскости. Получим отрезок A_0B_0 , равный катету прямоугольного треугольника ABC , у которого $A'C' \parallel kk$; проецируем катет $B'C'$ из точки D , как из центра, на прямую kk . Отрезок B_0C_0 является истинной величиной катета BC .

Истинная величина отрезка AB определяется как гипотенуза прямоугольного треугольника с катетами A_0B_0 и B_0C_0 (построение выполнено внизу под картинной плоскостью).

Пример 2. Определить истинную величину отрезка общего положения (рис. 236).

Соединяем точки a' и B' . Отрезок $a'B'$ — прямоугольная проекция отрезка AB на предметную плоскость проекций, а треугольник $A'a'B'$ — прямоугольный, так как отрезок $A'a'$ перпендикулярен предметной плоскости проекций.

Определяем истинную величину отрезка $b'a'$ по методу, рассмотренному в предыдущем примере. Затем находим истинную величину отрезка $A'a'$ — высоту расположения точки A (отрезок $A'a'$ равен отрезку A_0a_0). Определяем истинную величину отрезка AB методом прямоугольного треугольника (построение показано внизу под картинной плоскостью).

Пример 3. Построить параллелепипед по заданным размерам сторон, равным величинам a , b и c .

Для построения перспективы параллелепипеда достаточно отложить на осях координат размеры его сторон и выполнить построение так, как это показано на рис. 237. Для большей наглядности построения точка D взята в пределах чертежа, что, разумеется, искажает зрительное впечатление о размерах параллелепипеда.

Пример 4. Построить перспективу окружности по заданному центру в точке O и радиусу, равному R (рис. 238).

Через точку O' проводим прямую O'_0P до пересечения ее с основанием картины kk . Затем через ту же точку проведем из точки D прямую до пересечения с линией основания kk картинной плоскости. Из полученной точки F проведем прямую, направленную под углом 45° к линии kk , до ее пересечения с перпендикуляром, восстановленным в точке O_0 к линии kk . Получим точку O — центр окружности заданного радиуса, совмещенной с картинной плоскостью. По-

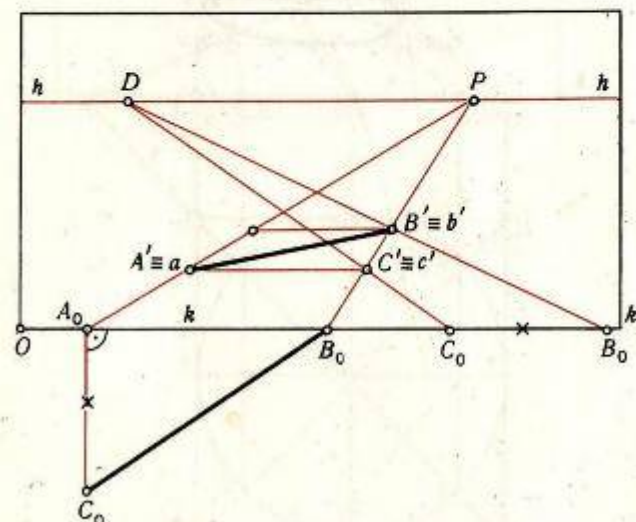


РИС. 235. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТИННОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОТРЕЗКА ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ, ЛЕЖАЩЕГО В ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ

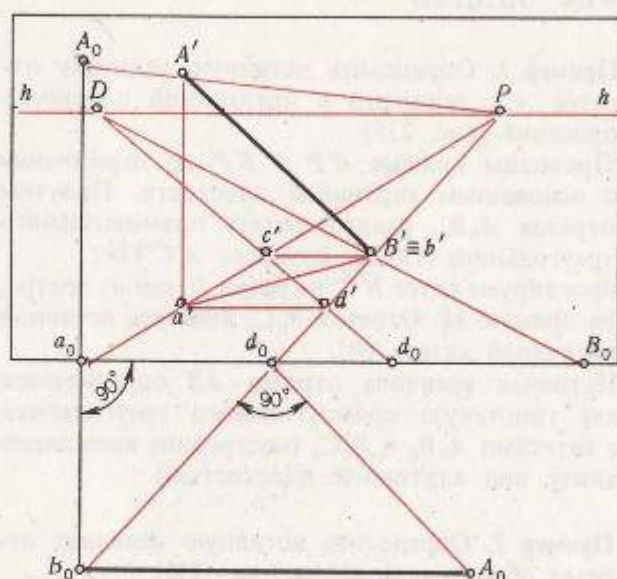


РИС. 236. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСТИННОЙ ВЕЛИЧИНЫ ОТРЕЗКА ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ

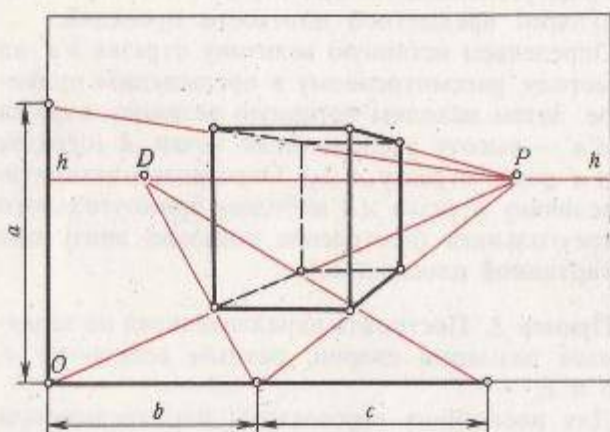


РИС. 237. ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПАРАЛЛЕЛЕПИДЕДА С ЗАДАНЫМИ РАЗМЕРАМИ РЕБЕР

строим также квадрат, описанный около этой окружности, его диагонали и отметим точки $1, 2, \dots, 8$, необходимые для построения перспективы окружности.

Точки $1, 2, \dots, 8$ переносим согласно перспективному масштабу на картинную плоскость (построение видно из чертежа).

Соединив полученные перспективные проекции точек $1', 2', \dots, 8'$ плавной линией, получим искомую перспективу окружности в виде эллипса.

Для упрощения начинаем построение окружности, совмещенной с картинной плоскостью, непосредственно внизу под линией основания картины. Такой способ используется при построении перспективы горных объектов.

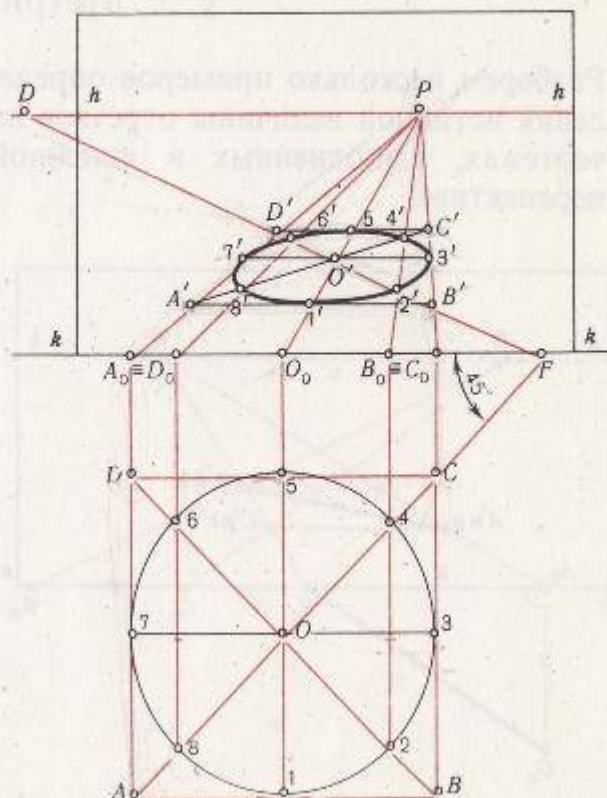


РИС. 238. ПЕРСПЕКТИВА ОКРУЖНОСТИ, ЛЕЖАЩЕЙ В ПРЕДМЕТНОЙ ПЛОСКОСТИ

§ 6. Применение линейной перспективы для построения наглядных изображений горных выработок

Достоинство параллельных аксонометрических проекций заключается в их наглядности. Однако в тех случаях, когда объект имеет большую протяженность, изображение его с помощью параллельных проекций приводит, независимо от масштаба чертежа, к искажению зрительного впечатления. Поэтому наглядные изображения объектов в линейной перспективе целесообразно выполнять, когда объект имеет достаточно большие размеры. Этот метод изображения наиболее широко применяется в архитектуре и строительстве, целесообразно шире его применять и в горном деле.

Рассмотрим практические приемы и примеры построения перспективы.

В практике чаще всего применяют построение линейной перспективы объекта по его заданному комплексному чертежу, выполненному в прямоугольных проекциях или проекциях с числовыми отметками.

Пусть задан ортогональный чертеж параллелепипеда (рис. 239, а). Построение плоскости картины и точки зрения сводится к построению горизонтально-проецирующей плоскости и отдельно взятой точки O . Однако при определении положения точки зрения следует учесть, что она должна находиться на расстоянии от объекта, равном не менее 2,5—3 величинам наибольшего его размера, а при построении плоскости картины — что она должна быть перпендикулярна главному лучу зрения OP . Угол конической поверхности проецирующих лучей, ограничивающих заданную поверхность, не должен превышать $28^\circ 30'$. Соблюдение этих условий необходимо для того, чтобы изо-

бражение наиболее соответствовало действительности.

Определив согласно этим условиям положения картинной плоскости и точки зрения, проведем далее из точки O как из центра проецирующие лучи в вершины параллелепипеда и отметим точки их пересечения с проецирующей картинной плоскостью. Соединив их затем в определенной последовательности, получим комплексный чертеж линейной перспективы параллелепипеда. Но так как ни на одной из плоскостей проекций нет истинной величины этой перспективы, следует плоскость повернуть (или переместить) так, чтобы она стала параллельной фронтальной плоскости проекций. На рисунке эта операция выполнена с помощью плоскопараллельного перемещения.

Пользуясь этим методом, можно построить линейную перспективу любого заданного объекта. Однако большое число геометрических преобразований, используемое при этих построениях, резко снижает точность изображения. Чтобы избежать этого, указанный метод следует применять в сочетании с использованием свойств перспективных соответствий. Покажем это на примере того же параллелепипеда (рис. 239, б).

Параллельные ребра параллелепипеда должны иметь общие точки схода для каждого семейства прямых. Таких точек схода у заданного параллелепипеда две (вертикальные параллельные прямые остаются параллельными и в перспективе), и так как оба семейства прямых параллельны предметной плоскости, то обе точки схода должны на-

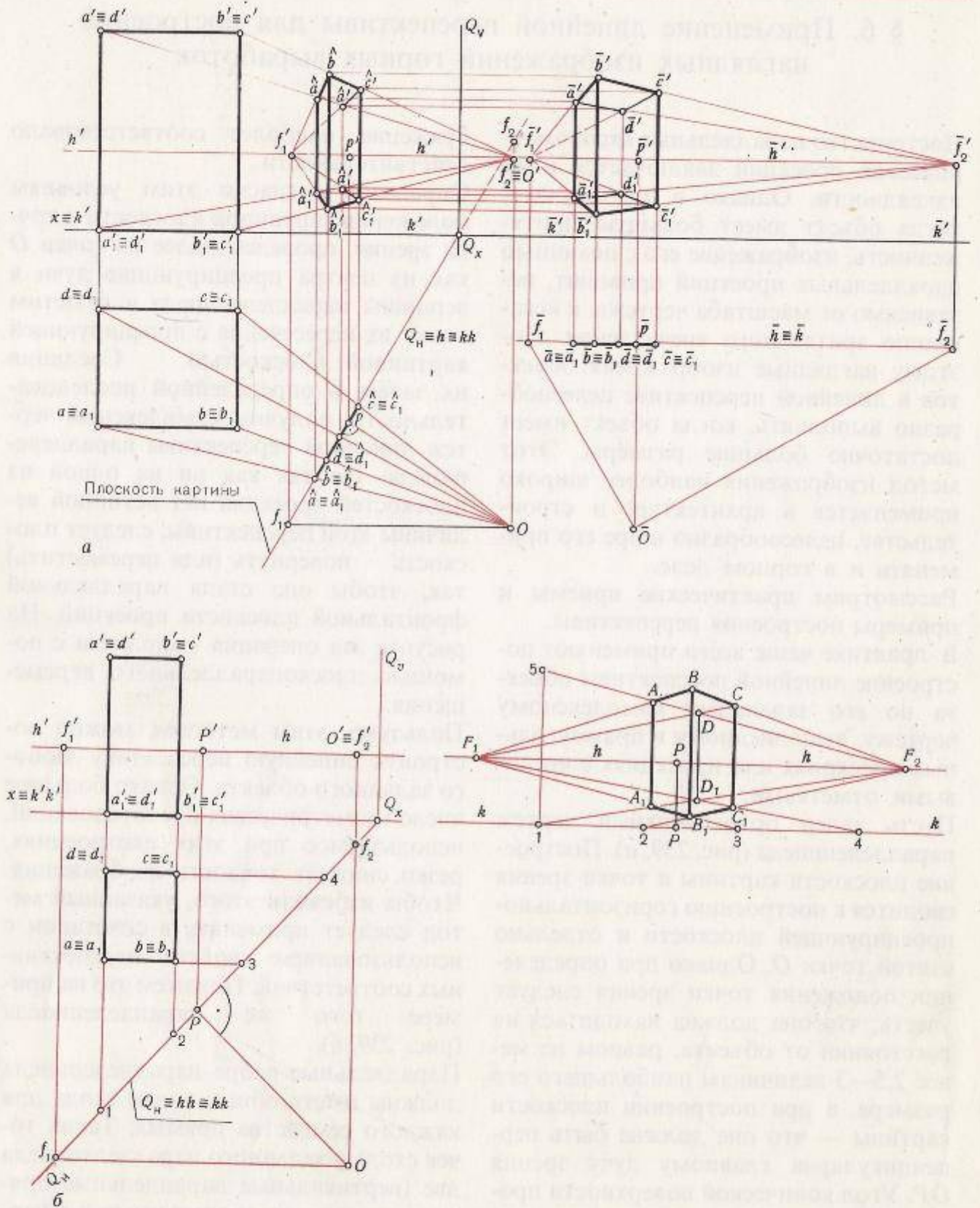


РИС. 239 ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ОБЪЕКТА ПО ЕГО ОРТОГОНАЛЬНЫМ ПРОЕКЦИЯМ

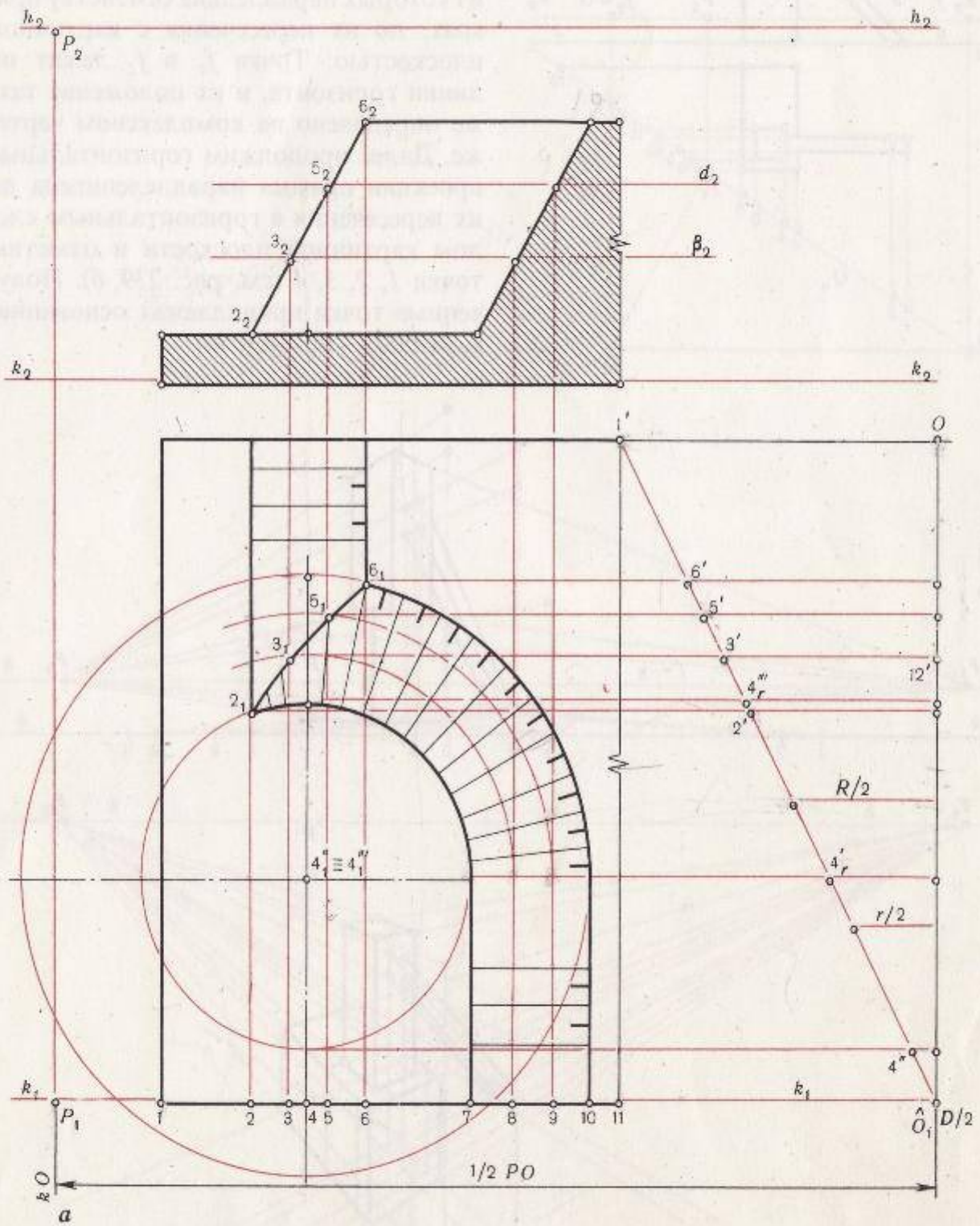
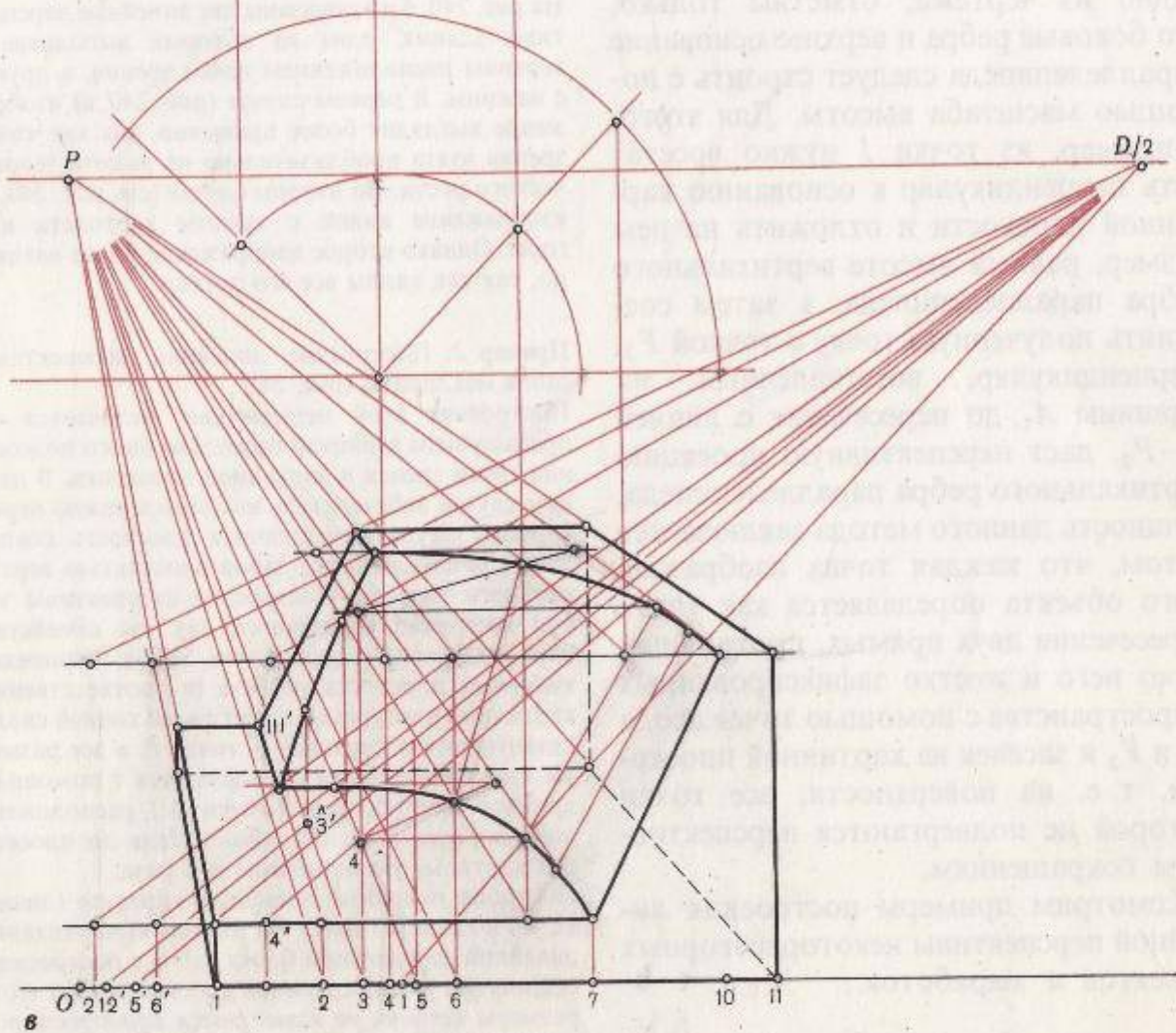
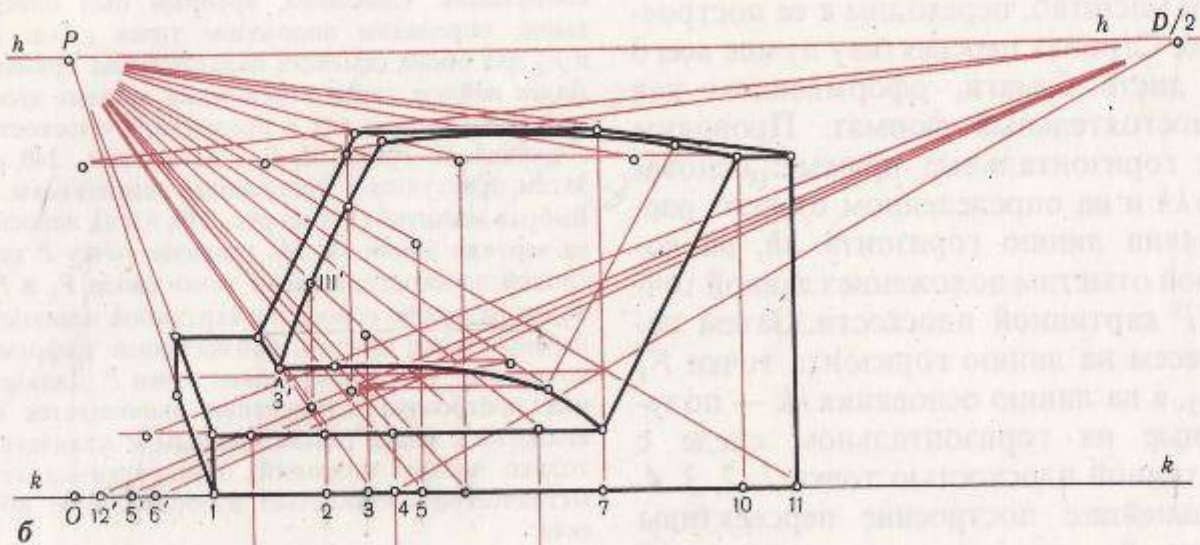


РИС. 241. ПЕРСПЕКТИВА ЗАБОЯ МЕХЛОПАТЫ



Подготовка к построению перспективы закончена. Выбрав соответствующий масштаб, переходим к ее построению. Строить перспективу лучше всего на листе бумаги, оформленном как самостоятельный формат. Проводим две горизонтальные прямые: основную kk и на определенном от него расстоянии линию горизонта hh , на которой отметим положение главной точки P картинной плоскости. Затем перенесем на линию горизонта точки F_1 и F_2 , а на линию основания kk — полученные на горизонтальном следе с картинной плоскостью точки $1, 2, 3, 4$. Дальнейшее построение перспективы видно из чертежа; отметим только, что боковые ребра и верхнее основание параллелепипеда следует строить с помощью масштаба высоты. Для этого, например, из точки 1 нужно восстановить перпендикуляр к основанию картинной плоскости и отложить на нем размер, равный высоте вертикального ребра параллелепипеда, а затем соединить полученную точку с точкой F_2 . Перпендикуляр, восстановленный из вершины A_1 до пересечения с линией $5-F_2$, даст перспективную проекцию вертикального ребра параллелепипеда. Сущность данного метода заключается в том, что каждая точка изображаемого объекта определяется как точка пересечения двух прямых, проходящих через него и жестко зафиксированных в пространстве с помощью точек схода F_1 и F_2 и засечек на картинной плоскости, т. е. на поверхности, все точки которой не подвергаются перспективным сокращениям.

Рассмотрим примеры построения линейной перспективы некоторых горных объектов и выработок.

Пример 1. Построить линейную перспективу надшахтного сооружения (рис. 240).

Выбрав картинную плоскость и точку зрения, нанесем их на комплексный чертёж надшахтного сооружения. Способом, который был описан выше, определим положение точек схода F_1 и F_2 для обоих семейств параллельных прямых. Далее найдем точки пересечения прямых этого сооружения, лежащих в предметной плоскости, с линией kk (точки $1, 2, \dots, 12$ на рис. 240, а). Затем приступим к построению перспективы.

Выбрав масштаб (1:1 на рис. 240, б и в), наносим на чертеже линии kk , hh , главную точку P картинной плоскости, а также точки схода F_1 и F_2 . Затем на линию основания картинной плоскости переносим все засечки, обозначенные цифрами, координируя их относительно точки P . Дальнейшее построение перспективы выполняется по аналогии с ранее рассмотренным и отличается только числом операций, обусловленных геометрической сложностью изображаемого объекта.

На рис. 240, б и в показаны две линейные перспективы здания, одна из которых выполнена с верхним расположением точки зрения, а другая с нижним. В первом случае (рис. 240, б) изображение выглядит более привычно, так как точка зрения взята приблизительно на высоте человеческого роста. Во втором случае (см. рис. 240, в) изображение видно с высоты вертолета или горы. Однако второе изображение более наглядно, так как видны все его детали.

Пример 2. Построение линейной перспективы забоя мехлопаты (рис. 241)

Построение этой перспективы отличается от предыдущего выбором несколько иного положения точки зрения и картинной плоскости. В данном случае наблюдатель находится прямо перед торцом уступа, а картинная плоскость совпадает с сечением блока забоя плоскостью вертикального разреза. Построение перспективы забоя несколько упрощается, так как семейство параллельных прямых блока забоя, перпендикулярных плоскости разреза (и соответственно картинной плоскости), имеет своей точкой схода главную точку картины — точку P , а все размеры по глубине блока определяются с помощью дробной дистанционной точки $D/2$, расположенной на расстоянии от наблюдателя до плоскости картины, уменьшенном в 2 раза.

Построив основные элементы картины (линии kk , hh и главную точку P), начнем вычерчивание линейной перспективы блока забоя с построения сечения фигуры в картинной плоскости. При этом размеры сечения не изменяются при проецировании. Соединив вершины сечения с точкой P , получим направление параллельных прямых блока забоя, уходящих от наблюдателя в глубину.

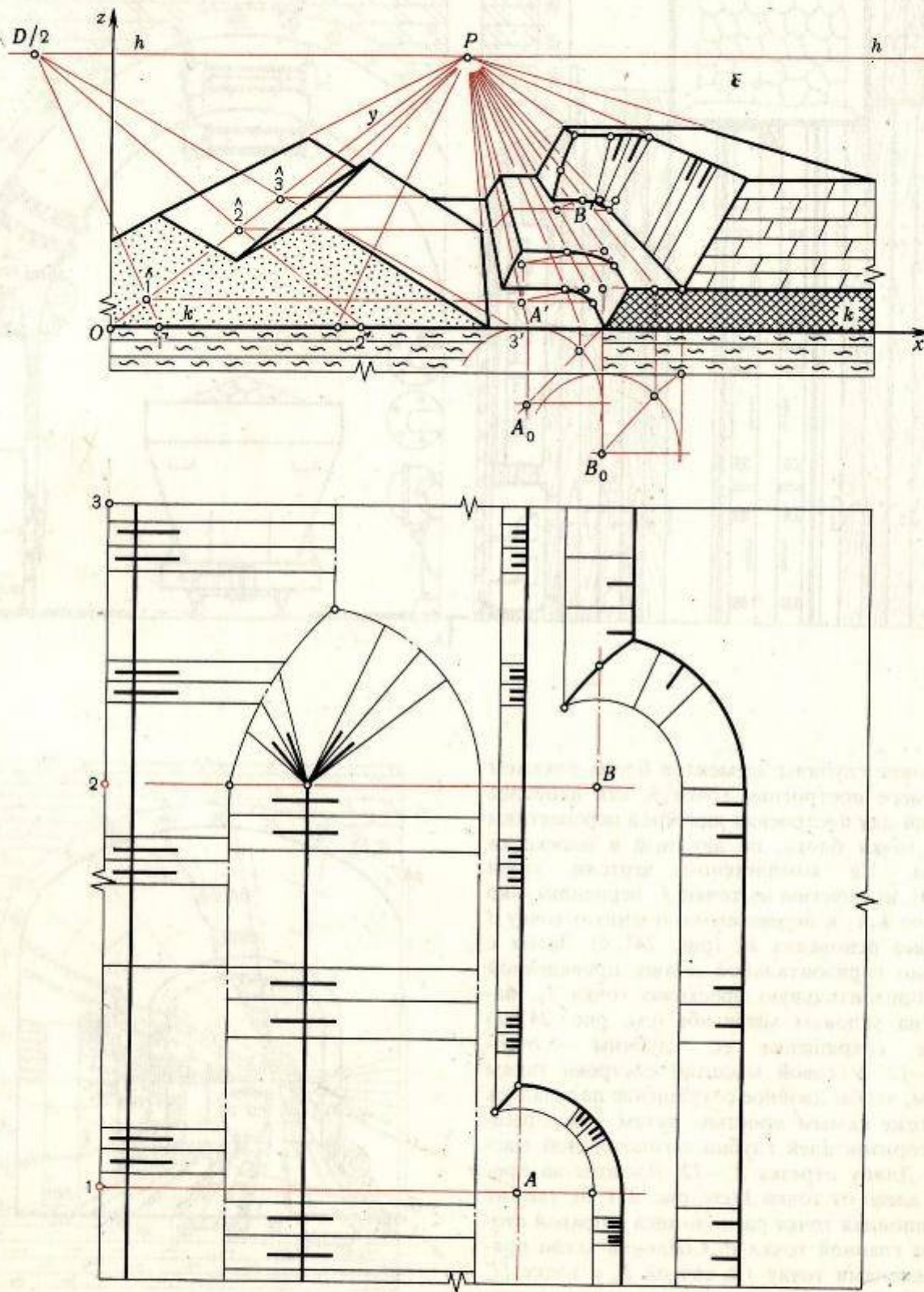
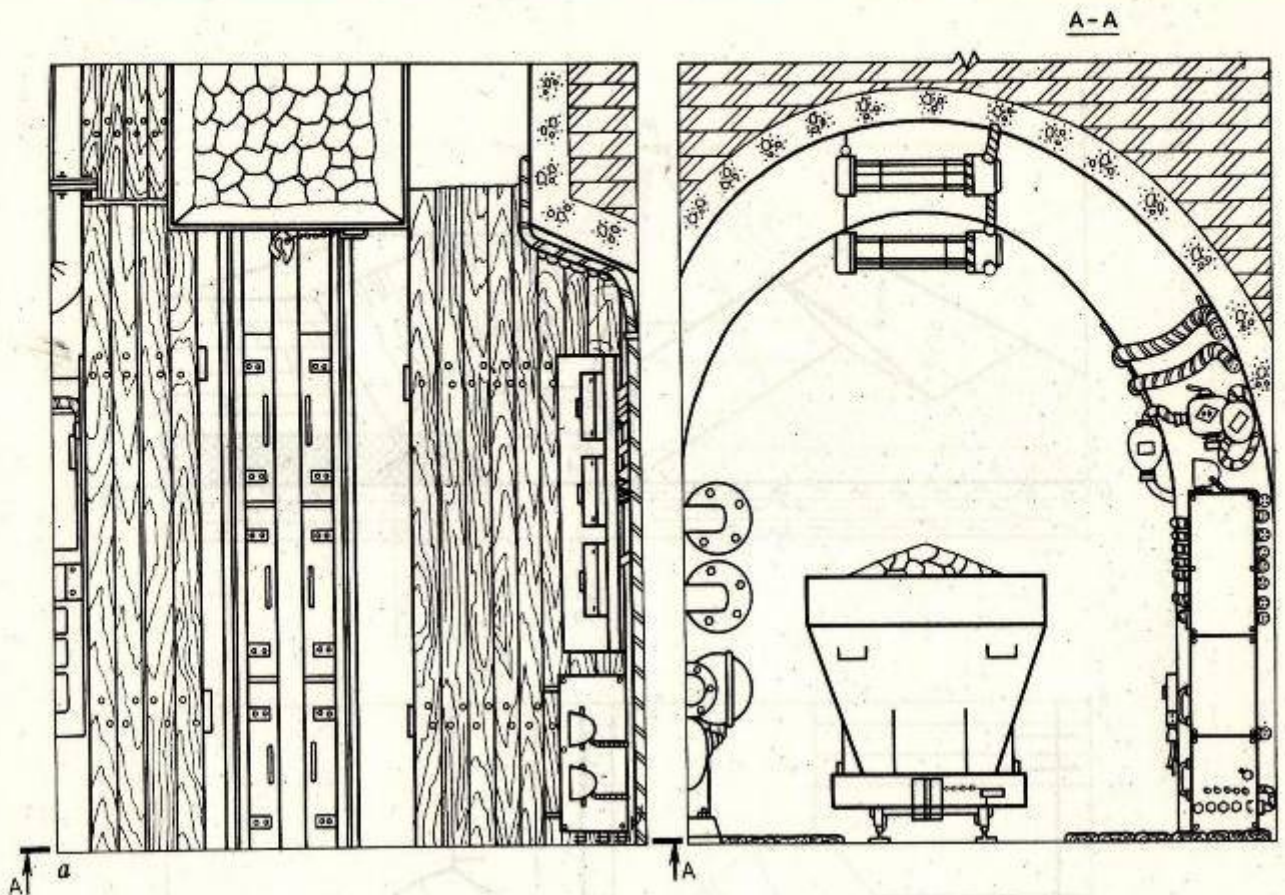


РИС. 242. ПЕРСПЕКТИВА УЧАСТКА КАРЬЕРА



Построение глубины элементов блока покажем на примере построения точки Z , как наиболее типичной для построения линейной перспективы любой точки блока, не лежащей в плоскости картины. На комплексном чертеже забоя (рис. 241, а) опустим из точки Z , перпендикуляр на линию k_1k_1 и перенесем полученную точку Z на линию основания kk (рис. 241, б). Затем с помощью горизонтальной линии, проведенной через горизонтальную проекцию точки Z_1 , находим на угловом масштабе (см. рис. 241, а) двойное сокращение ее глубины — отрезок $Z'-12'$. Угловой масштаб построен таким образом, чтобы двойное сокращение получалось на чертеже самым простым путем — в пересечении горизонталей глубин с гипотенузой масштаба. Длину отрезка $Z'-12'$ отложим на прямой kk влево от точки Z (см. рис. 241, б), так как дистанционная точка расположена с правой стороны от главной точки P . Соединив затем прямыми линиями точку Z с точкой P , а точку $12'$ с точкой $D/2$, в пересечении их получим точку Z' — основание точки Z_1 , лежащей в предметной плоскости. Высоту расположения III' определяем с помощью масштаба высоты, так же как и при предыдущих построениях.

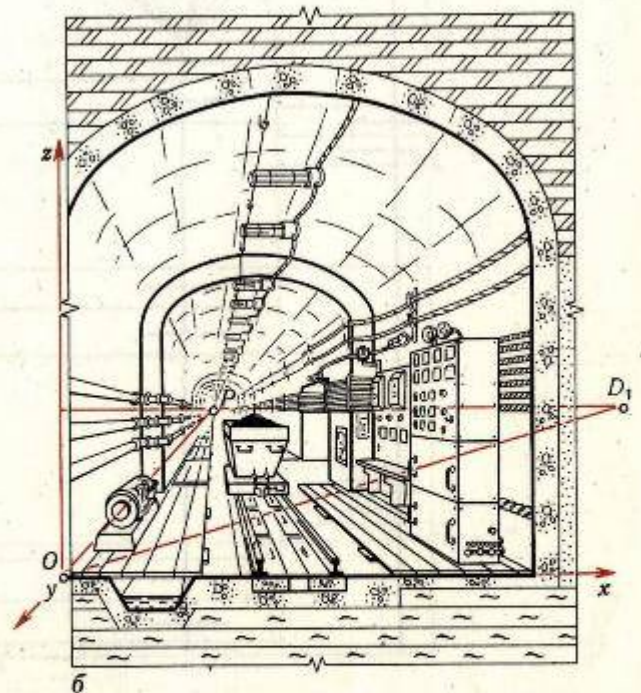


РИС. 243. ПЕРСПЕКТИВА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ ОЖОЛОСТВОЛЬНОГО ДВОРА

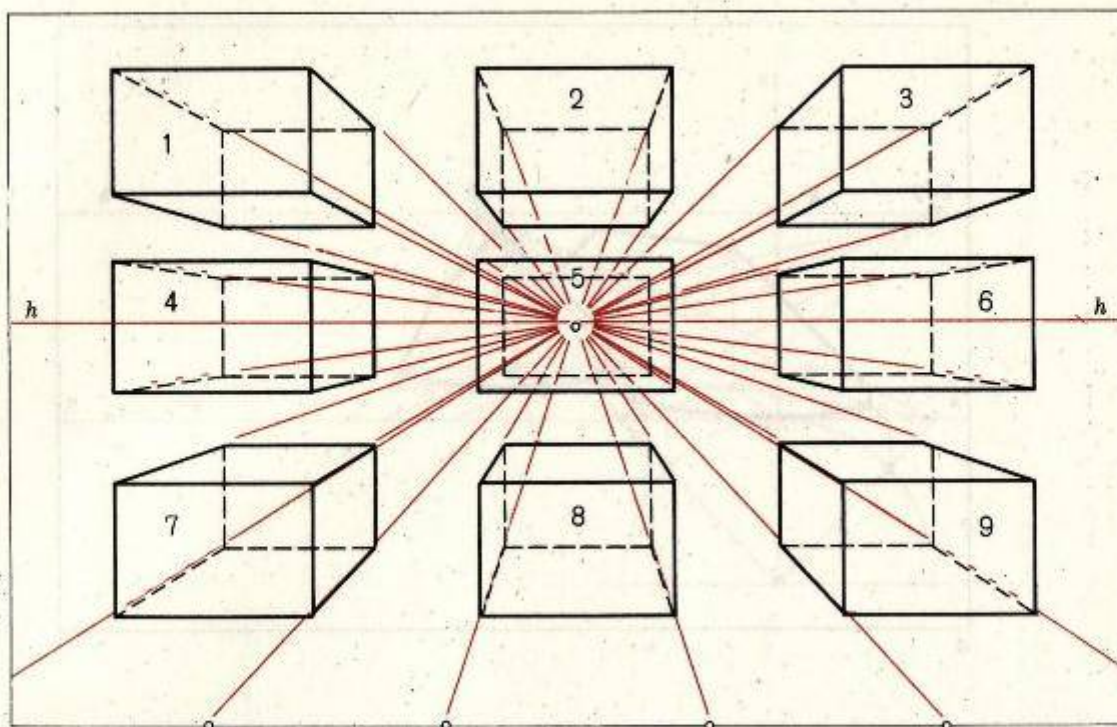


РИС. 244. ВАРИАНТЫ ПЕРСПЕКТИВ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕДА, ПЕРЕДНЯЯ ПЛОСКОСТЬ КОТОРОГО ПАРАЛЛЕЛЬНА ПЛОСКОСТИ КАРТИНЫ

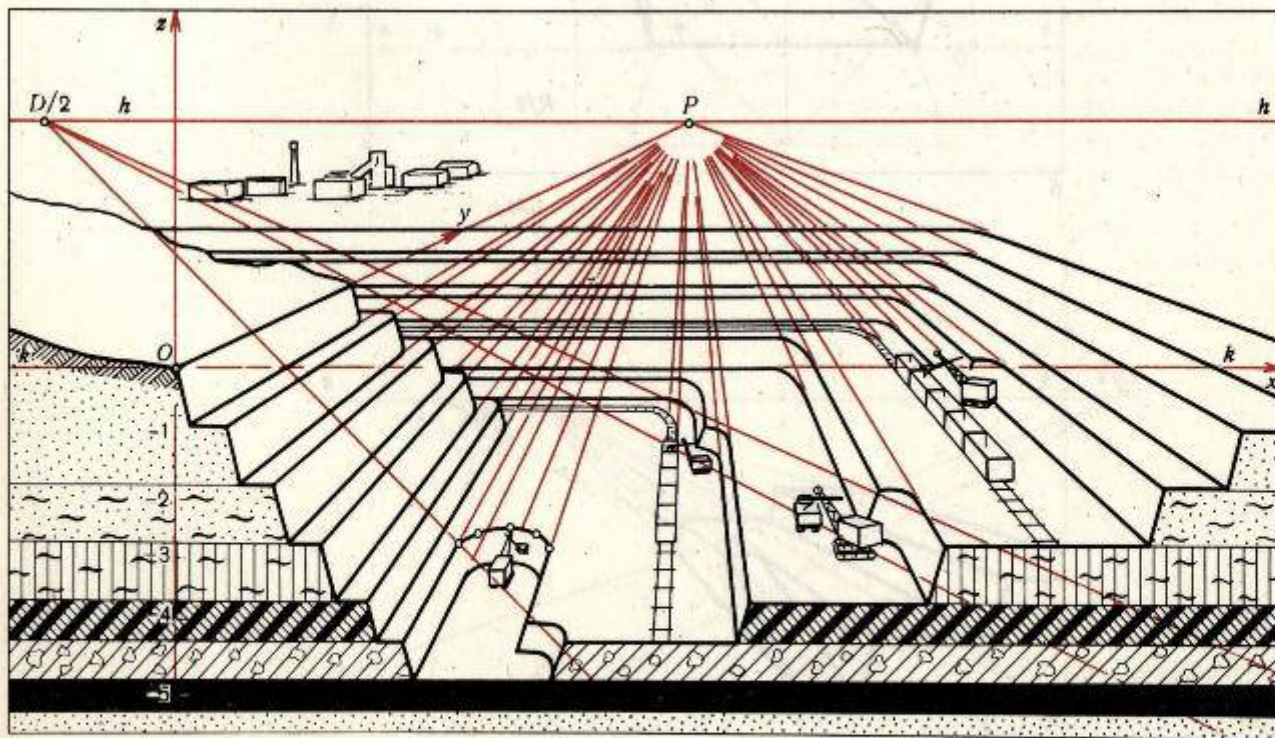
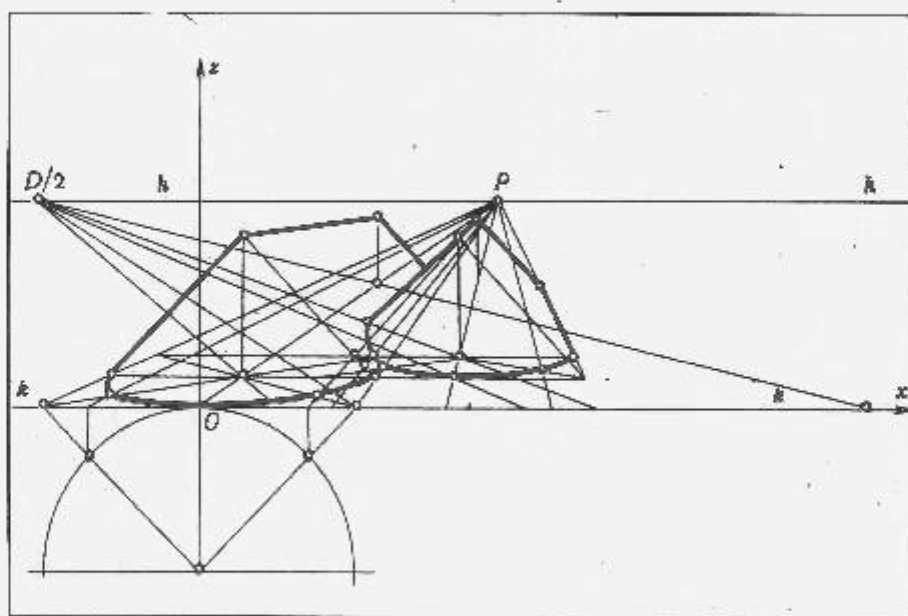
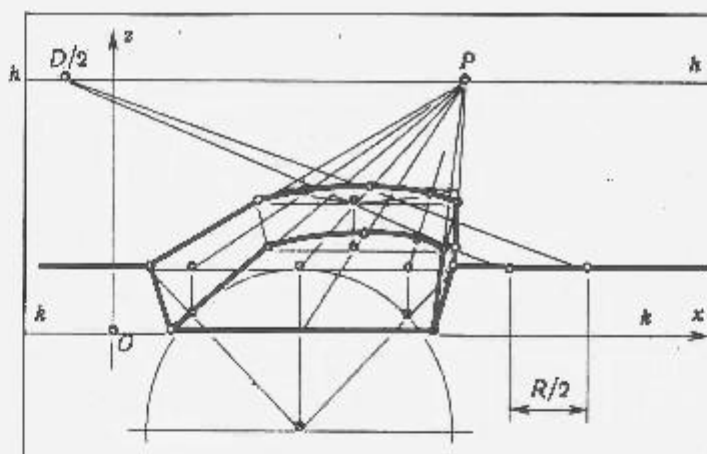


РИС. 245. ПАНОРАМА КАРЬЕРА



а



б

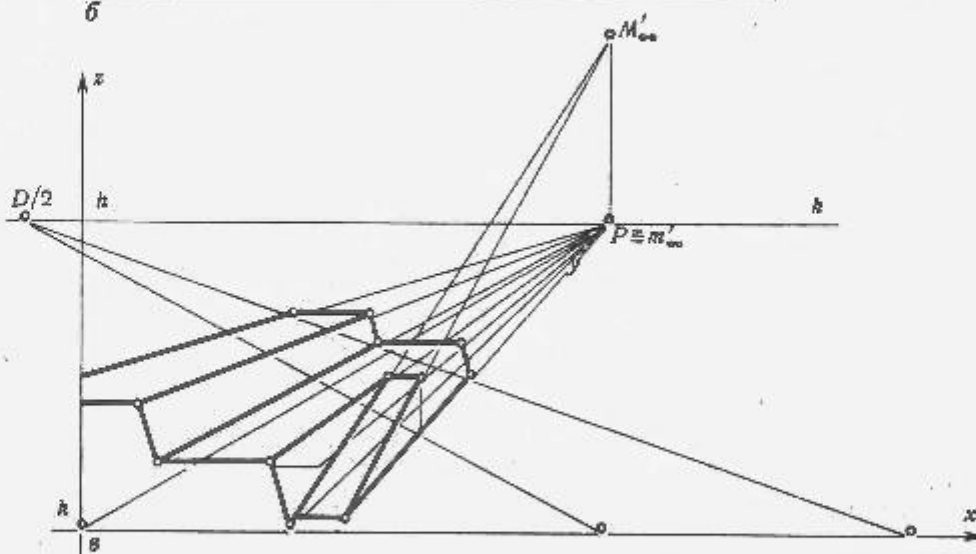


РИС. 246. ПЕРСПЕКТИВА ЭЛЕМЕНТОВ КАРЬЕРА:

Изображение забоя, выполненное в перспективе с верхней точкой зрения (рис. 241, в), позволяет рассмотреть многие подробности его геометрии, скрытые от наблюдателя при построении перспективы с нижней точкой зрения (рис. 241, б).

Пример 3. По данной схеме экскавации мехлопаты построить ее перспективу (рис. 242). Фронтальное расположение фасадной плоскости участка карьера наиболее выгодно, так как оно проще по построению и вместе с тем наиболее наглядно в данной ситуации, так как дает панорамный обзор изображаемого объекта. Данная перспектива отличается от перспективы забоя (см. рис. 241, а, б) тем, что в поле зрения наблюдателя попадает большее число геометрических элементов карьера. Для экономии места плоскость вертикального разреза по $A-A$ использована как картинная плоскость перспективы.

Пример 4. Построение перспективы горной выработки (участка тоннеля околоствольного двора) (рис. 243, а, б).

Участок тоннеля может быть вписан в параллелепипед, который нужно разместить так, чтобы видеть все характерные элементы тоннеля. На рис. 244 приведены различные положения параллелепипеда в линейной перспективе в том случае, если его передняя грань параллельна картинной плоскости. Из них самым выгодным для данного случая является положение 5 (аналогичное построению линейного масштаба перспективы, см. рис. 234), так как в этом случае боковые стены тоннеля не будут закрывать его перспективу.

Дальнейшее построение перспективы горной выработки аналогично построению перспективы забоя мехлопаты. Разместив прямоугольник сечения тоннеля по $A-A$ (см. рис. 243, а) в центре

листа бумаги (см. рис. 243, б) так, чтобы он занимал 70—80% формата, примем ребра параллелепипеда Ox и Oz за оси перспективного масштаба ширины и высоты. Затем находим положение линии горизонта, высоту которой следует взять равной высоте человеческого роста, а главную точку P — несколько левее середины, так как выгоднее показать правую сторону тоннеля, где больше оборудования.

Определив положение дистанционной точки сначала на плане, а затем и дробной дистанционной точки на перспективе, построим также угловой масштаб 1 : 2. Далее строим фигуру сечения. Линии, перпендикулярные картинной плоскости, будут сходиться в точке P ; линии, параллельные этой плоскости, останутся параллельными. Каждый раз, когда нужно точно определить местоположение и глубину того или иного объекта тоннеля, следует пользоваться дробной дистанционной точкой и угловым масштабом. Закончив построение, можно применить отмывку изображения акварельными красками или цветной тушью.

Пример 5. Построение панорамы карьера (рис. 245). При таком построении целесообразно выбрать высокое положение линии горизонта и, следовательно, точки зрения, чтобы карьер был изображен наиболее полно. Поэтому на рисунке линия горизонта поднята к верхней рамке формата, а построение вертикального сечения в перспективе начинается значительно ниже этой линии. Линии откосов, перпендикулярные плоскости сечения, имеют точкой схода главную точку P , а их глубины определяются с помощью дробной дистанционной точки $D/2$. Построение элементов карьера, таких как конусообразная насыпь, траншея и автомобильный съезд, приведено на рис. 246, а, б и в.

ГЛАВА X

СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ И ДИАГРАММ

§ 1. Графики и диаграммы

Графические способы изображения величин, с которыми приходится иметь дело на практике, получили широкое применение во всех областях знаний. Эти способы широко используются в практике горного производства при проектировании и особенно при научных исследованиях. Наиболее часто графические способы применяются при исследовании технологии и организации горных работ, технико-экономических расчетах и для выражения результатов деятельности предприятий.

Графические способы позволяют наглядно представить установленные функции, помогают вскрыть новые зависимости, выявить скрытые факторы, которые заложены в комплексе цифр. Особенно широко применяется принцип графических изображений, выражаемых графиками и диаграммами.

Графиками называют геометрические изображения функциональных зависимостей на плоскости при помощи линий. Виды графиков очень разнообразны, они зависят в основном от системы координат на плоскости, положенной в их основу.

При диаграммном способе графического изображения зависимости между величинами выражаются при помощи геометрических фигур. При построении диаграммы или графика следует исходить из следующих принципов: их

назначения, условий пользования, характера сравнения данных с результатом, формы.

С точки зрения назначения графического изображения можно различать: иллюстрацию (пояснение), анализ и расчет.

Диаграммы и графики, исходя из условий пользования, применяют как настенные для демонстрации, для оперативных целей, для иллюстрирования печатных изданий.

Диаграммы и графики по характеру сравниваемых данных могут классифицироваться следующим образом: сравнение объектов по величине; изменение во времени как абсолютных, так и относительных показателей; размещение в пространстве (географические сравнения); структура сравнений величин, состоящих из нескольких компонентов; статистическое распределение признака.

По форме графики бывают с арифметическими (равномерными), логарифмическими и полулогарифмическими шкалами, графики вариационного ряда, трехмерные.

Диаграммы могут быть в виде столбиков и полос, других плоских фигур, радиальные. По назначению диаграммы могут быть весьма разнообразны. К разновидностям диаграмм относятся всевозможные циклограммы, планограммы, хронограммы и т. д.

§ 2. Общие принципы построения графиков

При составлении графика необходимо установить размер, пропорции, расположение материала в поле чертежа и композицию.

При определении размера графика необходимо исходить из условия удобства и легкости его чтения. Должны соблюдаться пропорциональные соотношения между сеткой, шкалой и линиями графика. Формат определяется исходя из соображений: чем график проще, тем он должен быть меньше; формат графика должен гармонизировать с текстом, в который он включен; формат графика увеличивается в зависимости от расстояния, с которого он должен читаться.

Если график предназначен для репродукции, то не следует вычерчивать его слишком мелким, так как при его копировании будет трудно выполнить чертежную работу. Кроме того, неточности в выполнении оригинала графика станут более заметны в репродукции.

Толщина линий и высота букв должны соответствовать общему размеру графика.

Пропорции графика как в оригинале, так и в уменьшенном виде должны соответствовать способу изображения. Обычно считается, что форма удлиненного прямоугольника эстетически более приятна, чем квадрата, хотя в некоторых случаях для упрощения подбора масштаба графика удобнее выбрать квадратную форму. При определении длины и ширины прямоугольного графика необходимо учитывать также формат чертежной бумаги.

Наиболее желательны пропорции 1:1,33; 1:1,75 (диагональ вдвое длиннее стороны).

График на поле чертежа необходимо располагать таким образом, чтобы чтение его соответствовало расположению текстовой части.

Если график занимает в печатной работе целую страницу и располагается основанием по ширине листа, то верх чертежа с заголовком должен располагаться на левом поле страницы.

Хорошая композиция графика достигается гармоничным соотношением его элементов. График должен отвечать, насколько это возможно, принципам художественной эстетики, но в то же время достаточно ясно и точно отражать исходные данные, по которым строится. При составлении проекта графика необходимо уделить большое внимание текстовой части заголовка и подзаголовков, масштабным знакам (шкалы, линии, цифры), названиям шкал, обозначению кривых и их названиям, штриховке и экспликации.

Рекомендуется следующая последовательность построения графиков:

- 1) лист чертежной бумаги, кальки или другого материала берется размером, несколько большим предполагаемого размера чертежа (графика);
- 2) предварительно вычерчивается рамка и надписывается заголовок карандашом в верхней части листа. Буквы заголовка должны быть значительно крупнее остальных надписей на графике. Верхняя линия рамки должна служить ориентиром при размещении строк заголовка. Заголовок по горизонтали размещается на одинаковом расстоянии от боковых линий рамки;
- 3) наносятся вертикальный и горизонтальный масштабные шкалы, их названия, соответствующие цифры и размерности;

4) наносится координатная сетка и окончательно фиксируется масштабная шкала, после чего надписываются масштаб и названия шкал. В поле графика наносятся точки, характеризующие исходные данные;

5) методами математической статистики обрабатываются эти данные. Полученные точки соединяют отрезками прямых линий либо кривыми, которые проводятся при помощи лекала;

6) на графике выполняются пояснения к кривым и необходимые экспликации. График выполняется в карандаше, тщательно проверяется в отношении полноты, ясности и точности. Особое внимание должно быть обращено на масштабы, числовые данные, редакцию заголовка, правильность его написания и на знаки препинания. После проверки график обводится тушью при помощи чертежных инструментов.

Основными элементами графика являются: функциональные линии графика, исходные данные для его построения, система координат со шкалами и сеткой, масштаб, общая и пояснительная надписи. Кривые линии, представляющие собой на графике иллюстрируемые зависимости, должны быть наглядны и легко различимы. Различимость линий становится особенно трудной, если на графике имеется несколько кривых, которые располагаются вблизи одна от другой или пересекаются. Функциональные линии графика должны выполняться сплошной утолщенной линией.

При изображении нескольких кривых на одном графике нужно учитывать как число кривых, так и их распределение. Иногда бывает очень трудно дать отчетливое изображение нескольких кривых, особенно когда они размещаются на относительно небольшом участке сетки, сливаясь в некоторых местах в

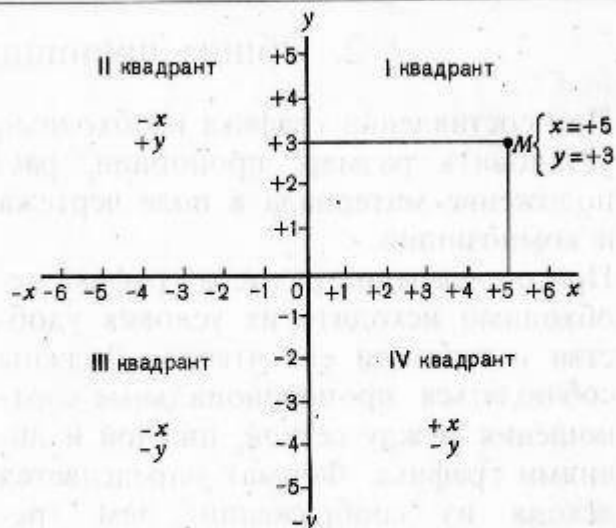


РИС. 247. ПОСТРОЕНИЕ ОСЕЙ КООРДИНАТ

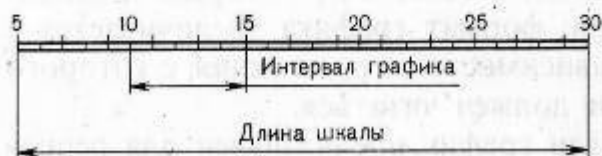


РИС. 248. МАСШТАБНАЯ ШКАЛА И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ

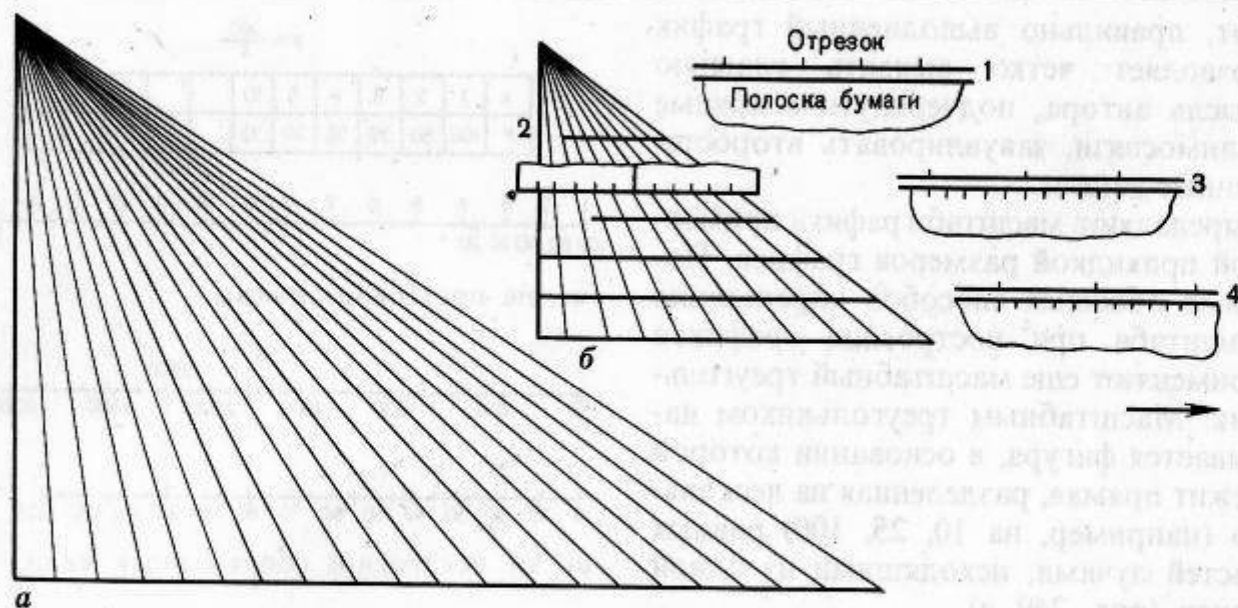


РИС. 249. МАСШТАБНЫЙ ТРЕУГОЛЬНИК

одну линию или пересекаясь. В таких случаях необходимо или расширить сетку (изменяя масштаб), или использовать логарифмическую сетку, либо вообще отказаться от попытки изображать данные на одном графике.

Исходные статистические данные, по которым строятся графики, наносятся в виде точек или кружочков диаметром 1,5—2 мм.

Система координат, оцифровка шкал и основные структурные элементы указаны на рис. 247.

Положительным направлением оси считается направление вправо и вверх от начала координат, отрицательным — влево и вниз. Шкалой является линия с нанесенными на ней делениями (рис. 248). Опорой шкал на графике служат координатные оси. Через точки шкал проводят линии, которые в совокупности составляют числовую сетку. Расстояние между соседними делениями на шкале называется интервалом графика, числа, соответствующие крайним точкам шкалы — пределами шкалы, расстояние между ними — длиной шкалы.

Основание шкалы может быть прямой или кривой линией, соответственно этому шкалы называются прямолинейными и криволинейными.

Прямолинейные шкалы применяют для построения простых (арифметических) графиков, выполняемых в координатных осях на клетчатой, миллиметровой или логарифмической бумаге. Криволинейные шкалы применяют при построении графиков в радиальной и дуговой системе.

Графические и числовые интервалы между соседними точками могут быть равными — шкала арифметическая и неравными — шкала логарифмическая. Шкалы выполняются сплошной основной линией, а координатная сетка — тонкими сплошными линиями.

Масштаб графика имеет большое значение. Изменение масштаба влияет не только на внешний вид графика, но и может оказать влияние на понимание функциональной зависимости переменных величин. Взяв масштабы в неправильных пропорциях, можно дать совершенно искаженное представление о выражаемых зависимостях. И наобо-

рот, правильно выполненный график позволяет четко выявить главную мысль автора, подчеркнуть основные взаимосвязи, завуалировать второстепенные детали.

Определяют масштаб графика примерной прикидкой размеров графика. Помимо обычных способов определения масштаба при построении графиков применяют еще масштабный треугольник. Масштабным треугольником называется фигура, в основании которой лежит прямая, разделенная на несколько (например, на 10, 25, 100) равных частей лучами, исходящими из одной точки (рис. 249, а).

Построение шкалы с помощью треугольника основано на делении отрезка на равные части с помощью прямой, проведенной под любым углом. Чтобы нанести на шкалу деления с помощью масштабного треугольника, необходимо отметить начало и конец шкалы и затем наложить ее на треугольник так, чтобы обе отметки совместились с двумя наклонными линиями, как это указано на рис. 249, б.

Основной заголовок графика знакомит с общим содержанием графика, помещают его выше сетки над центром чертежа. Основной заголовок должен по возможности состоять из одной строчки. Подзаголовок дается в тех случаях, когда основной заголовок не помещается в одну-две строчки.

На графиках могут быть расположены общие примечания, относящиеся ко всем данным в целом, и специальные примечания, поясняющие какую-нибудь часть данных графика. Специальные примечания помещают в левом нижнем углу графика, общие примечания располагают под заголовком.

Если график имеет несколько шкал, их следует наносить на координатные

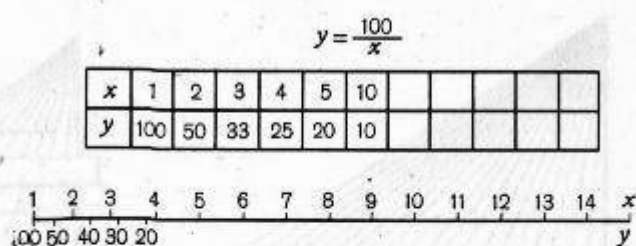


РИС. 250. ПОСТРОЕНИЕ ШКАЛЫ

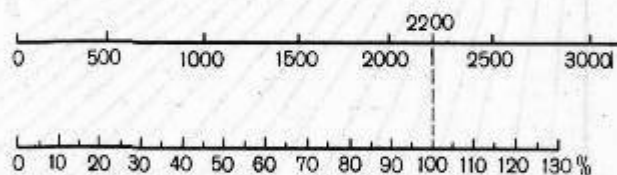


РИС. 251. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕННЫХ ШКАЛ

оси так, чтобы нулевые деления шкал на каждой оси находились на одной линии.

Такие функционально связанные шкалы называются сопряженными. Основным способом построения сопряженных шкал является расчет точек одной шкалы по точкам другой, каждому значению x одной шкалы будет соответствовать определенное значение y другой. Шкала x строится в каком-нибудь удобном масштабе, а затем по формуле, устанавливающей зависимость y от x , находится значение y . Пусть требуется построить шкалу y в масштабе 1 : 100 (рис. 250). Для этого, задаваясь последовательными значениями x , получим значения y и представим эти данные в виде таблицы (рис. 250), согласно которой строится двоякая шкала (рис. 250).

В практике построения графиков встречаются более простые случаи сопряженных равномерных шкал, т. е. пропорциональные зависимости числовых рядов. Особенно часто приходится строить шкалу процентов, сопряженную со шкалами количеств.

Задача. Построить сопряженные шкалы — одну в тоннах полезного ископаемого, другую в процентах к плану, зная, что план (100%) составляет 2200 т. Первую шкалу строим, откладывая отрезки в определенном масштабе. Отмечаем точку 2200 и против нее на сопряженной шкале отмечаем число 100%. Так как процент плана пропорционален добыче, то шкала должна быть равномерной.

Отрезок второй шкалы между 0 и 100 делим на 10 частей (по 10%), на 20 частей (по 5%) или на 100 частей (по 1%) и оцифровываем шкалу (рис. 251).

Ниже рассматриваются примеры построения других типов графиков.

График двух функций и одного аргумента. Предположим, что во время исследований установлено влияние аргумента b на две зависящие от него функции A и B (табл. 11), например влияние длины экскаваторных блоков на скорость углубки и возможную производительность карьера или влияние высоты взрывающегося уступа на удельный расход взрывчатых веществ и ширину развала взорванной породы и т. п.

Для повышения наглядности полученных результатов построим график размером 5 × 5 см. Масштаб по оси абсцисс определяем 1 : 10. По оси ординат должно быть две шкалы. Если по обеим функциям взять одинаковые длины шкал (например, по 10 см), то масштаб функции A будет 1 : 45, функции B — 1 : 112, которые неудобны для построения, особенно на миллиметровой бумаге.

Для первой функции удобно взять масштаб 1 : 50, для второй функции масштаб 1 : 10 (рис. 252, а).

Рассматривая полученный график, можно констатировать, что по мере увеличения аргумента b величины функций A и B уменьшаются. Характер изменения функций на графике несколько различен, но четко не читается. За-

ТАБЛИЦА 11
РАСЧЕТ ФУНКЦИЙ

Аргумент b	Функция A		Функция B	
	Абсолютная величина	%	Абсолютная величина	%
100	450	100,0	112,0	100,0
200	420	93,4	105,8	94,4
300	380	84,5	101,0	90,3
400	330	73,3	98,6	88,0
500	300	66,7	95,0	84,9

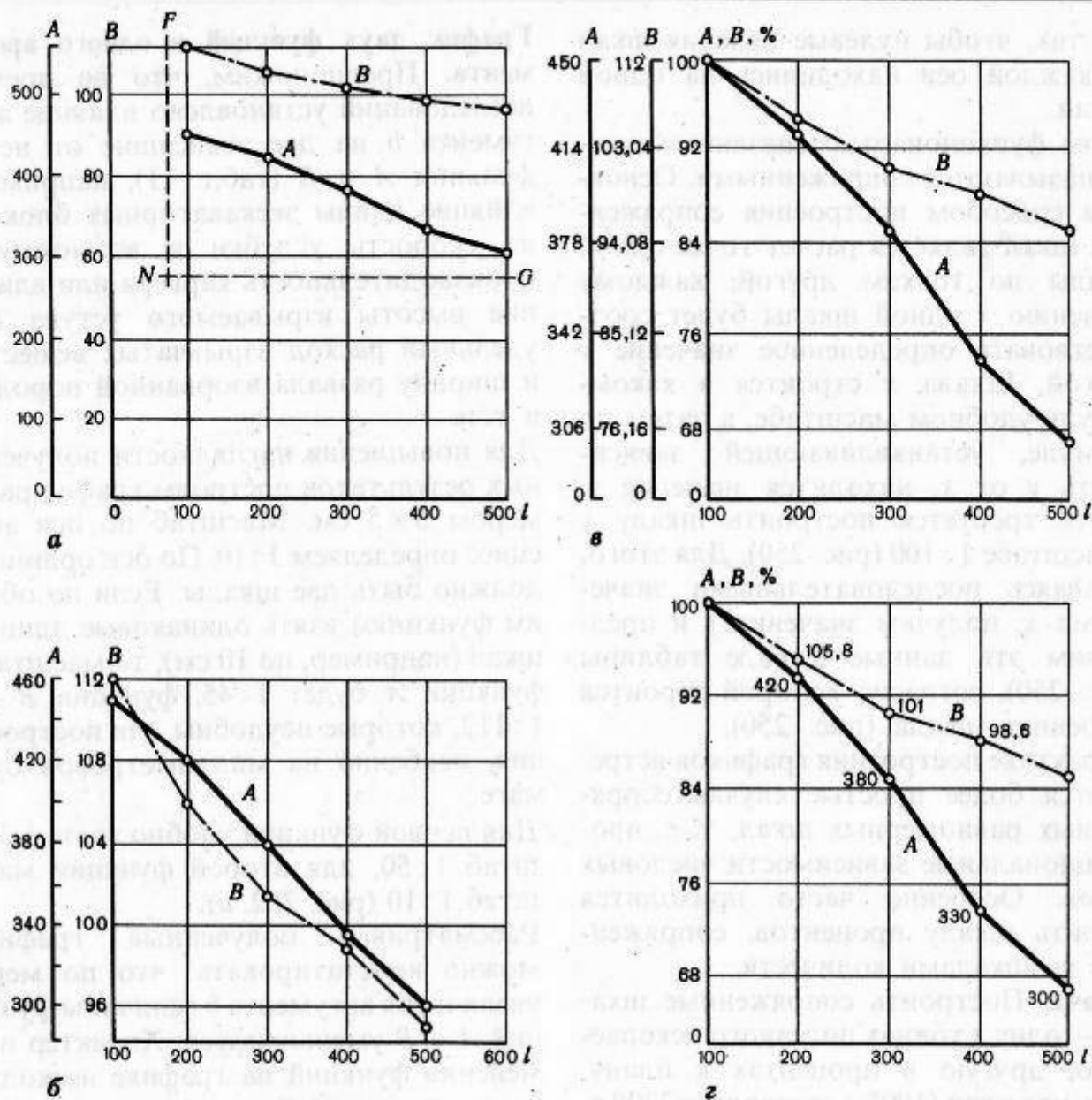


РИС. 252. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА

метны и другие недостатки — нерационально использовано поле графика. Оси координат можно перенести вверх и вправо, ось абсцисс — в положение NG , а ось ординат — в положение NF .

Устраним эти недостатки путем изменения масштабов. Масштаб для функции A принимаем равным $1:20$, для функции B — равным $1:2$. Получим график, изображенный на рис. 252, б.

Поле графика хорошо заполнено и четко выявлен характер изменения функций. Функция A по мере увеличения аргумента сначала убывает медленнее, чем функция B , а затем быстрее. Вместе с тем из графика видно также, что интенсивность убывания функции B в среднем выше, чем функции A , так как линия B на графике падает более круто. Но этот вывод ошибочный. Из табл. 11 видно, что при изменении аргумента b от 100 до

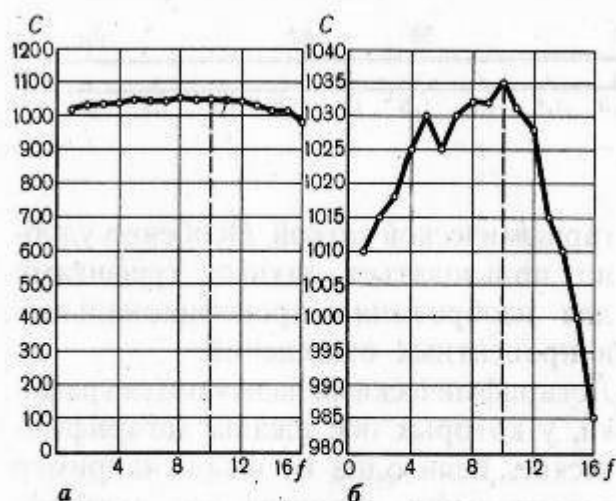


РИС. 253. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧЕК МАКСИМУМА И МИНИМУМА С ПОМОЩЬЮ ГРАФИКА

500 величина B уменьшается на 15,1% а величина A — на 33,3%, т. е. в 2 раза больше. Следовательно, график, приведенный на рис. 252, б, дает неверное представление о сравнительных темпах убывания рассматриваемых функций.

Возьмем по оси ординат масштаб, пропорциональный величине функций, приняв за 100% начальную величину функций A и B при $b=100$. Принимая масштаб 1:4, получим графики, изображенные на рис. 252, в и г. График на рис. 252, г следует признать для данного примера наиболее точным. Он позволяет составить правильное представление о степени влияния одного аргумента на две функции. График, изображенный на рис. 252, в, также убедителен, но по нему труднее установить абсолютные значения функций из-за нанесения шкал по оси ординат.

За 100% можно принять величины функций не только при аргументе $b=100$, но и при других аргументах, тогда линии A и B сдвинутся по вертикали относительно друг друга.

Отметим также, что если изменить масштаб по оси абсцисс, то наклон линий A и B изменится, при увеличении масштаба он уменьшится, и наоборот, при уменьшении масштаба — увеличится. Это может создать представление о различном характере изменения функций. Особенно это опасно при построении нескольких самостоятельных графиков с одним аргументом.

Нахождение с помощью графика точек максимума и минимума. В процессе исследования часто возникает необходимость установления оптимального значения какой-либо величины путем нахождения точки максимума или минимума. Нахождение таких точек для

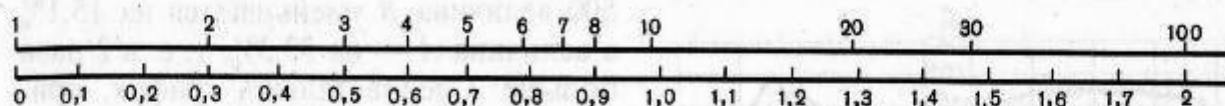


РИС. 254. ПОСТРОЕНИЕ ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ

наглядности можно изобразить графически.

Предположим, что функция c изменяется по мере увеличения аргумента b согласно данным табл. 12.

Возьмем размер графика в пределах 10×10 см. Возможный масштаб в этом случае по оси абсцисс 1:1,6, по оси ординат 1:103,5.

Принимаем масштаб соответственно 1:2 и 1:100 и наносим точки по данным табл. 12, получим график, приведенный на рис. 253, а. График получился невыразительным, на нем плохо видно, что при $b=10$ функция c имеет максимум.

Увеличим масштаб по оси ординат. Максимальный интервал изменения функции $1035 - 985 = 50$, возможный масштаб 1:5. Получим график, представленный на рис. 253, б, на котором виден весь ход изменения функции c с увеличением аргумента b и максимум функции.

Логарифмические и полулогарифмические графики. В случаях, когда построение графиков с арифметической координатной сеткой не дает нужного результата, прибегают к построению графиков с логарифмической или полуло-

гарифмической сеткой. Особенно удобно пользоваться такими графиками для изображения пропорциональных и процентных отношений.

Логарифмическими называются графики, у которых обе шкалы логарифмические. Если одна из шкал, например вертикальная, строится как логарифмическая, а другая (горизонтальная) как арифметическая, то такие графики называются полулогарифмическими.

Логарифмическую шкалу можно построить с помощью расчета или графически.

Построим на миллиметровой бумаге равномерную шкалу в масштабе 10 см и с пределами от 0 до 2 (рис. 254). Для этого сначала проградуируем эту шкалу через 0,1. Затем, принимая полученные числа за логарифмы чисел, строим шкалу как сопряженную с имеющейся. Найдем положение целых чисел на сопряженной шкале.

Зная логарифмы первых десяти чисел, можно определить логарифм любого числа, кратного десяти, зная, что логарифм произведения равен сумме логарифмов сомножителей. Так, число 2 на этой шкале поставим против 0,30 нижней шкалы; число 3 — против 0,48 и т. д.

Логарифмическую шкалу легко можно построить с применением логарифмического треугольника или, как его еще называют, с помощью метода гибкой шкалы. Используя этот метод, можно построить шкалу в пределах размеров книжной иллюстрации.

Для построения логарифмических шкал удобно пользоваться бумагой с логарифмической сеткой.

ТАБЛИЦА 12
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

b	c	b	c	b	c	b	c
1	1010	5	1030	9	1032	13	1015
2	1015	6	1025	10	1035	14	1010
3	1018	7	1030	11	1031	15	1000
4	1025	8	1032	12	1028	16	985

§ 3. Принцип построения диаграмм

Основным преимуществом диаграммы перед цифровой таблицей является ее наглядность, позволяющая очень легко и быстро ориентироваться в соотношении изображаемых величин. Наиболее распространены полосовые, столбиковые, круговые и векторные диаграммы. Особое место занимают треугольные диаграммы.

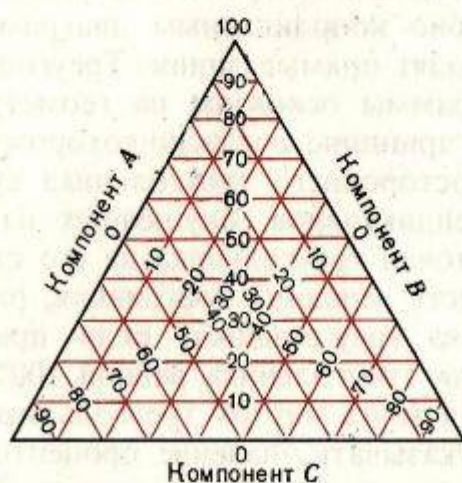


Рис. 255. ТРЕУГОЛЬНАЯ ДИАГРАММА

Полосовые и столбиковые диаграммы. Для сравнения числовых величин наиболее удобным и простым средством является изображение их в виде отрезков прямых линий или прямоугольников, которые имеют равные основания. Так как одно измерение у таких сравнительных отрезков одинаково (ширина), то сравнивать их приходится только по второму измерению (по высоте), что равносильно сравнению отрезков прямых линий. При построении таких диаграмм не требуется определять площади фигур, а достаточно ограничиться только сопоставлением линейных величин. Перед началом вычерчивания диаграммы следует выбрать масштаб шкалы. При этом следует руководствоваться следующими правилами:

- а) изображение самого большого числа данного ряда должно поместиться в пределах листа бумаги, на котором вычерчивается диаграмма;
- б) минимальный промежуток между двумя соседними делениями шкалы не должен быть меньше 0,5 мм;
- в) масштаб должен обеспечить точность нанесения данных точек.

Столбиковые диаграммы отличаются от полосовых вертикальным расположением прямоугольников. Принципы их построения аналогичны рассмотренным ранее.

Круговые диаграммы обычно применяются для изображения удельного веса составных частей целого, а также для наглядного процентного соотношения величин. Круговые диаграммы также относятся к диаграммам линейного измерения, так как площади секторов при одном и том же радиусе пропорциональны соответствующим дугам.

Для построения такой диаграммы окружность делят на сто частей, принимая площадь круга за 100%. Каждое деление соответствует 1%. Для удобства деления окружности диаметр круга следует выбирать таким образом, чтобы длина окружности выражалась числом, кратным 100, а именно 300, 400; 500 мм. Тогда один процент будет выражаться соответственно отрезками 3, 4, 5 мм.

Векторные диаграммы как разновидность круговых строятся по принципу полярных координат. Построение векторных диаграмм рассмотрим на примере изображения изменения направления ветров в какой-либо местности в течение года (роза ветров). Для этого окружность делят на 8 равных частей и обозначают направления стран света: С; СЗ; З; ЮЗ; Ю; ЮВ; В; СВ. Если по радиусам отложить в выбранном масштабе отрезки, соответствующие числу дней в году, в течение которых ветер имеет одно направление, и найденные точки соединить прямыми ли-

ниями, то получим наглядное изображение направления и длительности господствующих в данной местности ветров (см. рис. 38).

Треугольная диаграмма (рис. 255) применяется для одновременного изображения трех переменных, являющихся составными частями целого. Строят равносторонний треугольник, каждую сторону которого разбивают на равные процентные деления от 0 до 100. Параллельно сторонам треугольника, подобно координатным диаграммам, проводят прямые линии. Треугольные диаграммы основаны на геометрическом принципе, согласно которому для равностороннего треугольника сумма перпендикуляров, опущенных из любой точки треугольника на его стороны, есть величина постоянная, равная высоте треугольника. Если принять высоту треугольника равной 100%, то любая точка внутри треугольника будет указывать значение процентов от трех переменных, составляющих в сумме 100%.

ГЛАВА XI

КОМПЛЕКТНОСТЬ И ИНДЕКСАЦИЯ ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ

§ 1. Комплектность и индексация чертежей. Чертежи Технического проекта горного предприятия

Большое количество чертежей как в проектных организациях, так и на горных предприятиях, затрудняет их учет, а следовательно и поиск. Авторами предложена индексация горных чертежей для удобства их хранения, учета и отыскания. Согласно этой индексации, комплекту чертежей «Технического проекта строительства (реконструкции) горного предприятия» придается индекс 1 000 000, комплекту маркшейдерско-геологических чертежей — 200 000 и комплекту эксплуатационно-технологических чертежей — 30 000. Первая значащая цифра индекса соответствует порядку размещения предлагаемых комплектов чертежей. Число значащих цифр зависит от количества чертежей в том или ином комплекте:

Предлагаемая индексация позволяет механизировать учет чертежей и дает возможность быстро находить любые чертежи комплекта.

Чертежи Технического проекта подразделяются на собственно чертежи «Технического проекта строительства (реконструкции) горного предприятия» и рабочие чертежи.

К чертежам Технического проекта относятся чертежи, на которых показывается положение горных выработок, дается конструктивная часть технических решений, технология работ и

выявляется объем горных, строительных и монтажных работ строящегося или реконструируемого горного предприятия.

Рабочие чертежи уточняют и детализируют в каждом конкретном случае принципиальные технические проектные решения, необходимые для производства строительного-монтажных работ.

Чертежи Технического проекта и рабочие чертежи разрабатываются государственными проектными институтами на стадии проектирования горного предприятия или его реконструкции.

В основу индексации комплекта чертежей Технического проекта положен состав Технического проекта. Подробная расшифровка индексов чертежей приведена на рис. 256.

В комплект чертежей части «Геологическая и гидрогеологическая характеристики месторождения, границы и запасы поля горного предприятия» (рис. 256) «Технического проекта строительства (реконструкции) горного предприятия» в зависимости от способа разработки полезного ископаемого должны входить чертежи, указанные в табл. 13.

В комплект чертежей раздела «Горные работы» части «Технологический комплекс» Технического проекта строительства (реконструкции) горного

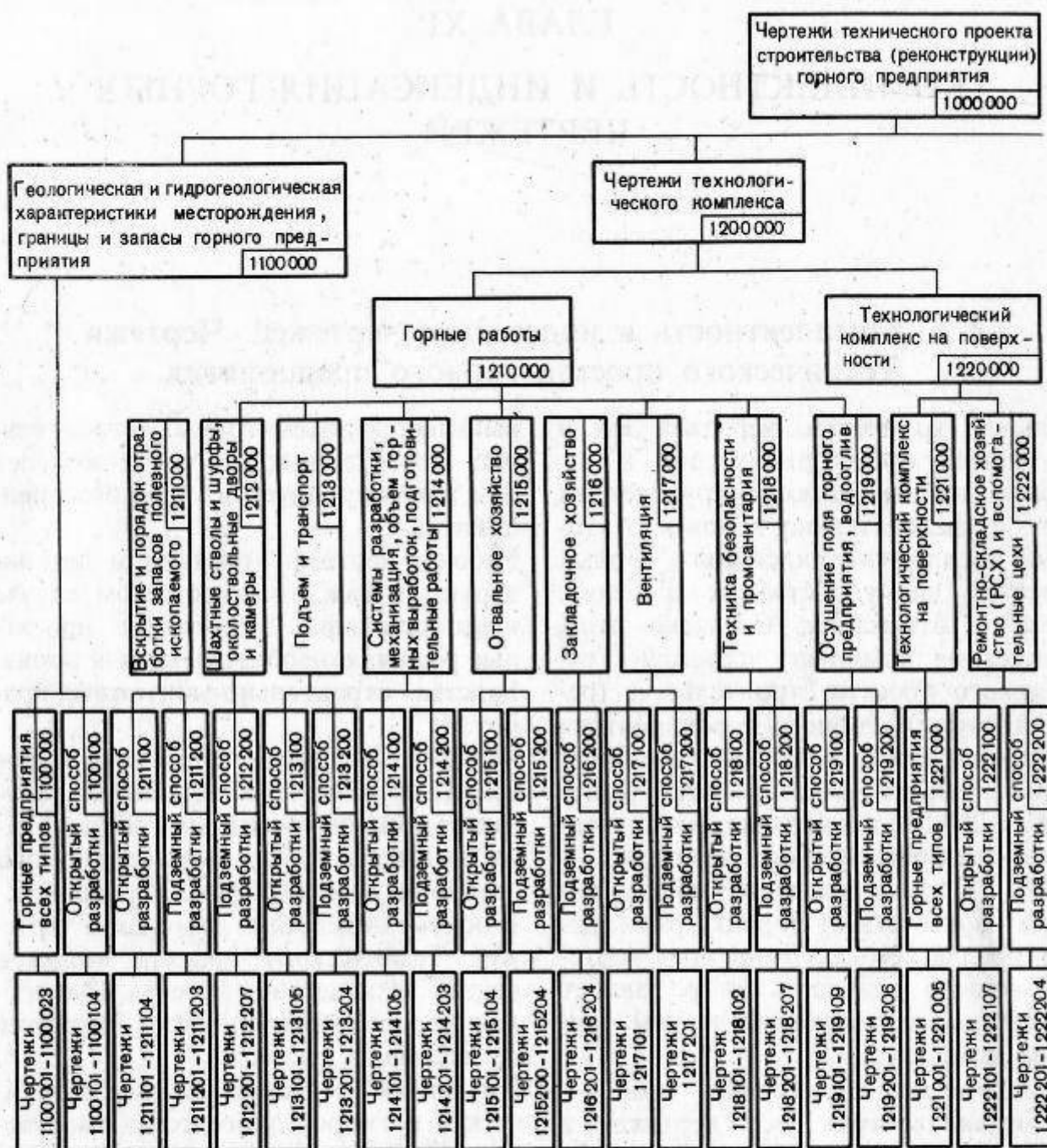


РИС. 256. КЛАССИФИКАЦИЯ И ИНДЕКСАЦИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА

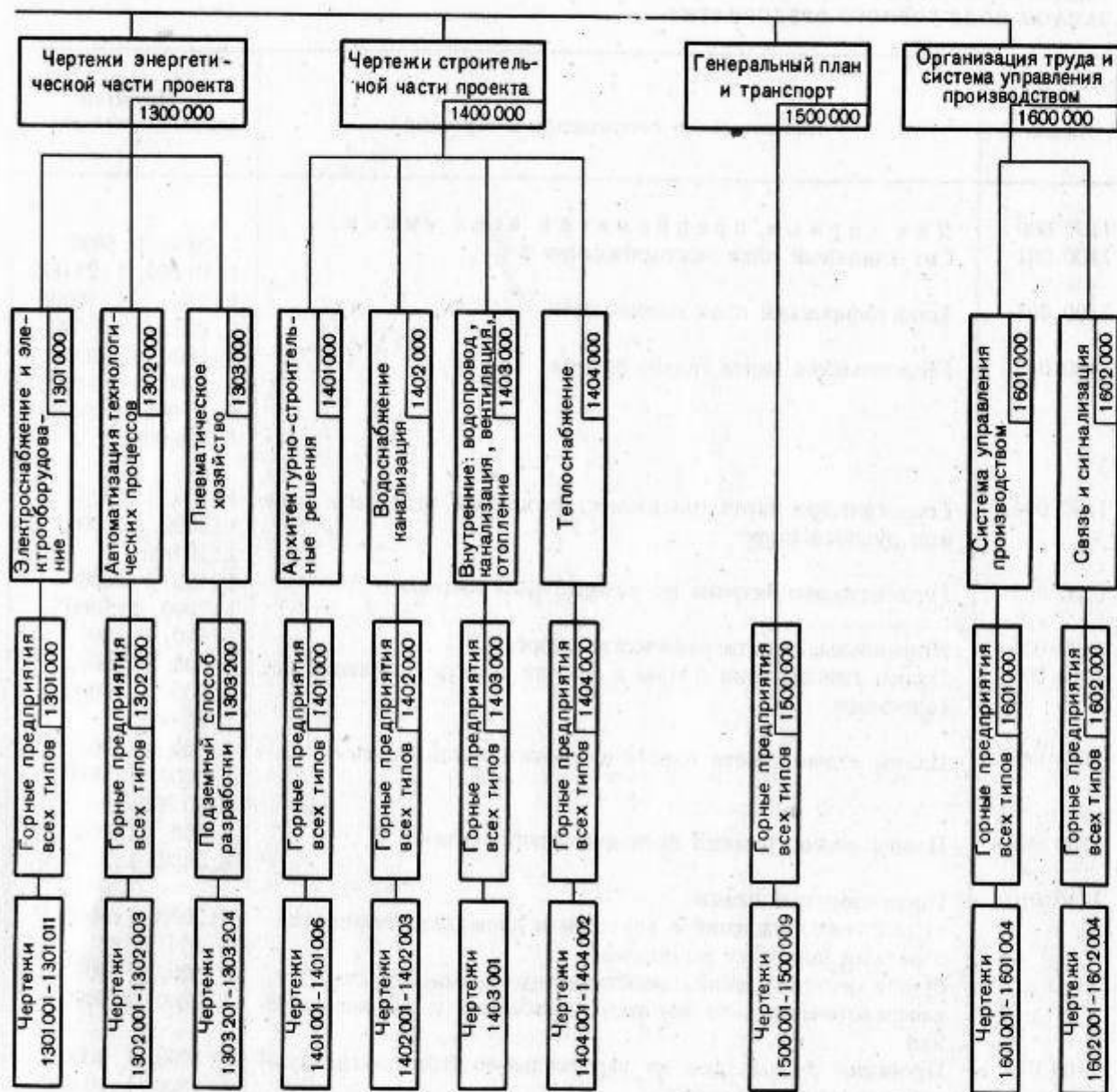
предприятия в зависимости от способа разработки полезного ископаемого входят чертежи, указанные в табл. 14.

В комплект чертежей подразделов раздела «Технологического комплекса на поверхности» Технологической части проекта горного предприятия в зависимости от проектируемого способа

разработки должны входить чертежи, указанные в табл. 15.

В комплект чертежей подразделов Энергетической части проекта горного предприятия в зависимости от проектируемого способа разработки входят чертежи, указанные в табл. 16.

В комплект чертежей подразделов Строительной части проекта горного



предприятия входят чертежи, приведенные в табл. 17.

В комплект чертежей части проекта «Генеральный план и транспорт» каждого горного предприятия входят чертежи, приведенные в табл. 18.

В комплект чертежей части проекта «Организация труда и система управления производством» каждого горно-

го предприятия должны входить чертежи, приведенные в табл. 19.

Комплект рабочих чертежей устанавливается государственными проектными институтами в зависимости от необходимости уточнения и детализации решений технического проекта строительства (реконструкции) горного предприятия

ТАБЛИЦА 13
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ ЧАСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТА «ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ
И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ, ГРАНИЦЫ
И ЗАПАСЫ ПОЛЯ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ»

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1100 000 1100 001	Для горных предприятий всех типов Ситуационный план месторождения	1:2000, 1:5000, 1:10 000, 1:25 000,
1100 002	Топографический план поверхности	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
1100 003	Геологическая карта (план) района	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000
1100 004	Геологическая карта (план) месторождения, шахтного поля или рудного поля	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 005	Геологические разрезы по разведочным линиям	1:500, 1:1000 1:2000, 1:5000
1100 006 1100 007	Нормальные стратиграфические разрезы Планы гипсометрии почвы и кровли пласта полезного ископаемого	1:500, 1:1000 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 008	Планы изомощности пласта полезного ископаемого	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 009	Планы изосодержаний полезных компонентов	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
1100 010	Погоризонтные планы: а) для месторождений с крутыми и сложозалегающими пластами полезных ископаемых б) для месторождений, представленных группой рудных тел, расседоточенных по площади, пластовых и пологих залежей	1:2000, 1:5000 1:10 000 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
1100 011	Проекции рудных тел на вертикальную (горизонтальную) или наклонную плоскость	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 012	Планы подсчета запасов полезного ископаемого	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 013	Разрезы к планам подсчета запасов полезного ископаемого	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
1100 014	Структурные карты (планы) пластов полезных ископаемых для сложноструктурных месторождений	1:2000, 1:5000 1:10 000
1100 015	Гидрогеологическая карта (план) месторождения (шахтного поля) с нанесением гидроизогипс	1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 016	Гидрогеологические карты (план) основных водоносных горизонтов и участка	1:2000, 1:5000, 1:10 000
1100 017	Карта обводненности полезного ископаемого водами подстилающих (почвы) и покрывающих (кровли) пород	1:5000, 1:10 000
1100 018	Гидрогеологические разрезы по скважинам	1:200, 1:500

Продолжение таблицы 13

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1100 019	Карты (планы) прогноза: газоносности, выбросоопасности, геотермических условий, склонности полезного ископаемого к самовозгоранию, взрывобезопасности угольной пыли (для месторождений угля). Силикозоопасность пород.	1 : 5000, 1 : 10 000, 1 : 25000
1100 020		1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10 000
1100 021	План рельефа поверхности с выходом пластов под наносы	1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10 000
1100 022	Планы прогноза устойчивости вмещающих полезное ископаемое пород с нанесением зон химического и физического выветривания	1 : 5000
1100 023	Литолого-прогнозные карты пород кровли и почвы полезного ископаемого	1 : 5000
1100 100	Для открытого способа разработки	
1100 101	План и геологические разрезы с характеристикой крепости вскрыши	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000
1100 102	План прогноза устойчивости бортов карьера и оснований внешних отвалов	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000
1100 103	План изолиний коэффициентов вскрыши	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10 000
1100 104		План изомошностей вскрыши и междупластья

ТАБЛИЦА 14
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ РАЗДЕЛА «ГОРНЫЕ РАБОТЫ»

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 211 000	Вскрытие и порядок отработки запасов полезного ископаемого	
1 211 100	Для открытого способа разработки	
1 211 101	План положения горных работ и транспортных коммуникаций на момент сдачи карьера в эксплуатацию	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000
1 211 102	Поперечные разрезы по выездным и разрезным траншеям	1 : 500, 1 : 1000
1 211 103	План положения горных работ на конец отработки карьерного поля	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000
1 211 104	Продольный и поперечный разрезы с указанием углов погашения бортов карьера	1 : 500, 1 : 1000
1 211 200	Для подземного способа разработки	
1 211 201	Схема вскрытия месторождения (шахтного поля)	Горизонтальный: 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000 Вертикальный: 1 : 1000, 1 : 2000
1 211 202	Предохранительные целики (план и разрезы)	1 : 2000
1 211 202a	Предохранительные целики для протяженных объектов (план и разрезы)	1 : 2000, 1 : 5000, 1 : 10 000

Продолжение таблицы 14

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 211 203	Календарный план развития горных работ и отработки запасов шахтного поля (по годам)	1:1000, 1:2000, 1:5000
1 212 000	Шахтные стволы и шурфы, околоствольные двory и камеры	
1 212 200	Для подземного способа разработки	
1 212 201	Сечения и армировка стволов	1:25, 1:50
1 212 202	Разрезы по вертикальным и наклонным шахтным стволам	1:100, 1:200, 1:500, 1:1000
1 212 203	Планы околоствольных дворов откаточного и вентиляционного горизонтов, блоковых стволов и др.	1:100, 1:200, 1:500
1 212 204	Профили откаточных и вентиляционных выработок	Горизонтальный: 1:500, 1:1000, 1:2000 Вертикальный: 1:50, 1:100, 1:200
1 212 205	Сечения выработок	1:25, 1:50
1 212 206	Основные камеры (при отсутствии типовых проектов)	1:50, 1:100
1 212 207	Таблицы объемов горных выработок околоствольных дворов	
1 213 000	Подъем и транспорт	
1 213 100	Для открытого способа разработки	
1 213 101	Планы железнодорожных станций карьера	1:500, 1:1000
1 213 102	Планы и продольные профили технологических железнодорожных путей, автомобильных дорог, трасс конвейерных дорог на горном предприятии	Горизонтальный: 1:2000, 1:5000, 1:10 000 Вертикальный: 1:200, 1:500, 1:1000
1 213 103	Поперечные профили земляного полотна железнодорожных путей, конструктивные профили автодорог или конвейерного транспорта	1:200
1 213 104	Чертежи узлов конвейерного транспорта	1:200, 1:500
1 213 105	Схема питания и секционирования контактной сети (с размещением тяговых подстанций и РИ)	Без масштаба
1 213 200	Подземный способ разработки	
1 213 201	Схемы подземных установок, главного, вспомогательного, вентиляционного и блоковых стволов (планы и разрезы)	Без масштаба
1 213 202	Схема расстановки оборудования конвейерного транспорта	Без масштаба
1 213 203	Чертежи узлов конвейерного транспорта	1:100
1 213 204	Схема СЦБ с таблицей маршрутов, спецификаций оборудования и кабельной продукции	Без масштаба
1 214 000	Системы разработки, механизация, объем горных выработок, подготовительные работы	
1 214 100	Для открытого способа разработки	
1 214 101	Положение горных работ, транспортных коммуникаций и механизмов при освоении проектной мощности карьера	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1 214 102	Календарный план выемки полезного ископаемого и вскрыши (на первые 10 лет — по годам, на последующие годы — по десятилетиям)	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1 214 103	Разрезы к календарному плану горных работ или поперечные и продольные профили откаточных горизонтов	1:1000, 1:2000
1 214 104	Погоризонтные планы к календарному плану горных работ (при крутых залежах полезного ископаемого)	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000

Продолжение таблицы 14

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 214 000	Элементы системы разработки, буровзрывные, выемочно-грузочные работы	
1 214 200	Для подземного способа разработки	
1 214 201	Системы разработки с указанием схем грузопотоков и размещением транспортного оборудования	1:500, 1:1000, 1:2000
1 214 202	График организации работ в очистных забоях	—
1 214 203	Планы горных выработок на момент сдачи шахты в эксплуатацию и при достижении проектной мощности шахты с указанием очистных и подготовительных забоев, транспортных путей, стрелочных переводов, механизмов, вентиляционных устройств и т. д.	
1 215 000	Отвальное хозяйство	
1 215 100	Для открытого способа разработки	
1 215 101	План расположения внешних отвалов и транспортных коммуникаций (может быть совмещен с положением горных работ)	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1 215 102	Календарный план отсыпки отвалов	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1 215 103	Разрезы к календарному плану отсыпки отвалов	1:500, 1:1000, 1:2000
1 215 104	Календарный план восстановления нарушенных площадей	1:5000, 1:10 000
1 215 200	Для подземного способа разработки (калийная промышленность)	
1 215 201	План расположения отвалов для складирования отходов калийных фабрик	1:1000, 1:2000
1 215 202	Схема расстановки конвейерных линий и расположения оборудования на отвалах	Без масштаба
1 215 203	Календарный план отсыпки отвалов	1:1000, 1:2000, 1:5000
1 215 204	План отвалов и защиты гидрографической сети от загрязнения рассолами	1:2000, 1:5000
1 216 000	Закладочное хозяйство	
1 216 200	Для подземного способа разработки	
1 216 201	Схема закладочных трубопроводов для подачи пульпы в шахту и обратной откачки отработанной воды (рассолов) с расстановкой оборудования	
1 216 202	План и разрезы насосных камер гидрозакладочного комплекса	1:50, 1:100
1 216 203	Календарный график закладки выработанного пространства	—
1 216 204	Сечения и армировка выработок для закладки	1:25, 1:50
1 217 000	Вентиляция	
1 217 100	Для открытого способа разработки	
1 217 101	Схема проветривания глубоких карьеров с расположением вентиляционных установок	1:5000, 1:10 000
1 217 200	Для подземного способа разработки	
1 217 201	Схема вентиляции с указанием всех вентиляционных устройств и значений депрессий вентиляционных струй по периодам освоения месторождения	Без масштаба
1 218 000	Техника безопасности и промсанитария	
1 218 100	Для открытого способа разработки	
1 218 101	Схема укрепления бортов карьера	
1 218 102	Схема комплексного пылеподавления в карьере	

Продолжение таблицы 14

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1218200	Для подземного способа разработки	Без масштаба
1218201	Схема расположения сланцевых заслонов	
1218202	Схема дегазации пластов и сближенных пластов	
1218203	Схема сетей подземного водоснабжения с обозначением расположения противопожарных устройств, складов, мостов и пр.	
1 218 204	Схема заилочных пульпопроводов	Без масштаба
1 218 205	Схема охлаждения воздуха	То же
1 218 206	Холодильная установка	1:50
1 218 207	Вакуум-насосная станция дегазации	1:50
1 219 000	Осушение поля горного предприятия, водоотлив	
1 219 100	Для открытого способа разработки	
1 219 101	План расположения дренажных выработок (устройств)	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1 219 102	Продольный профиль дренажных штреков	Горизонтальный: 1:1000, 1:2000, 1:5000 Вертикальный: 1:500, 1:1000
1 219 103	Схема околоствольного двора с сечением выработок	1:200
1 219 104	Насосная камера	1:50
1 219 105	Конструкция дренажных устройств	1:200, 1:500
1 219 106	Схема водоотвода и водоотлива в карьере	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000
1 219 107	Осушение внутренних отвалов	Горизонтальный: 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000 Вертикальный: 1:100, 1:200, 1:500
1 219 108	План расположения нагорных и водоотводных канав (может быть совмещен с положением горных работ и транспортных коммуникаций)	1:1000, 1:2000, 1:5000
1 219 109	Продольные профили водоотводных канав	Горизонтальный: 1:1000, 1:2000, 1:500 Вертикальный: 1:100, 1:200, 1:500
1 219 200	Для подземного способа разработки	
1 219 201	Общая схема водоотлива	1:1000, 1:2000, 1:5000
1 219 202	План расположения водопоглощающих, наблюдательных и опытно-разведочных скважин на период освоения проектной мощности	1:200, 1:500
1 219 203	Конструкция дренажных устройств	
1 219 204	План водоотводов от водопонижающих скважин на поверхности	1:5000, 1:10 000
1 219 205	Главная водоотливная установка, план, разрезы и спецификация (при отсутствии типовой)	1:50, 1:100
1 219 206	Планы с указанием границ затопленных выработок, барьерных целиков около них и границ безопасного ведения горных работ	1:2000, 1:5000, 1:10 000

ТАБЛИЦА 15
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ РАЗДЕЛА «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС НА ПОВЕРХНОСТИ»

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 221 000	Технологический комплекс на поверхности	
1 221 000	Для горных предприятий всех типов	
1 221 001	Ситуационный план сооружений технологического комплекса поверхности	1:500, 1:1000
1 221 002	Разрезы к ситуационному плану	1:200, 1:500
1 221 003	Монтажные чертежи узлов технологического комплекса. Планы и разрезы	1:50, 1:100, 1:200
1 221 004	Чертежи погрузочных и разгрузочных устройств	1:50, 1:100
1 221 005	Схема цепи аппаратов	Без масштаба
1 222 000	Ремонтно-складское хозяйство и вспомогательные цехи	
1 222 100	Для открытого способа разработки	
1 222 101	Принципиальная схема силовых цепей и цепей управления испытательной станции	То же
1 222 102	Принципиальная схема технологических трубопроводов	»
1 222 103	Экипировочное депо и пункт техосмотра вагонов. План расположения оборудования, разрезы	1:200
1 222 104	Склад горюче-смазочных материалов с топливозаправочным пунктом. План расположения оборудования	1:200
1 222 105	Тракторно-бульдозерная база. План расположения оборудования	1:200
1 222 106	Гараж-стоянка автотранспорта. План здания и разрез	1:200
1 222 107	Монтажно-путевой двор со звеносборочной базой. План расположения оборудования, разрез	1:200
1 222 200	Для подземного способа разработки	
1 222 201	План гаража автотракторного транспорта. Планировка оборудования	1:100, 1:200
1 222 202	Планировка склада крепежных материалов	1:200, 1:500
1 222 203	Чертежи ремонтно-механических мастерских	1:100, 1:200
1 222 204	Чертежи электромеханических мастерских	1:100, 1:200

ТАБЛИЦА 16
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 301 000	Электроснабжение и электрооборудование	
1 301 000	Для горных предприятий всех типов	
1 301 001	Схема-план внешнего электроснабжения горного предприятия (на общем ситуационном плане)	Без масштаба
1 301 002	План и разрезы главных понизительных подстанций с напряжением 35 кВ и выше	1:200
1 301 003	Однолинейная схема электрических соединений указанием размещения релейных защит, автоматики и измерительных приборов (для подстанций напряжением 35 кВ и выше)	Без масштаба

Продолжение таблицы 16

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 301 004	Принципиальная схема релейной защиты силовых трансформаторов (для подстанций напряжением 35 кВ и выше)	То же
1 301 005	План трассы ВЛ с согласованиями (для воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше)	1:2000, 1:5000
1 301 006	Профиль трассы с предварительной расстановкой опор (для воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше)	Горизонтальный: 1:2000, 1:5000 Вертикальный: 1:200, 1:500
1 301 007	Принципиальная схема плавки гололеда на проводах и трассе ВЛ (для воздушных линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше)	Без масштаба
1 301 008	Принципиальная схема электроснабжения горных работ	То же
1 301 009	План силовых сетей напряжением 6 кВ в карьере (шахте)	1:5000, 1:10 000
1 301 010	Принципиальная схема электроснабжения промплощадки	Без масштаба
1 301 011	Планы силовых и осветительных сетей промплощадки	1:500
1 302 000	Автоматизация технологических процессов	
1 302 000	Для горных предприятий всех типов	
1 302 001	Структурные функциональные схемы управления и технологического контроля автоматизируемых объектов	Без масштаба
1 302 002	Схема потока добычи и блокировочных зависимостей для технологического комплекса	То же
1 302 003	Принципиальные схемы управления для каждого объекта (в случае нетиповых решений)	»
1 303 000	Пневматическое хозяйство	
1 303 200	Для подземного способа разработки	
1 303 201	Схема подземной и поверхностной воздухопроводной сети с размещением механизмов (план сети, спецификации)	»
1 303 202	Камеры маслоотводителей (план и разрезы)	1:50, 1:100
1 303 203	Перфораторная камера (план и разрезы)	1:50, 1:100
1 303 204	Компрессорная станция (план, разрез) с размещением оборудования и спецификацией механической и электрической частей	1:100

ТАБЛИЦА 17
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 401 000	Архитектурно-строительные решения	
1 401 001	Общие проекции и схемы надшахтных сооружений (надшахтных копров, башенных копров, надшахтных и машинных зданий и др.)	1:100, 1:200, 1:400, 1:500
1 401 002	Общие проекции и схемы специальных зданий и сооружений (бункеров, шахтных складов, подъемников, конвейерных галерей и др.)	1:100, 1:200, 1:400, 1:500

Продолжение таблицы 17

Индекс	Наименование подразделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 401 003	Общие проекции и схемы инженерных сооружений общепромышленного значения на промплощадках шахт и карьеров (мостов, путепроводов, тоннелей, резервуаров и др.)	1:100, 1:200, 1:400, 1:500
1 401 004	Общие проекции и схемы вспомогательно-производственных зданий	1:100, 1:200, 1:400, 1:500
1 401 005	Общие проекции и схемы зданий	1:100, 1:200, 1:400, 1:500
1 401 006	Общие проекции и схемы зданий административно-бытового назначения	1:100, 1:200
1 402 000	Водоснабжение и канализация	
1 402 001	Трассы внешних магистральных сетей и узлов сооружений (указываются на ситуационном плане)	1:5000, 1:10 000, 1:25 000
1 402 002	Трассы внутриплощадочных сетей и местоположение сооружений (указываются с диаметрами и длинами трубопроводов на сводном плане инженерных сетей)	1:500, 1:1000, 1:2000
1 402 003	Планы сооружений в одну линию или паспорта применяемых типовых проектов	1:100, 1:200
1 402 003	Примечание. При реконструкции шахт на ситуационном плане инженерных сетей показываются существующие и проектируемые сети и сооружения	
1 403 000	Внутренние водопровод, канализация, отопление и вентиляция	
1 403 000	Горные предприятия всех типов	
1 403 001	Планы основных производственных зданий с нанесением на них в одну линию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, водопровода и канализации	1:50, 1:100
1 404 000	Теплоснабжение	
1 404 000	Горные предприятия всех типов	
1 404 001	План и основной разрез с указанием основного оборудования калориферной	1:50, 1:100, 1:200
1 404 002	Трассы тепловых сетей (указываются на сводном плане инженерных сетей)	1:100, 1:200, 1:500, 1:1000

ТАБЛИЦА 18
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА
«ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН И ТРАНСПОРТ»

Индекс	Наименование части проекта и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 500 000	Генеральный план и транспорт	
1 500 000	Для горных предприятий всех типов	
1 500 001	Ситуационный план района	1:5000, 1:10 000, 1:25 000
1 500 002	Генеральный план промплощадки с указанием: а) привязки строительной сетки к геодезическому обоснованию	1:5000, 1:10 000, 1:25 000

Продолжение таблицы 18

Индекс	Наименование части проекта и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 500 003	б) вертикальной планировки площадки строительства в проектных (красных) горизонталях в) размещения промышленных и бытовых зданий и сооружений и их блокировки г) размещения искусственных сооружений водоотвода д) внутриплощадочных проездов с координацией основных проездов е) инженерных коммуникаций на промплощадке ж) озеленения промплощадки Продольные профили подъездного железнодорожного пути	1:500, 1:1000, 1:2000 Горизонтальный: 1:5000, 1:10 000 Вертикальный: 1:500, 1:1000
1 500 004	План железнодорожных станций	1:1000, 1:2000
1 500 005	План железнодорожной станции, примыкающей к путям МПС	1:500, 1:1000, 1:2000
1 500 006	Характерные поперечные профили	1:100, 1:200
1 500 007	Планы и схемы отдельных нетиповых сооружений и узлов транспорта и искусственных сооружений	1:100, 1:200
1 500 008	Схематический план станций и сигнализация	Без масштаба
1 500 009	Таблица маршрутов	—

ТАБЛИЦА 19
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА «ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ПРОИЗВОДСТВОМ»

Индекс	Наименование разделов и чертежей	Масштаб (один из указанных)
1 601 000	Система управления производством	
1 601 001	Скелетная схема диспетчерской службы	Без масштаба
1 601 002	Скелетная схема диспетчеризации	То же
1 601 003	Расположение оборудования в помещении диспетчера горного предприятия	1:50
1 601 004	Принципиальная схема диспетчеризации	Без масштаба
1 602 000	Связь и сигнализация	
1 602 001	Скелетная схема производственно-технологической и диспетчерской связи	То же
1 602 002	Скелетная схема комплексной телефонной связи	»
1 602 003	Схема внешних линий связи	»
1 602 004	Планы телефонных сетей на промплощадке и в шахте (разрезы), совмещенные с генпланами промплощадок и положениями горных работ	1:500, 1:1000, 1:200, 1:5000

§ 2. Комплектность маркшейдерско-геологических чертежей

В основу индексации маркшейдерско-геологических чертежей положена классификация чертежей, принятая в технической инструкции по производству маркшейдерских работ. Принятая индексация для маркшейдерско-геологических чертежей ни в коем случае не может заменить номенклатуру планов и карт. Классификация и индекса-

ция маркшейдерско-геологических чертежей приведена на рис. 257.

В комплект чертежей земной поверхности каждого горного предприятия должны входить чертежи, указанные в табл. 20.

В комплект чертежей горных выработок горных предприятий должны входить чертежи, указанные в табл. 21.

ТАБЛИЦА 20
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)	Высота сечения рельефа, м
211 000	Рельеф и ситуация земной поверхности		
211 001	План земной поверхности территории экономической заинтересованности горного предприятия	1:1000, 1:2000, 1:5000	0,5; 1,0; 0,5 1,0; 2,0; 1,0 1,0; 5,0
211 002	План застроенной части земной поверхности (города, поселка)	1:2000, 1:5000	0,5; 1,0
211 003	План промплощадки	1:500, 1:1000	0,25; 0,5 0,5
211 004	План породных отвалов (для карьеров и приисков)	1:2000, 1:5000	—
211 005	Планы участков земной поверхности, отведенных под склады полезного ископаемого или хранилища отходов обогатительных фабрик	1:200, 1:500, 1:1000	0,25 0,25; 0,50 0,50
211 006	Картограмма расположения планшетов съемки земной поверхности	1:10 000, 1:25 000	—
212 000	Опорная и съемочная сети		
212 001	План расположения пунктов маркшейдерской опорной и съемочной сети на земной поверхности	1:5000, 1:10 000, 1:25 000	— — —
212 002	План расположения пунктов разбивочной сети, осевых пунктов разбивочной сети и осевых пунктов шахтных стволов	1:200, 1:500, 1:1000	— — —
212 003	Кроки и схемы конструкции реперов и пунктов	Без масштаба	—
213 000	Отводы горного предприятия		
213 001	План горного и земельного отводов горного предприятия и разрезы к ним	1:1000, 1:2000, 1:5000	— — —

Примечания:

1. При составлении плана земной поверхности полигонов (211 001) для приисков обязателен масштаб 1:2000, в случае необходимости разрешается дополнительно составлять план 211 001 в масштабе 1:10 000 или 1:25 000.

2. При большом числе устьев скважин (различного назначения) на земной поверхности (Подмосковный угольный бассейн) разрешается их на плане 211 001 не изображать. В этом случае дополнительно должен составляться план расположения устьев скважин на земной поверхности территории экономической заинтересованности горного предприятия.

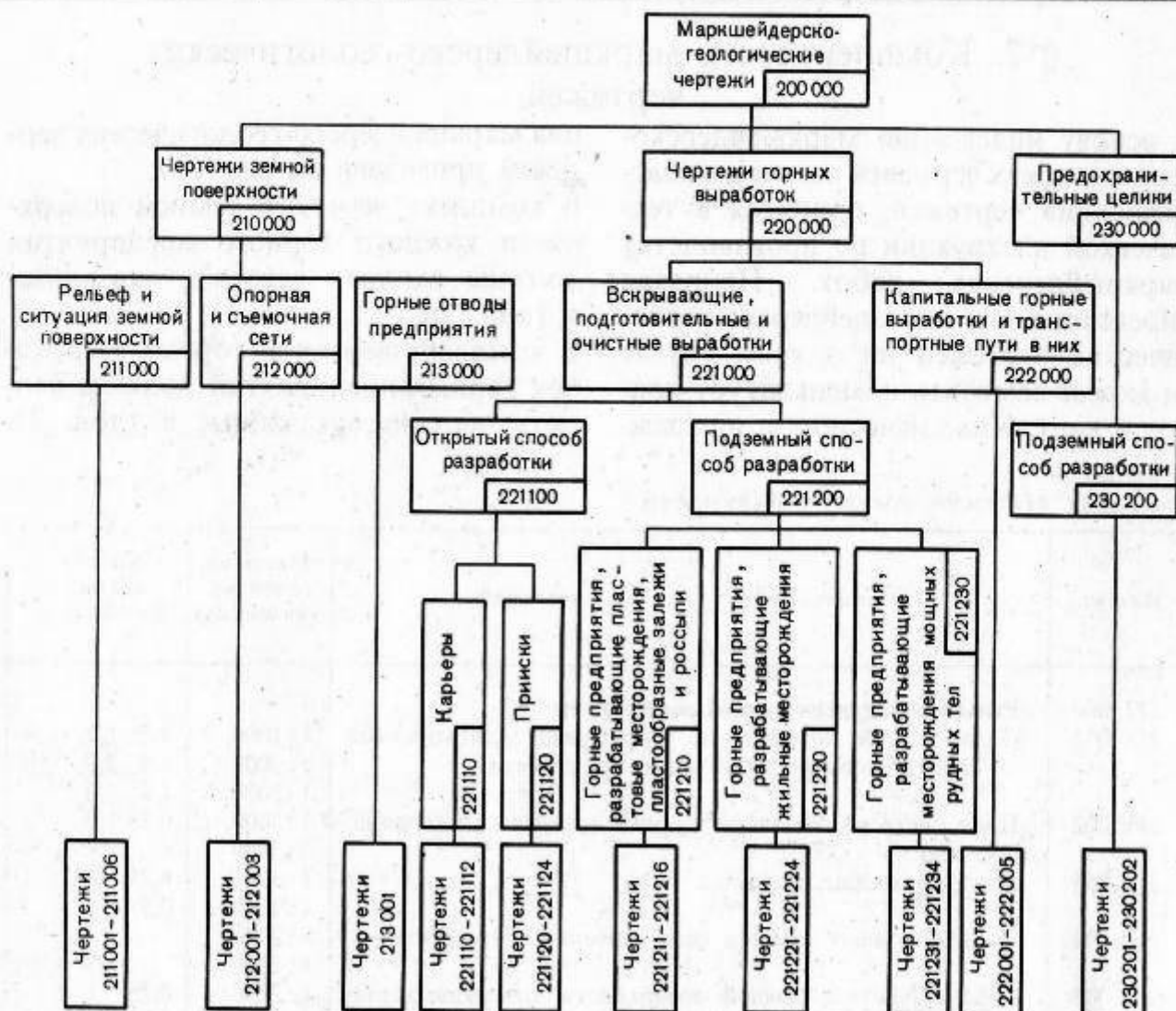


РИС. 257. КЛАССИФИКАЦИЯ И ИНДЕКСАЦИЯ МАРКШЕЙДЕРСКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

ТАБЛИЦА 21
КОМПЛЕКТ ЧЕРТЕЖЕЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)
221 000 221 100	Вскрытие, подготовка и разработка месторождения Для открытого способа разработки	
	<i>Карьеры</i>	
221 110	Планы горных выработок по горизонтам горных работ	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000
221 111	Разрезы горных выработок (вкост простираия пласта или по поперечным направлениям, приуроченным к разведочным линиям)	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000
221 112	Картограмма расположения планшетов съемки горных выработок	1 : 10 000, 1 : 25 000

Продолжение таблицы 21

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)
	<i>Прииски</i>	
221 120	Планы горных выработок полигонов	1:2000
221 121	Оперативные планы горных выработок полигонов	1:500, 1:1000
221 122	Разрезы горных выработок полигонов (поперек и вдоль россыпи), приуроченных к разведочным линиям	Горизонтальный: 1:1000, 1:2000 Вертикальный: в 10 раз крупнее горизонтального
221 123	Вертикальные разрезы по направлению подвигания фронта работ	1:500, 1:1000
221 124	Картограмма расположения планшета съемки горных выработок полигонов	1:10 000, 1:25 000
221 200	Для подземного способа разработки	
221 210	<i>Горные предприятия, разрабатывающие пластовые месторождения, пластообразные залежи и россыпи</i>	
221 211	Планы горных выработок по каждому пласту, пластообразной залежи независимо от углов их падения и мощности	1:1000, 1:2000
221 212	Планы горных выработок по каждому слою при разделении мощных пластов на слои, параллельные напластованию	1:1000, 1:2000
221 213	Проекция горных выработок на вертикальную плоскость по каждому пласту с углами падения 60° и более	1:1000, 1:2000
221 214	План горных выработок по основным (транспортным) горизонтам горных работ при разработке свиты крутых пластов	1:2000, 1:5000
221 215	Разрезы вкрест простирания, приуроченные к основным вскрывающим выработкам	1:1000, 1:2000
221 216	Картограмма расположения планшетов съемки горных выработок по пластам	1:1000
221 220	<i>Горные предприятия, разрабатывающие жильные месторождения</i>	
221 221	Планы горных выработок по основным (транспортным) горизонтам горных работ	1:1000, 1:2000
221 222	Проекция горных выработок на вертикальную плоскость по каждой жиле	1:1000, 1:2000
221 223	Разрезы вкрест простирания, приуроченные к основным вскрывающим выработкам	1:1000, 1:2000
221 224	Картограмма расположения планшетов съемки горных выработок по основным (транспортным) горизонтам	1:5000
221 230	<i>Горные предприятия, разрабатывающие месторождения мощных рудных тел</i>	
221 231	Планы горных выработок по основным (транспортным) горизонтам горных работ	1:1000; 1:2000
221 232	Планы горных выработок по каждому горизонту очистного блока	1:500, 1:1000
221 233	Поперечные и продольные разрезы по блокам и проекция на вертикальную плоскость	1:500, 1:1000, 1:2000
221 234	Картограмма расположения планшетов горных выработок по основным (транспортным) горизонтам	1:5000, 1:10 000

Продолжение таблицы 21

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)
222 000	Капитальные горные выработки и транспортные пути в них Для горных предприятий всех типов	
222 001	Разрезы по вертикальным и наклонным шахтным стволам	1 : 200, 1 : 500
222 002	Профили стенок и армировки шахтных стволов	Вертикальный: 1 : 100, 1 : 200 Горизонтальный: 1 : 10, 1 : 20
222 003	Планы околоствольных горных выработок	1 : 500
222 003	Планы дренажных горных выработок (для карьеров)	1 : 1000, 1 : 2000
222 004	Продольные профили рельсовых путей в откаточных горных выработках (для шахт)	Горизонтальный: 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000 Вертикальный: 1 : 50, 1 : 100, 1 : 200
222 004	Продольные профили железнодорожных, автомобильных, троллейвозных и подвесных канатных дорог (для карьеров)	Горизонтальный: 1 : 2000 Вертикальный: 1 : 200
222 005	Продольные профили руслоотводных, водозаводных и других капитальных траншей и канав (для приисков)	Горизонтальный: 1 : 1000 Вертикальный: 1 : 100
230 000	Предохранительные целики	
230 200	Для подземного способа разработки	
230 201	Планы и разрезы к расчету предохранительных целиков под зданиями, сооружениями и природными объектами	Не мельче 1 : 2000; для протяженных объектов не мельче 1 : 10 000
230 202	Барьерные целики между шахтными полями с указанием границ безопасного ведения горных работ у затопленных горных выработок	Не мельче 1 : 2000

Примечание. При необходимости на основе планов горных выработок по горизонтам горных работ составляются сводный план горных выработок в масштабе 1 : 1000, 1 : 2000 или 1 : 5000.

§ 3. Комплектность эксплуатационно-технологических чертежей

В основу классификации эксплуатационно-технологических чертежей положены способ разработки месторождений и технология производственных процессов. На эксплуатационно-технологических чертежах отображают состояние горных работ.

В комплект эксплуатационно-технологических чертежей (рис. 258) каждого горного предприятия, разрабатывающего твердое полезное ископаемое, в зависимости от способа разработки должны входить чертежи, указанные в табл. 22.

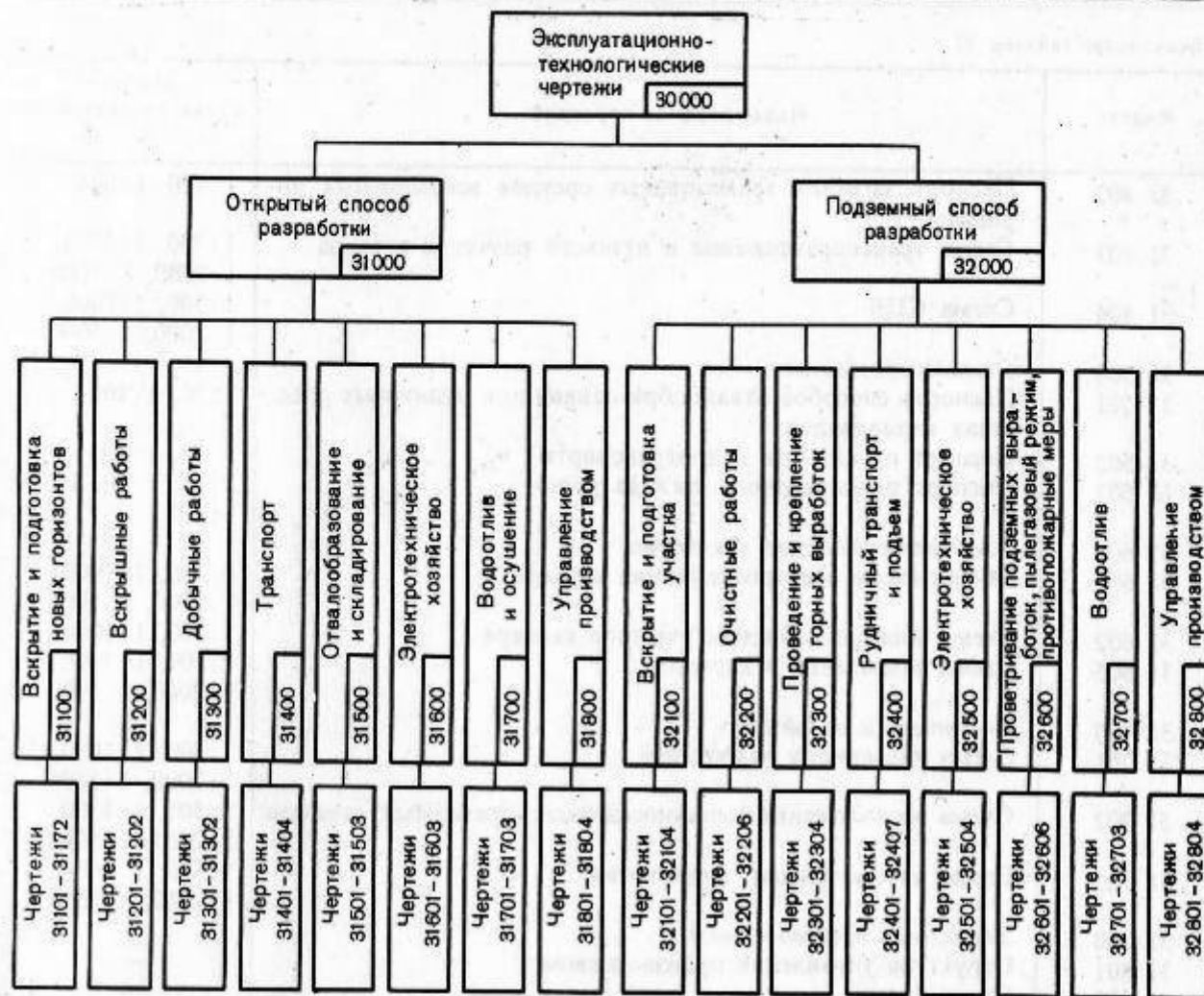


РИС. 258. КЛАССИФИКАЦИЯ И ИНДЕКСАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

ТАБЛИЦА 22
КОМПЛЕКТ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)
31 100 31 100	Для открытого способа разработки Вскрытие и подготовка новых горизонтов	1 : 500, 1 : 1000, 1 : 2000, 1 : 5000
31 101 31 102	Паспорта проведения траншей буровзрывным способом Паспорта проведения траншей экскаваторным способом	1 : 50, 1 : 200, 1 : 500 1 : 25, 1 : 50, 1 : 200, 1 : 500
31 200	<i>Вскрышные работы</i>	
31 201	Типовой проект буровзрывных работ во вскрышных забоях	1 : 25, 1 : 50
31 202	Паспорта забоев вскрышного экскаватора	1 : 50, 1 : 100, 1 : 200
31 300	<i>Добычные работы</i>	
31 301	Типовой проект буровзрывных работ в добычных забоях	1 : 50, 1 : 200
31 302	Паспорта добычных забоев	1 : 50, 1 : 100, 1 : 200
31 400	<i>Транспорт</i>	
31 401	Паспорт загрузки сырой руды в транспортные сосуды	1 : 50, 1 : 100, 1 : 200

Продолжение таблицы 22

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)
31 402	Паспорт загрузки транспортных сосудов вскрышными породами	1:100, 1:200
31 403	Схема транспортирования и путевого развития карьера	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 404	Схема СЦБ	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 500	<i>Отвалообразование</i>	
31 501	Паспорта способов отвалообразования при рудничных средствах механизации	1:50, 1:100
31 502	Паспорт отвала при гидротранспорте	1:50, 1:100
31 503	Паспорт прикарьерного склада руды	1:25, 1:50, 1:100, 1:200
31 600	<i>Электротехническое хозяйство</i>	
31 601	Общая схема электроснабжения карьера	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 602	Схема электроснабжения участков карьера	1:500, 1:1000
31 603	Схема заземления в карьере	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 700	<i>Водоотлив и осушение</i>	
31 701	Схема карьерного водоотлива	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 702	Схема расположения водопонижающих (дренажных) скважин	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 703	Схема автоматизации водоотлива	1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000
31 800	<i>Управление производством</i>	
31 801	Структура управления производством	—
31 802	Схема связи	—
31 803	Схема диспетчерского управления	—
31 804	Схема централизованного управления механизмами	—
32 100	Для подземного способа разработки	
32 100	<i>Вскрытие и подготовка участка</i>	
32 101	Проект вскрытия участка	1:1000, 1:2000
32 102	Схема подготовки участка	1:1000
32 103	Календарные планы развития горных работ (годовые)	1:1000
32 104	Календарные планы развития горных работ (пятилетние)	1:1000, 1:2000
32 200	<i>Очистные работы</i>	
32 201	Система разработки	1:500
32 202	Технологическая схема комплексной механизации очистных работ	1:1000, 1:2000
32 203	Паспорт управления кровлей и крепления очистной выработки	1:50
32 204	Паспорт буровзрывных работ в очистном забое	1:50
32 205	Паспорт крепления сопряжения очистной выработки (лавы) со штреком	1:25, 1:50
32 206	Проект погашения целиков	1:1000
32 300	<i>Проведение и крепление горных выработок</i>	
32 301	Технологические схемы комплексной механизации проведения горных выработок	1:100
32 302	Паспорт крепления подготовительных выработок	1:50
32 303	Паспорт буровзрывных работ при проведении подготовительных выработок	1:50

Продолжение таблицы 22

Индекс	Наименование чертежей	Масштаб (один из указанных)
32 304	Проект восстановления или капитального ремонта горных выработок	1:50
32 400	<i>Рудничный транспорт и подъем</i>	
32 401	Схема транспорта полезного ископаемого, материалов и оборудования	1:1000, 1:2000
32 402	Схема главных откаточных путей внутришахтного транспорта	1:1000, 1:2000
32 403	Схема конвейерного транспорта шахты (панелей, этажей, участков)	1:1000
32 404	Схемы автоматизированного управления внутренним транспортом (конвейерными линиями, лебедками и электровозами на погрузочных пунктах)	1:1000
32 405	Схема транспорта закладочного материала	1:1000
32 406	Схема гидротранспорта (на гидрошахтах)	1:1000
32 407	Схема водоводов высокого давления (на гидрошахтах)	1:1000
32 408	Схема транспорта полезного ископаемого, материалов и оборудования на поверхности	1:1000
32 409	Схема транспорта породы на поверхности и расположения породных отвалов	1:5000, 1:10 000
32 410	Паспорт подъемной машины (лебедки) и редуктора	Без масштаба
32 411	Детальная схема тормозного устройства	То же
32 412	Коммутационная схема подъемной машины	»
32 413	Схема парашютных устройств	»
32 500	<i>Электротехническое хозяйство</i>	
32 501	Общая принципиальная схема подземного электроснабжения шахты	»
32 502	Схема подземной кабельной сети, нанесенной на план горных работ каждого пласта, горизонта с указанием расположения электрооборудования	1:1000, 1:2000
32 503	Схема электроснабжения участка, нанесенная на план горных работ	1:1000
32 504	Схема заземляющей сети в шахте	Без масштаба
32 600	<i>Проветривание подземных выработок, пылегазовый режим, противопожарные мероприятия</i>	
32 601	План ликвидации аварий, включающий в себя: а) вентиляционный план б) план поверхности шахтного (рудничного) поля	1:2000, 1:5000 1:2000, 1:5000 1:10 000
32 602	в) схему электроснабжения Вентиляционные планы и схемы вентиляционных соединений шахт в аффинных и аксонометрических проекциях	Без масштаба 1:2000, 1:5000
32 603	Схема дегазаций	1:1000, 1:2000
32 604	Совмещенная схема противопожарного водопровода и водопровода для орошения с целью пылеподавления с указанием всех пунктов переключения трубопроводов	1:1000, 1:2000
32 605	Схема нагнетания воды в пласт для пылеподавления и других целей	1:100, 1:200
32 606	Схема пульпопроводов (для заилвки)	1:1000, 1:2000
32 700	<i>Водоотлив</i>	
32 701	Схема водоотлива (главного и участковых)	1:1000

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дальнейшее развитие техники и технологии горного производства в черной и цветной металлургии, угольной и горно-химической промышленности, промышленности строительных материалов требует совершенствования графического аппарата, применяемого при проектировании, строительстве и эксплуатации горных предприятий.

Основные направления этого совершенствования:

максимальная унификация принципов выполнения графической документации;

разработка и регламентация наиболее выразительных и наименее трудоемких по выполнению графических обозначений и условных знаков;




разработка графических методов решения горно-технологических и организационно-экономических задач;

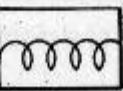



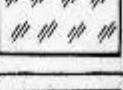
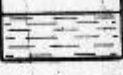
дальнейшая механизация и автоматизация процесса выполнения горных чертежей, особенно чертежей, отличающихся большой сложностью построений.

Успешное решение этих задач обеспечит повышение качества проектирования и культуры ведения горных работ, улучшит условия для обмена информацией и будет способствовать совершенствованию горного образования.




ПРИЛОЖЕНИЯ

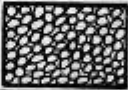


ПРИЛОЖЕНИЕ 1
ОБОЗНАЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

Материалы	Условное обозначение
1. Металлы	
2. Неметаллические материалы, за исключением указанных ниже	
3. Древесина:	
а) поперек волокон	
б) вдоль волокон	
4. Фанера	
5. Ксилолит, плиты древесно-стружечные, древесно-волокнистые, столярные	

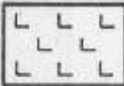
Материалы	Условное обозначение
6. Волокнистые материалы (вата, стекловата, войлок и т. п.)	
7. Бетон:	
а) неармированный	
б) армированный	
8. Кладка из кирпича	
9. Стекло и другие прозрачные материалы	
10. Жидкость	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
ОБЩИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД В СЕЧЕНИЯХ

Наименование	Обозначение
Массив скальных горных пород (вскрышных, вмещающих)	
Полезное ископаемое в массиве	
Мягкие и сыпучие горные породы	

Наименование	Обозначение
Разрушенное полезное ископаемое	
Разрушенные (обрушенные) горные породы	
Дневная поверхность	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
ОБОЗНАЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ ГРУПП МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Название	Условное обозначение	
	черно-белое	цвет
1. Группа пород нормального ряда:		
а) кислого состава		Красный
б) среднего состава		Оранжевый
в) основного состава		Зеленый
г) ультраосновного состава		Фиолетовый
2. Группа пород щелочного ряда:		
а) сиенит-трахиты		Оранжевый
б) фельдшпатоидные сиенит-фонолиты		Оранжевый и черный
в) щелочные габброиды, щелочные базальтоиды		Коричневый

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ МАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Название	Буквенное обозначение
1. Породы интрузивные и породы, залегающие в форме жил и малых интрузий (по составу):	
а) кислые	γ
б) средние	δ
в) основные	ε

Название	Буквенное обозначение
г) ультраосновные	σ
д) сиениты-трахиты	ξ
е) фельдшпатоидные сиенит-фонолиты	ε
ж) щелочные габброид-щелочные базальтоиды	η

Продолжение приложения 4

Название	Буквенное обозначение	Название	Буквенное обозначение
2. Разновидности интрузивных пород: а) гранодиорит б) гранит роговообманковый в) гранит биотитовый г) диорит д) диорит кварцевый е) норит ж) анортозит з) монзонит и) перидотит к) пироксенит л) дунит м) сиенит н) граносиенит о) сиенит нефелиновый п) хибинит р) миссурит с) шокинит т) эссексит	$\gamma\delta$ γ_h γ_b δ δq v_{ky} v_f v_ξ σ σ_{py} δ_{cr} ξ $\gamma\xi$ ε_u η_n η_a η_{ny}	5. Породы эффузивные: а) кислые б) средние в) основные г) ультраосновные д) сиенит-трахиты е) фельдшпатоидные сиенит-фонолиты ж) щелочные и габброид-щелочные базальтоиды з) дациты и) стекловатые породы	λ α β ω τ v Φ ξ v
3. Породы, залегающие в форме жил и малых интрузий (по основным структурным особенностям): а) порфиры б) порфириты в) лампрофиры г) пегматиты д) аплиты и микроразности пород	π μ χ ρ i	6. Разновидности эффузивных пород: а) кератофир кварцевый б) комендит в) андезит роговообманковый г) диабаз д) кератофир е) ортофир ж) трахит биотитовый з) фонолит лейцитовый и) порода мелилитовая базальтоидная к) лимбургит л) фельзит м) стекло липаритовое н) гиалобазальт	$\lambda\mu_{ab}$ λ_{ae} α_h β_a $\tau\mu_{ab}$ $\tau\mu_a$ τ_b v_e Φ_{me} Φ_{ov} v_γ v_λ v_β
4. Разновидности пород, залегающих в форме жил и малых интрузий: а) гранит-порфир б) гранит-аплит в) пегматит гранитный г) габбро-пегматит д) диорит-порфирит е) минетта ж) спессартит	$\gamma\pi$ γ_i $\gamma\rho$ $\gamma\rho$ $\delta\mu$ $\xi\chi$ $\delta\chi$	7. Возраст пород: а) граниты верхнемеловые б) гранит-порфиры среднекарбоновые	γ_{cr_3} $\gamma\pi_{c_2}$
		8. Субфаза внедрения пород: а) первая б) вторая в) третья	$\gamma^1 c_{r_3}$ $\gamma^2 c_{r_3}$ $\gamma^3 c_{r_3}$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
ОБОЗНАЧЕНИЯ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Продолжение приложения 5

Название	Условное обозначение	Название	Условное обозначение
1. Породы обломочные рыхлые:		алевропелит	
слой почвенно-растительный		2. Породы карбонатные:	
щебень (100 мм и менее)		известняк	
глыбы (100 мм и более)		мергель	
валуны (100 мм и более)		доломит	
галечник (10—100 мм)		мука доломитовая	
гравий (2—10 мм)		магнезит	
дресва		мел, породы мелоподобные	
песок грубо-, крупнозернистый (0,5—2 мм)		3. Породы кремнистые:	
песок среднезернистый (0,2—0,5 мм)		трепел	
песок тонко-, мелкозернистый (0,1—0,2 мм)		спонголит	
алеурит (0,01—0,10 мм)		яшма	
лёсс		опока	
глина		конкреции кремнистые	
суглинки		диатомит	
супесь		кремний	

Продолжение приложения 5

Название	Условное обозначение
радиолярит	
гейзерит	
4. Породы соленосные:	
соль каменная	
соль сильвинитовая	
соль карналлитовая	
соль каунитовая	
соль лангбейнитовая	
соль полигалитовая	
соль гипсовая	
соль ангидритовая	
5. Породы углистые:	
торф	
уголь бурый	
антрацит, уголь каменный	
сапропелит	

Продолжение приложения 5

Название	Условное обозначение
6. Породы железистые:	
железняки бурые	
железняки красные	
сернисто-железистые	
сидеритовые	
шамозитовые	
фосфато-железистые	
джеспилиты (кварциты железистые)	
7. Породы марганцовистые:	
псиломелано-пирролюзитовые	
кварцево-пирролюзитовые	
карбонатно-опалородохрозитовые	
8. Породы глиноземистые:	
бокситы	
латериты	
9. Породы фосфоритовые	

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
ОБОЗНАЧЕНИЯ МЕТАМОРФИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД

Название	Условное обозначение
1. Породы эпизоны:	
а) филлиты	
б) сланцы	
в) гнейсы	
2. Породы мезозоны:	
а) сланцы	

Название	Условное обозначение
б) гнейсы	
в) амфиболиты	
3. Породы катазоны:	
а) гнейсы	
б) гранулиты	

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
ОБОЗНАЧЕНИЯ ОБВОДНЕННОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД

Название	Условное обозначение	Цвет
1. Породы, подразделяемые по степени водоносности:		
а) водоупорные		Темно-желтый
б) водоносные		Синий
в) водопроницаемые сильно		»
г) водопроницаемые слабо		»

Название	Условное обозначение	Цвет
2. Уровень подземных вод:		
а) естественный		Синий
б) сниженный		»
3. Уровень подземных вод мерзлой толщи		»
4. Кривая депрессионная (пьезометрическая)		»





ПРИЛОЖЕНИЕ 8
ОБОЗНАЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Название	Цвет условного обозначения
1. Руды металлические, содержащие: алюминий бериллий бор ванадий висмут вольфрам железо золото кобальт литий магний марганец медь молибден мышьяк никель ниобий олово платину ртуть свинец серебро сурьму тантал титан торий уран хром цинк цирконий	Светло-желтый Фиолетовый Светло-оранжевый Серый Светло-изумрудно-зеленый Пурпурный Темно-синий Красный Светло-изумрудно-зеленый Желто-зеленый Светло-желто-зеленый Темно-пурпурный Зеленый Красный Желтый Зеленый Пурпурный Коричневый Оранжевый Красный Синий Светло-пурпурный Коричневый Пурпурный Светло-фиолетовый Синий Желто-зеленый Темно-зеленый Коричневый Оранжевый
2. Полезные ископаемые неметаллические: агат алмаз ангидрит апатит асбест асфальт барит битум боксит бораты	Светло-пурпурный Красный Пурпурный Светло-зеленый Светло-желто-зеленый Серый Светло-синий Серый Коричневый Светло-лимонный

Продолжение приложения 8

Название	Цвет условного обозначения
воды промышленные гипс гранит керамический графит изумруд кальцит оптический камень тальковый каолин слюда сода соль каменная сырье глиноземистое тальк топаз флюорит фосфорит шпат полевой янтарь яшма	Фиолетовый Серый Красный Серый Зеленый Светло-синий Желтый » Пурпурный Темно-синий Пурпурный Оранжевый Желтый Светло-изумрудно-зеленый Фиолетовый Светло-синий Светло-желтый Желтый Темно-красный
3. Строительные материалы естественные: глина гравий каолин кварц кварцит пемза песок песчаник породы изверженные порода карналлитовая кварц керамический, стекольный кварц оптический корунд магнезит малахит нефелин нефрит породы карбонатные	Изумрудно-зеленый Светло-лимонный Желтый Светло-красный Лимонный Коричневый Светло-лимонный Лимонный Синий Светло-красный Темный пурпурный Светло-красный Светло-синий Синий Зеленый Светло-желто-зеленый Светло-зеленый Светло-синий

Продолжение приложения 8

Название	Цвет условного обозначения
породы метаморфические трепел шпат полевой	Синий Оранжевый Светло-желтый
4. Каустобиолиты: газ нефть сланец горючий торф уголь бурый, каменный и антрацит	Светло-синий Коричневый Темно-желтый Коричневый Серый
5. Руда железная:	
мартитовая богатая	 Темно-синий
краско-мартитовая	 То же
красковая	 »
глиноземистая	 »

Название	Цвет условного обозначения
магнетитовая	 Темно-синий
бурая	 »
сидеритовая	 »
6. Соль:	
каменная	 Пурпурный
новосадка	 То же
садка прежних лет	 »
корневая	 »
чугунка	 »
гранатка	 »

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ СТРУКТУРЫ И ТЕКСТУРЫ ГОРНЫХ ПОРОД

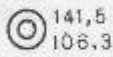



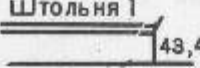


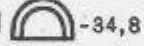
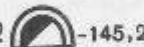

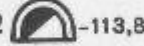

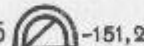

Название объекта	Условный знак
1. Структура:	
а) аплитовая	<i>a</i>
б) апографическая	<i>ap</i>
в) графическая	<i>г</i>
г) диабазовая	<i>д</i>
д) долеритовая	<i>до</i>
е) крупнозернистая	<i>к</i>
ж) мелкозернистая	<i>м</i>
з) микрозернистая	<i>ми</i>

Название объекта	Условный знак
и) неравномернозернистая	<i>н</i>
к) солитовая	<i>о</i>
л) пегматоидная	<i>п</i>
м) реликтовая	<i>р</i>
2. Текстура:	
а) массивная	<i>м</i>
б) полосчатая	<i>п</i>
в) сланцевая	<i>с</i>
г) шлировая	<i>ш</i>



















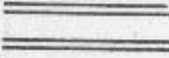



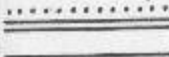

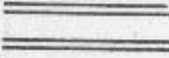



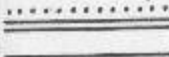

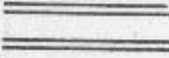



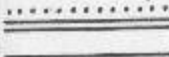

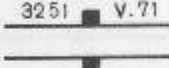
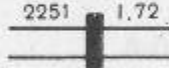
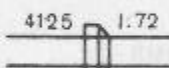

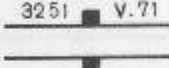
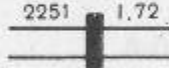
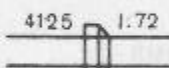

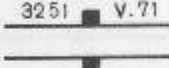
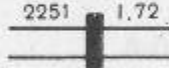
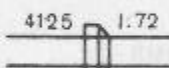




ПРИЛОЖЕНИЕ 10
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
<p>Изображение горных выработок на плане</p> <p>1. Ствол вертикальный:</p> <p>а) круглого сечения</p> <p>б) прямоугольного сечения</p> <p>б) эллиптического сечения</p>	<p>Ств. 5 к.л.  124,7 -175,3 -190,0</p> <p>Ств. сл. 2 вент.  146,7 -132,0</p> <p>Ств. 1 скип.  185 -322 -564 -584</p>	<p>Высотные отметки: поверхностные — красного цвета; под- земные — синего цвета</p>
<p>2. Шурф эксплуатационный:</p> <p>а) круглого сечения</p> <p>б) прямоугольного сечения</p>	<p>Шф. 10 вент.  135,1 100,4</p> <p>Шф. 1 мат.  84,5 30,0</p>	<p>То же</p>
<p>3. Выработка с указанием крепи:</p> <p>а) горизонтальная</p> <p>б) наклонная</p> <p>в) вертикальная</p>	<p>Кв - г </p> <p>Уклон 12° </p> <p>Гез. 3  25,0 -126,5 -174,0</p>	<p>»</p>
<p>4. Выработка без указания крепи:</p> <p>а) горизонтальная</p> <p>б) наклонная</p> <p>в) ликвидированная</p>	<p>Штр. Северный </p> <p>Бр. - г  -200,0 ← 35°</p> <p></p>	<p>Высотные отметки— синего цвета</p>





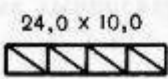
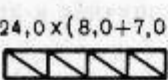
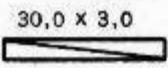
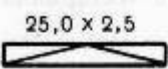
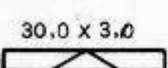
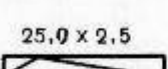

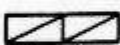


Продолжение приложения 10

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
<p>5. Устье скважины вертикальной:</p> <p>а) встретившей породный прослой</p> <p>б) встретившей полезное ископаемое</p> <p>Изображение горных выработок в проекции на вертикальную плоскость</p> <p>6. Выработки:</p> <p>а) вертикальная</p> <p>б) наклонная и крутая</p> <p>в) горизонтальная</p> <p>г) с законсервированной крепью</p> <p>д) с ликвидированной крепью</p>	<p>41-63  141,5 106,3</p> <p>45-65  147,4 111,3 103,7</p> <p>Ств. 5 124,5 </p> <p>Ств. 1 67,0 </p> <p>Штольня 1 43,4 </p> <p>v.70 </p> <p>v.70 x.71 </p>	<p>Высотные отметки: поверхностные — красного цвета; подземные — синего цвета</p> <p>Отметки — красного цвета</p>
<p>7. Сечение выработок:</p> <p>а) в плоскости проекций</p> <p>б) пересекающих плоскость разреза</p> <p>в) расположенных за плоскостью разреза</p> <p>г) расположенных перед плоскостью разреза</p>	<p>Кв-г1  -34,8</p> <p>Кв-г2  -145,2 </p> <p>Орт. 12  -113,8 </p> <p>Штр. 5  -151,2 </p>	<p>Отметки — синего цвета</p>


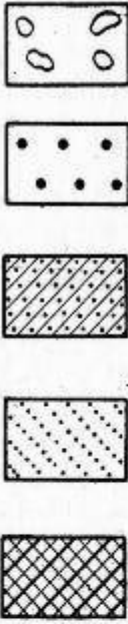
Продолжение приложения 10

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание								
8. Крезь вертикальных выработок: а) однослойная б) многослойная комбинированная в) анкерная	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; border: none;">На плане</td> <td style="text-align: center; border: none;">На разрезе</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: none;"></td> <td style="text-align: center; border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: none;"></td> <td style="text-align: center; border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: none;"></td> <td style="text-align: center; border: none;"></td> </tr> </table>	На плане	На разрезе							Отметки — синего цвета
На плане	На разрезе									
										
										
										
9. Крезь горизонтальных и наклонных выработок: а) металлическая, бетонная кирпичная и др. б) штанговая (анкерная) без затяжки в) с затяжкой из огнестойкого материала	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; border: none;">На плане</td> <td style="text-align: center; border: none;">На разрезе</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: none;"></td> <td style="text-align: center; border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: none;"></td> <td style="text-align: center; border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: none;"></td> <td style="text-align: center; border: none;"></td> </tr> </table>	На плане	На разрезе							
На плане	На разрезе									
										
										
										
10. Перемычка: а) с проемом б) глухая (изолирующая, вентиляционная, противопожарная) в) водоподпорная	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center; border: none;"></td> <td style="text-align: center; border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; border: none;"></td> <td style="text-align: center; border: none;"></td> </tr> </table>									
										
										
11. Расстрел										
12. Лестница										
13. Трубопровод										

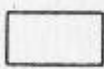
Продолжение приложения 10

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
14. Проводник: а) рельсовый б) коробчатый в) канатный г) деревянный	   	
15. Щит на плане и в проекции на вертикальную плоскость: а) секционный (жесткий) одинарный послойный б) секционный (жесткий) сдвоенный в) бессекционный (эластичный) г) параболический д) арочный е) Г-образный	     	
16. Щит на разрезе: а) секционный (жесткий) одинарный б) секционный (жесткий) сдвоенный в) бессекционный (эластичный) параболический, арочный, Г-образный	  	
17. Перекрытие над щитом в проекции на вертикальную плоскость: а) железобетонное		













Продолжение приложения 10

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
б) деревянное		
18. Перекрытие над щитом на разрезе: а) железобетонное б) деревянное		
19. Выработанное пространство: а) с опорными целиками полезного ископаемого б) с штанговой (анкерной) крепью в кровле в) с закладкой г) с замагазинированным полезным ископаемым д) с обрушением покрывающих пород		Площадь фигур — лимонного цвета
20. Граница безопасности ведения горных работ	<u>Гр. безоп. вед.</u> <u>гор. работ</u>	Линия — красного цвета
21. Граница техническая		









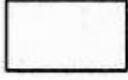
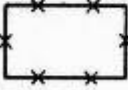
Продолжение приложения 10

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
22. Колонка структурная вынимаемого пласта: а) без разделения на слои б) с разделением на слои		Горные породы — согласно условным обозначениям
23. Изогипсы, изолинии а) основные тонкие б) основные утолщенные в) половинные г) дополнительные		Изогипсы кровли и почвы залежи — синего цвета
24. Залегание пород: а) наклонное б) горизонтальное в) вертикальное г) опрокинутое д) простирание и падение залежи		
25. Целик		Лимонного цвета


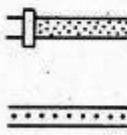
Продолжение приложения 10

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
26. Очаг: а) сульфидного выделения газа б) внезапного выброса газа и полезного ископаемого в) внезапного выброса газа и породы	1  7.III.68 H ₂ S 5  10.II.68 CH ₄ 5  10.V.68 CH ₄	Диаметры — красного цвета
27. Очаг взрыва: а) газа б) пыли в) газа и пыли	3  11.V.66 CH ₄ 3  1.I.69 6  12.XI.67 CH ₄	Диаметры и два сектора — красного цвета Два сектора — красного цвета
28. Очаг проявления горного давления: а) микроудар б) горный удар	 1  22.I.67	Точка — красного цвета Площадь — красного цвета
29. Очаг самонагревания	4  3.V.67	Окружность — красного цвета
30. Очаг пожара: а) действующего б) ликвидированного	321  4.II.67 321  4.II.67 15.XI.67	Окружность — красного цвета
31. Очаг прорыва: а) пльвуна	11  14.III.66	Окружность — оранжевого, точки — красного цвета

Продолжение приложения 10

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
б) глины, заиловки	9  15.V.67	Окружность — темно-синего, точки — красного цвета
32. Место проникновения воды в горные выработки: а) просачивание воды б) усиленный приток воды	 1.I.68  2 9.V.68	Окружность и штрих — темно-синего, площадь круга — светло-синего цвета Окружность и стрелка — темно-синего, площадь круга — светло-синего цвета
33. Прорыв воды в горную выработку: а) из забоя б) из кровли в) из боков г) из подошвы д) ликвидированного	 8 2.I.69  7 3.IV.70  9 4.II.68  5 3.V.68  7 3.IV.70 10.II.71	Окружность, диаметр и стрелка — темно-синего, площадь круга — светло-синего цвета Окружность, точка, и стрелка — темно-синего, площадь круга — светло-синего цвета То же » »
34. Граница пожарного участка: а) действующего пожара б) ликвидированного пожара	 	Контурная линия красного цвета

Продолжение приложения 10

Название	Условные обозначения и условные знаки	Примечание
35. Граница зоны с повышенным горным давлением		Контурная линия — красного цвета
36. Граница участка: а) затопленного б) с предполагаемым скоплением воды в) осушенного после затопления		Контурная линия и цифры — темно-синего цвета
37. Граница участка, обработанного глинистой пульпой		Контурная линия — оранжевого цвета
38. Граница заиленных горных выработок при прорыве глины, пульпы		То же
39. Вывал (купол) в выработке на плане: а) незабученный б) забученный в) обработанный цементным раствором		Штриховая линия — красного цвета То же Штриховая линия — красного, площадь — серого цвета
40. Выработка подземная: а) заиленная б) расположенная под горящим отвалом на поверхности		Точки — оранжевого цвета Точки — красного цвета

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

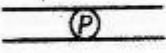
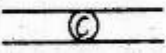
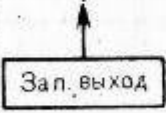
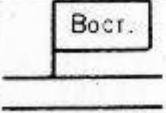



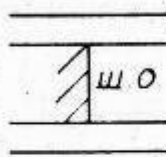
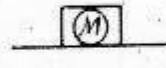
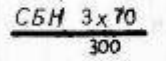
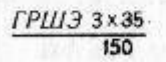
УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ МЕХАНИЗМОВ, ОБОРУДОВАНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

Название	Условные знаки	Примечание
1. Струя вентиляционная		Красный или синий цвет
2. Вентилятор стационарный	<p>ВУПД-28</p> <p>9700(11000) 110</p>	Стрелка — красного или синего цвета
3. Вентилятор местного проветривания временный	<p>СВМ-6</p> <p>220</p>	
4. Кроссинг типа «перекидной мост» общешахтный		
5. Кроссинг трубчатый участковый		
6. Дверь вентиляционная: а) закрытая б) с регулирующим окном в) открытая, противопожарная, водозаборная г) автоматическая		Площадь прямоугольников — цвет, принятый для материала перемычки по ГОСТ
7. Дверь решетчатая		
8. Парус вентиляционный		


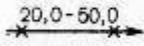


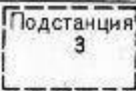




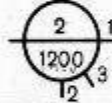

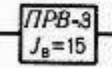
Продолжение приложения II

Название	Условные знаки	Примечание
9. Перемычка барьерная		
10. Место установки шпиргельной перемычки		
11. Перегородка вентиляционная продольная		
12. Труба вентиляционная:		
а) в общем виде		
б) с эжектором		
13. Заслон:		
а) сланцевый		
б) водяной		
14. Установка калориферная		
15. Обогреватель		
16. Установка холодильная		
17. Воздухоохладитель		
18. Гидрокалорифер		
19. Траншея воздухоподающая		
20. Станция замера количества воздуха		

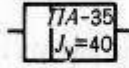


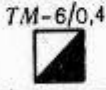

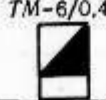





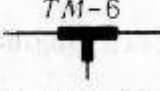

Продолжение приложения 11

Название	Условные знаки	Примечание
21. Место хранения: а) респираторов б) самоспасателей	 	Окружность — красного цвета То же
22. Выход запасный		Прямоугольник — красного цвета
23. Граница реверсии вентилятора		
24. Место установки прибора автоматической сигнализации		Площадь круга — красного цвета
25. Место: а) загазования б) набора пробы воздуха	 	Площадь — красного цвета —
26. Забой очистной (лава)		Площадь частично закрашивается в черный цвет на чертежах, кроме маркшейдерских
27. Камера		Буква — красного цвета
28. Кабель: а) высоковольтный б) низковольтный	 	












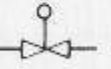
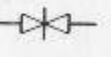
Продолжение приложения 11

Название	Условные знаки	Примечание
29. Кабель с указанием потребителя электроэнергии		
30. Линия сети: а) освещения б) троллейной в) заземления или зануления	  	
31. Контур блока подстанции		
32. Величина: а) тока уставки максимального реле б) номинального тока плавкой вставки	 	
33. Подстанция передвижная трансформаторная подземная		
34. Устройство распределительное комплектное подземное		
35. Выключатель автоматический фидерный подземный		
36. Пускатель магнитный подземный		
37. Пускатель ручной подземный		












Продолжение приложения II

Название	Условные знаки	Примечание
38. Аппарат пусковой подземный		
39. Подстанция стационарная поверхностная		
40. Устройство распределительное стационарное поверхностное		
41. Подстанция передвижная трансформаторная поверхностная		
42. Пункт передвижной поверхностный (распределительный, приключательный, защиты)		
43. Подстанция трансформаторная на опоре		
44. Пост управления		
45. Выключатель масляный		
46. Устройство выпрямительное		
47. Разъединитель секторный		
48. Кабельный ящик		
49. Муфта кабельная:		
а) соединительная		
б) тройниковая		
50. Воронка кабельная		

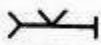














Продолжение приложения 11

Название	Условные знаки	Примечание
51. Реле (как самостоятельный аппарат)	УПКИ 	
52. Светильник		
53. Ксеноновая лампа	ДКСТ 	
54. Прожектор		
55. Датчик	ДМТ-2 	
56. Заземление местное		
57. Ток короткого замыкания		
58. Кран пожарный (гайка Ротта)		
59. Колодец на сети с пожарным гидрантом		
60. Вышка с пожарным гидрантом		
61. Вентиль (клапан) запорный		
62. Задвижка:		
а) с электроприводом		
б) ручная		

















Продолжение приложения 11

Название	Условные знаки	Примечание
63. Клапан редукционный		
64. Заглушка		
65. Установка оросительная, дренажная, водяной завесы: а) ручная б) автоматическая	 	
66. Место орошения		
67. Место стояния: а) пеногенераторной установки б) оросительного, побелочного передвижного агрегата в) противопожарной автомашины, локомотива г) передвижного огнетушителя д) противопожарного поезда	    	
68. Место установки противопожарного насоса		
69. Огнетушитель ручной		
70. Форсунка оросительная		
71. Ствол противопожарный		


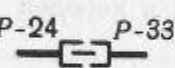

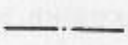



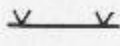
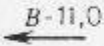



Продолжение приложения 11

Название	Условные знаки	Примечание
72. Пика противопожарная		
73. Пункт хранения противопожарных материалов и оборудования		
74. Ящик с выкидным рукавом и пожарным стволом		
75. Место хранения материалов для закладки проема в перемычке		
76. Место подключения воздухопровода на подачу воды		
77. Место установки кожуха		
78. Установка пылеулавливающая	УПЗ-3 	
79. Электрофильтр	ЭПМ-55 	
80. Фильтр матерчатый		
81. Место установки средств связи: а) телефона б) пункта радиосвязи в) пункта телевидения	237   	
82. Водохранилище в горной выработке	 1000	
83. Вакуум-насос, установка вакуум-насосная: а) стационарная б) временная	 	










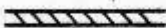

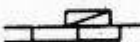
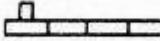

Продолжение приложения 11

Название	Условные знаки	Примечание
84. Труба для отвода газа в атмосферу		
85. Устройство со специальным диффузором-смесителем для выпуска газа в подземную выработку		
86. Эжектор		
87. Герметизатор		
88. Устройство противозрывное, пламегаситель		
89. Индикатор метана		
90. Газоанализатор		
91. Вакуумметр		
92. Манометр		
93. Диффманометр		
94. Водомер		
95. Расходомер		
96. Газосчетчик		
97. Реле давления		
98. Диафрагма		
99. Водоотделитель		















Продолжение приложения 11

Название	Условные знаки	Примечание
100. Камера для бурения дегазационной скважины		
101. Путь узкоколейный рельсовый с границей настилки по типам рельсов		
102. Знак пикетный		
103. Ось рельсового пути		
104. Разминовка со стрелочным переводом: а) автоматическим б) ручным		
105. Путь узкоколейный рельсовый в наклонной выработке		
106. Круг поворотный		
107. Монорельсовая дорога		
108. Радиус закругления		
109. Направление уклона рельсового пути		
110. Направление движения составов с порожними вагонами		
111. Направление движения составов с загруженными вагонами: а) полезным ископаемым		
















Продолжение приложения 11

Название	Условные знаки	Примечание
б) породой		
в) полезным ископаемым и породой		
112. Откатка вагонов аккумуляторными электровозами, дизелевозами, гировозами		
113. Откатка вагонов контактными электровозами		
114. Откатка вагонов канатная: а) одноконцевая б) двухконцевая в) бесконечная	  	
115. Доставка скрепером		
116. Доставка конвейером: а) скреперным б) ленточным	 	
117. Конвейер ленточный с устройством для доставки людей		
118. Привод конвейера		
119. Устройство конвейера натяжное		
120. Подъем канатно-кресельный людской		



Продолжение приложения 11

Название	Условные знаки	Примечание
121. Место перегрузки с одного конвейера на другой		
122. Устройство сигнальное:		
а) световое		
б) звуковое		
123. Ниша		
124. Стопор		
125. Толкатель:		
а) верхнего действия		
б) нижнего действия		
126. Компенсатор высоты		
127. Барьер		
128. Установка для очистки вагонов		
129. Место для сцепки и расцепки вагонов		
130. Опрокидыватель		
131. Машина подъемная		
132. Лебедка:		
а) маневровая		





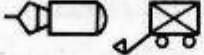


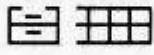
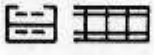
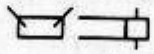
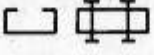
Продолжение приложения II

Название	Условные знаки	Примечание
б) скреперная		
в) посадочная		
г) подъемная		
д) кабельная		
133. Питатель		
134. Пункт погрузочный:		
а) стационарный		
б) временный		
в) автоматический		
135. Затвор секторный		
136. Путь рельсовый в горной выработке:		
а) освещенной		
б) с пучащейся почвой		
в) заниженной		
г) зауженной		
137. Место посадки в пассажирские поезда:		
а) персонала		
б) взрывников		



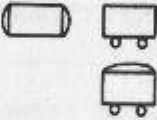

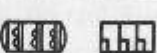




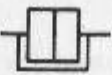




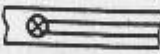


Продолжение приложения П

Название	Условные знаки	Примечание
138. Место стоянки пассажирского поезда		
139. Начало торможения		

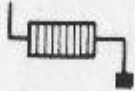



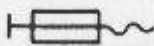

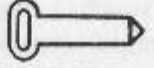








ПРИЛОЖЕНИЕ 12
УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ДЛЯ ИЛЛЮСТРАЦИИ ЧЕРТЕЖЕЙ И СХЕМ

1	Угольный комбайн: широкозахватный узкозахватный	 а  б
2	Угольный комбайн для выемки в лоб уступа	
3	Угольный струг	
4	Погрузочная машина ковшовая	
5	Погрузочная машина с загребующими лапами	
6	Проходческий комбайн	
7	Одноцепной скребковый конвейер	
8	Двухцепной скребковый конвейер	
9	Ленточный конвейер	
10	Качающийся лоток	












Продолжение приложения 12

11	Электровоз контактный	
12	Электровоз аккумуляторный	
13	Вагонетки грузовые порожние. Вагонетки с грузом	
14	Вагонетки для леса	
15	Вагонетки для перевозки людей	
16	Забойный перегружатель	
17	Лебедка однобарабанная	
18	Лебедка двухбарабанная	
19	Подъемная машина однобарабанная	
20	Подъемная машина двухбарабанная	
21	Толкатель	
22	Опрокидыватель	
23	Осевой вентилятор	
24	Центробежный вентилятор	
25	Вентилятор местного проветривания с трубопроводом	
26	Вентилятор местного проветривания	
27	Вентилятор временный	

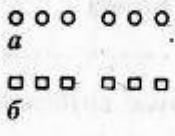

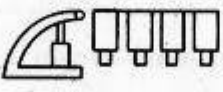
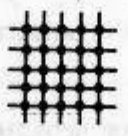



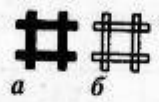
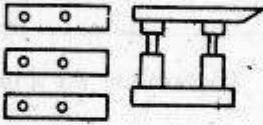
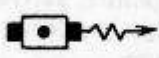


Продолжение приложения 12

28	Центробежный насос	
29	Перекачной насос	
30	Компрессор	
31	Ручное электросверло	
32	Колонковое электросверло	
33	Пневмосверло	
34	Отбойный молоток	
35	Телефон	
36	Клеть	
37	Скип	
38	Бункер	
	Направление движения состава:	
	груженого	
	порожного	
39	Выработка, закрепленная деревом	
40	Выработка, закрепленная сборной железобетонной крепью	

Продолжение приложения 12.

41	Выработка, закрепленная монолитным бетоном	
42	Выработка, закрепленная металлическими арками	
43	Выработка, закрепленная анкерной крепью	
44	Отработка мощного крутого пласта наклонными слоями (порядок отработки показан стрелкой)	
45	Отработка мощного крутого пласта горизонтальными слоями (порядок отработки показан стрелкой)	
46	Отработка мощного крутого пласта поперечно-наклонными слоями (порядок отработки показан стрелкой)	
47	Очистной забой (лава)	
48	Послойная отработка мощного пласта	
49	Щитовой забой	
50	Камерный очистной забой	
51	Механизированный комплекс для добычи угля в камерном забое	

Продолжение приложения 12

52	Посадочная крепь: деревянные стойки; металлические стойки	
53	Анкерная крепь в очистном забое	
54	Механизированная передвижная крепь оградительного типа	
55	Металлическое гибкое перекрытие	
56	Индивидуальная крепь в очистном забое (дерево)	
57	Индивидуальная крепь в очистном забое (металл)	
58	Гидравлические стойки	
59	Костровая крепь: металлическая; деревянная	
60	Механизированная крепь поддерживающего типа	
61	Шнекобуровая выемочная машина	
62	Буро-сблочная машина	
63	Крепеукладчик	

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ЭЛЕМЕНТОВ ГРАФИКОВ ЦИКЛИЧНОСТИ И ПЛАНОГРАММ

1 Зарубка лавы врубовой машиной		17 Посадка лавы, управление кровлей, обрушение кровли	
2 Спуск врубовой машины		18 Оборка забоя	
3 Выемка угля комбайном		19 Зачистка лавы	
4 Спуск комбайна		20 Срыв земника	
5 Работа струга		21 Возведение закладочного массива, закладка, выкладка бутовых полос	
6 Работа передвижчика		22 Возведение постоянной крепи	
7 Спуск передвижчика		23 Возведение временной крепи	
8 Осмотр и ремонт механизмов		24 Возведение органной крепи	
9 Погрузка угля на конвейер, выемка угля из ниш		25 Переноска крепи	
10 Выемка целиков		26 Ремонт крепи	
11 Бурение по углю		27 Разрядка крепи	
12 Бурение по породе		28 Возведение костров	
13 Взрывание по углю		29 Переноска костров	
14 Взрывание по породе		30 Установка кустов	
15 Бурение, зарядание, взрывание по углю и проветривание		31 Переноска кустов	
16 Бурение, зарядание, взрывание по породе и проветривание		32 Установка стоек ОКУ	
		33 Переноска стоек ОКУ	

Продолжение приложения 13

34	Настилка рельсовых путей		44	Балластировка пути	
35	Переноска воздухопровода и трубопровода		45	Ремонт ж.-д. путей	
36	Переноска конвейера		46	Подача порожняка и выдача груза	
37	Наращивание конвейера		47	Прием порожняка с путей МПС	
38	Укладка настила на почве, обшивка		48	Переноска кабеля	
39	Доставка крепежных материалов (леса)		49	Зачистка кровли пласта экскаватором	
40	Доставка рештаков		50	Разгрузка составов на экскаваторных отвалах	
41	Работа экскаватора, станка		51	Передвижка ж.-д. путей	
42	Переход экскаватора		52	Выходные дни	
43	Переукладка пути краном				

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ АРМАТУРЫ ПО ГОСТ 11692-66

Наименование	Обозначение	Наименование	Обозначение
Конец стержня без крюка и лапки		То же, с лапкой (конец стержня отогнутый) в плоскости чертежа	
То же, с крюком в плоскости чертежа		Стык стержней внахлестку без крюков и лапок	
То же, с крюком, перпендикулярным плоскости чертежа		Стык стержней внахлестку с крюками в плоскости чертежа	
То же, в совмещенной проекции стержней разной длины		То же, с лапками в плоскости чертежа	

Продолжение приложения 14

Наименование	Обозначение
То же, с крюками, перпендикулярными плоскости чертежа	
То же, с лапками, перпендикулярными плоскости чертежа	
Стык стержней сварной внахлестку электродуговой сваркой с одним фланговым швом	
То же, внахлестку электродуговой сваркой с двумя фланговыми швами	
То же, с накладками электродуговой сваркой с двумя фланговыми швами	

Наименование	Обозначение
То же, с накладками электродуговой сваркой с четырьмя фланговыми швами	
Пересечение стержней с перевязкой	
То же, сварное (точечной сваркой)	
Пучок арматурный, арматурная прядь (канат)	
То же, в канале	
То же, в каналообразователе (трубе)	

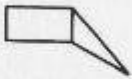











ПРИЛОЖЕНИЕ 15

УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ МЕХАНИЗМОВ НА ЧЕРТЕЖАХ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Объект изображения	Условный знак
Экскаватор-мехлопата	
Драглайн	
Роторный экскаватор	
Многочерпаковый цепной экскаватор	
Бульдозер	
Колесный скрепер	

Объект изображения	Условный знак
Гидромонитор	
Землесос	
Автосамосвал	
Ленточный конвейер	
Консольный отвалообразователь	

Продолжение приложения 15

Объект изображения	Условный знак	Объект изображения	Условный знак
Отвальный плуг		Путепередвижитель непрерывного действия	
Отвальный мост		Пункт технического осмотра	
Абзетцер		Стрелочный пост	
Буровой станок		Клетевой подъемник	
Бункер-дозатор		Скиповой подъемник	
Путепередвижитель циклического действия		Экипировочное устройство	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Единая система конструкторской документации. ГОСТ 2.301—68 — ГОСТ 2.309—68. М., Изд-во стандартов, 1969. 134с.
- Горная графическая документация. Виды и комплектность горных чертежей. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 47 с.
- Горная графическая документация. Общие правила выполнения горных чертежей. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 43 с.
- Горная графическая документация. Изображение элементов горных работ. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 21 с.
- Горная графическая документация. Правила выполнения условных обозначений. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 37 с.
- Горная графическая документация. Обозначения условные ситуации земной поверхности. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 14 с.
- Горная графическая документация. Обозначения условные горных выработок. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 54 с.
- Горная графическая документация. Обозначения условные производственно-технических объектов. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 62 с.
- Горная графическая документация. Обозначения условные полезных ископаемых, горных пород и условий их залегания. Проект ГОСТа. М., изд. ВНИИНМАШ, 1974. 177 с.
- Чертежи строительные. — «Условные графические обозначения элементов конструкций и элементов зданий», М., Изд-во стандартов, 1967. 120 с.
- Арсентьев А. И., Татарин А. Н., Голоднов Н. Е. Применение методов начертательной геометрии при проектировании карьеров. — В кн.: Повышение интенсивности горных работ в карьерах. М., Госгортехиздат, 1963, вып. XV. 6 с.
- Арсентьев А. И., Татарин А. Н., Голоднов Н. Е. Горное черчение при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. Кривой Рог, изд. КГРИ, 1961, ч. I, 1969, ч. II, 48 и 32 с.
- Букринский В. А. Практический курс геометрии недр. М., «Недра», 1965.
- Бызов Л. А. Графические методы в планировании, статистике и учете. М., Госстатиздат, 1952. 286 с.
- Зенгин А. Р. Теория и практика изображения горных выработок в проекциях Е. С. Федорова. Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. М., Фонды МГИ, 1951. 125 с.
- Инженерное рисование и черчение. М., Стройиздат, 1968. Авт: Б. В. Будасов, М. Д. Романцев, Н. В. Александров и др.

- Крунчак Г. В. Методы перехода от проекций с числовыми отметками к пространственным изображениям. Зап. ЛГИ, т. XXIII. Л., изд. ЛГИ, 1949. 5 с.
- Крылов Н. Н., Лобандиевский П. И., Мэн С. А. Начертательная геометрия. М., «Высшая школа», 1965. 362 с.
- Кузнецов Н. С. Начертательная геометрия. М., «Высшая школа», 1969. 493 с.
- Ломоносов Г. Г. Методы графических изображений открытых горных разработок. М., изд. МГИ, 1970. 47 с.
- Мельников Н. В. Справочник инженера и техника по открытым горным работам. М., «Недра», 1968. 800 с.
- Русскевич Н. Л. Проекция с числовыми отметками. Харьков, изд. Харьковского гос. ун-та, 1959. 24 с.
- Рыжов П. А. Проекция, применяемые в геолого-маркшейдерском деле. М., Углетехиздат, 1951. 168 с.
- Симонин С. И. Инженерно-топографическое черчение и наглядные изображения. М., «Недра», 1969. 187 с.
- Ушаков Г. А., Гольдин И. Д. Наглядные маркшейдерские графики. М., Металлургиздат, 1959. 185 с.
- Ушаков И. Н. Горная геометрия. М., Госгортехиздат, 1962. 260 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
ГЛАВА I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ	5
§ 1. Виды и особенности горных чертежей	5
§ 2. Методы изображения горных объектов	8
§ 3. Принципы изображения горных объектов и их элементов в прямоугольных проекциях	9
§ 4. Оформление горных чертежей	13
§ 5. Особенности оформления маркшейдерских планшетов	27
§ 6. Цветовое тонирование горных чертежей	31
§ 7. Условные обозначения материалов, горных пород и полезных ископаемых. Условные знаки	31
§ 8. Некоторые геометрические построения	32
ГЛАВА II. ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ КАК ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ В ГОРНОМ ЧЕРЧЕНИИ	37
§ 1. Сущность метода	37
§ 2. Топографические поверхности	42
§ 3. Решение некоторых метрических задач на планах	45
§ 4. Решение позиционных задач на планах	47
§ 5. Определение на плане элементов залегания пласта полезного ископаемого	53
ГЛАВА III. ЧЕРТЕЖИ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ	55
§ 1. Общие сведения об изображении элементов открытых горных работ	55
§ 2. Начертание основных типов открытых горных выработок и отвалов	58
§ 3. Изображение открытых горных выработок в проекциях с числовыми отметками	61
§ 4. Изображение механизмов и металлоконструкций на горных чертежах	64
ГЛАВА IV. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КАРЬЕРА	65
§ 1. Построение линий пересечения элементов карьера в условиях равнинной местности	65
Построение линий пересечения поверхности карьера с рельефом земной поверхности	72
ГЛАВА V. ТРАССИРОВАНИЕ ВСКРЫВАЮЩИХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В КАРЬЕРЕ	79
§ 1. Общие сведения о трассировании в карьере	79
§ 2. Построение трассы системы поступательных траншей	80
§ 3. Трассирование системы тупиковых и петлевых траншей	86
§ 4. Построение трассы системы комбинированных траншей	88

ГЛАВА VI. ЧЕРТЕЖИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК	89
§ 1. Основные сведения об изображении и обозначениях подземных горных выработок	89
§ 2. Планы, вертикальные проекции, горизонтальные и вертикальные разрезы и сечения горных выработок	93
§ 3. Изображение наклонного сечения (разреза) горных выработок на вертикальную и горизонтальную плоскости проекций	98
§ 4. Изображение горных выработок на наклонную плоскость проекций	99
§ 5. Чтение планов горных работ	101
§ 6. Условные знаки и обозначения на чертежах подземных горных работ	103
§ 7. Основные виды чертежей подземных горных работ	105
ГЛАВА VII. ГОРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ	106
§ 1. Основные сведения о горно-строительных чертежах	106
§ 2. Чертежи узлов строительных конструкций и горных выработок, закрепленных железобетоном	111
§ 3. Чертежи узлов металлических строительных конструкций и металлических крепей	113
§ 4. Чертежи узлов деревянных конструкций и деревянных крепей	116
§ 5. Общие чертежи зданий и поверхностных сооружений	117
§ 6. Построение линий сопряжений горных выработок	121
ГЛАВА VIII. НАГЛЯДНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК	125
§ 1. Общие положения	125
§ 2. Построение наглядных проекций методом аффинных преобразований	126
§ 3. Аксонометрия горных выработок	142
§ 4. Построения стандартной аксонометрии методом аффинных преобразований	149
§ 5. Векторный метод изображения горных выработок	152
§ 6. Способ непосредственного перехода от проекций с числовыми отметками к наглядным изображениям	156
§ 7. Механизация построения наглядных изображений горно-геологических объектов	158
ГЛАВА IX. ИЗОБРАЖЕНИЕ ГОРНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЛИНЕЙНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ	161
§ 1. Основные положения	161
§ 2. Перспектива прямых и плоскостей	167
§ 3. Позиционные задачи в линейной перспективе	169
§ 4. Масштаб в линейной перспективе	173
§ 5. Метрические задачи	177
§ 6. Применение линейной перспективы для построения наглядных изображений горных выработок	179
ГЛАВА X. СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ И ДИАГРАММ	190
§ 1. Графики и диаграммы	190
§ 2. Общие принципы построения графиков	191
§ 3. Принцип построения диаграмм	199
ГЛАВА XI. КОМПЛЕКТНОСТЬ И ИНДЕКСАЦИЯ ГОРНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ	201
§ 1. Комплектность и индексация чертежей. Чертежи Технического проекта горного предприятия	201
§ 2. Комплектность маркшейдерско-геологических чертежей	213
§ 3. Комплектность эксплуатационно-технологических чертежей	216
Заключение	220
Приложения	221
Список литературы	260

Геральд Георгиевич Ломоносов
Александр Иванович Арсентьев
Ираида Андреевна Гудкова
Александр Никитич Татарин
Лев Августович Зибенгар
Юрий Васильевич Юдкин
Ольга Даниловна Вострова
Ольга Дмитриевна Герстенмейер
Генрих Александрович Холодняков
Ольга Корнильевна Хапаева

ГОРНО-ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Редактор издательства Т. Н. Мальцева.
Оформление художника А. Г. Антоновой
Художественные редакторы О. Н. Зайцева, В. В. Быкова
Технический редактор В. В. Максимова
Корректор Л. М. Кауфман

Сдано в набор 28/IV 1975 г. Подписано в печать 10/XII 1975 г.
Т-20080. Формат 70 × 90 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.
Печ. л. 16,5. Усл. л. л. 19,31. Уч.-изд. л. 17,5. Тираж 9500 экз.
Заказ № 336/5343-10. Цена 1 р. 71 к.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.