

2 лекция. Геодезические опорные узлы:
основные сведения о геодезических
узлах и методах их построения.

Государственные геодезические узлы,
Узлы частот и обоснование
геодезической съемки.

Имансакипова Б.Б.

Какой бы тип геодезической съемки ни был, они опираются на точки, заранее закрепленные на поверхности земли и с очень высокой точностью определяемые координатами плана (X , Y) и координатами высоты (H). Такие пункты называют опорными пунктами. Опорные системы, координаты которых определены в единой системе координат геодезическим способом, называются геодезическими опорными системами. В зависимости от принципа перехода от общего к ленивому вся опорная система в нашем государстве делится на несколько классов.

Их построение переходит от высшего класса к низшим, сложным и точным геометрическим структурам к более мелким, менее точным классам. Пункты высшего класса располагаются на достаточно большом расстоянии друг от друга (несколько десятков километров). Затем между ними, в более низких классах, они становятся более частыми. Проведение геодезических работ по такому принципу может в короткие сроки обеспечить большую территорию единой системой координат.

Геодезические опорные системы делятся на планарные и высотные системы. В планарной системе определяются прямоугольные плоские координаты опорных пунктов (X и Y), а высоты точек (H) вычисляются системой высот Балтийского моря.

Геодезические системы подразделяются на государственные системы частотной и съемочной, а сами по точности делятся на взаимные классы.

Для правильного проведения геодезических работ Перед проведением съемки задается задача с необходимой точностью измерения, после чего выбираются соответствующие приборы методами проведения работ.

4.2. государственные геодезические узлы

Государственные геодезические узлы являются основой дальнейшего развития частотно-съёмочных сетей, а также решения многих инженерных задач, таких как поиск, строительство, недропользование, землеустройство и т.д.

Поэтому для обеспечения точности построения геодезических узлов его угловые и длинномеры должны производиться соответствующими приборами и способами

К государственным геодезическим узлам относятся:

а) планарные системы класса 1,2,3,4, отличающиеся между собой точностью угловых и длинномерных измерений, длиной стенок системы. Планарные системы строятся методами триангуляции, триатерации, полигонометрии.

б) высотные нивелирные узлы I, II, III и IV классов. Они создаются методом геометрического выравнивания.

Геодезические системы строятся по принципу перехода от общего к частному: чем точнее строятся от высшей системы, т. е. от I-го класса к низшему, тем более точными и менее точными строятся к классу. Система i-го класса будет иметь максимально высокую точность и послужит основой для развития геодезических систем нижних классов и расчета координат пунктов траншей в единой системе.

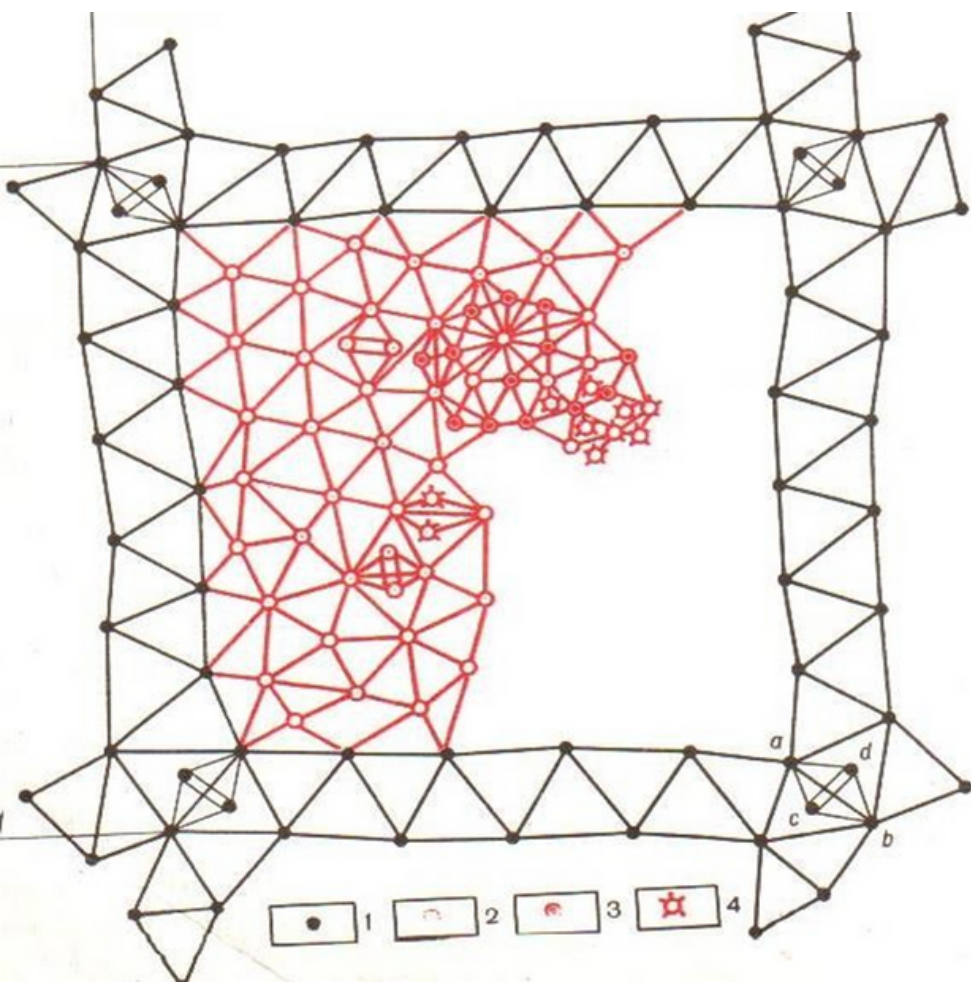
Методы триангуляции (трилатерации) и полигонометрии образуют планарную основу, то есть через нее получают координаты x, y каждой опорной точки. А, выравниванием третья координата пункта - Z , т. е. высотомер, вычисляемый над уровнем моря.

При создании опорных узлов государственного плана основным методом считался метод триангуляции, заключающийся в образовании треугольников на поверхности Земли. Он обеспечивает надежную проверку полевых угловых измерений путем измерения всех углов треугольников.

Чтобы определить длины сторон треугольников, достаточно измерить одну сторону узла треугольника. Длина остальных сторон определяется расчетом. Треугольники располагаются в определенном порядке, т. е. близко к равнобедренному (рис.4.1).

Отличие триангуляции от трилатерации заключается в способе определения длины сторон треугольников. Длина базиса в триангуляции когда я вычисляю длины по измеренным горизонтальным углам треугольников, в трилатерации используются радио-и лазерные дальномеры.

Звено 1 класса



На поверхности Земли вершины треугольников фиксируются специальными центрами, вставленными в слой топра. Над центрами устанавливаются трехгранные пирамиды из металла или дерева, чтобы их можно было увидеть с других точек. Ряды триангуляции состоят из треугольников средней длины 20-25 км, которые, в свою очередь, образуют звенья класса длиной 200 км. Звенья проводятся в соответствии с направлениями меридианов и широт. Сторона Ab в треугольнике считается исходной стеной, и она также измеряется с очень высокой точностью. Протяженность 20-25 км на поверхности Земли трудно измерить на практике, поэтому измеряется не исходная стена Ab , а лежащая на ней горизонтально, ближайшая к ней стена CD длиной 6 км (рис.4.1).

Рисунок 4.1. Развитие триангуляционных узлов

Триангуляция (трилатерация), полигонометрия и нивелирование подразделяются на узлы государственного (классы) и местного значения (разряды). Описание государственного узла, выполненного триангуляцией класса 1,2,3,4, приведено в таблице 4.1.

Таблица 4.1. Описание государственного узла

Триангуляциялық кластар	Жақтар ұзындықтары, км	Бұрыштар өлшеудегі орт.қателік, сек	Үшбұрыштардағы шекті қателіктер, сек	Бастапқы базисітік жақты шеудегі орташа қателіктер	Базисті өлшеудегі орташа қателіктер
Мемлекеттік геодезиялық тораптар					
1	20	0сғ,7	3сғ	1:400000	1:1000000
2	8-20	1сғ,0	4сғ	1:300000	1:1000000
3	5-8	1сғ,5	6сғ	1:200000	-
4	5	2сғ,0	8сғ	1:200000	-
Жергілікті маңызы бар геодезиялық тораптар					
1	5	5сғ	20сғ	1:50 000	-
2	3	10сғ	40сғ	1:20 000	-

В закрытых, полузакрытых районах, т. е. в труднодоступных для проведения измерительных работ местах и городских территориях, государственная геодезическая сеть создается в виде полигональных полигонометрических ходов, состоящих из замкнутых или неразрывных линий (рис.4.2).

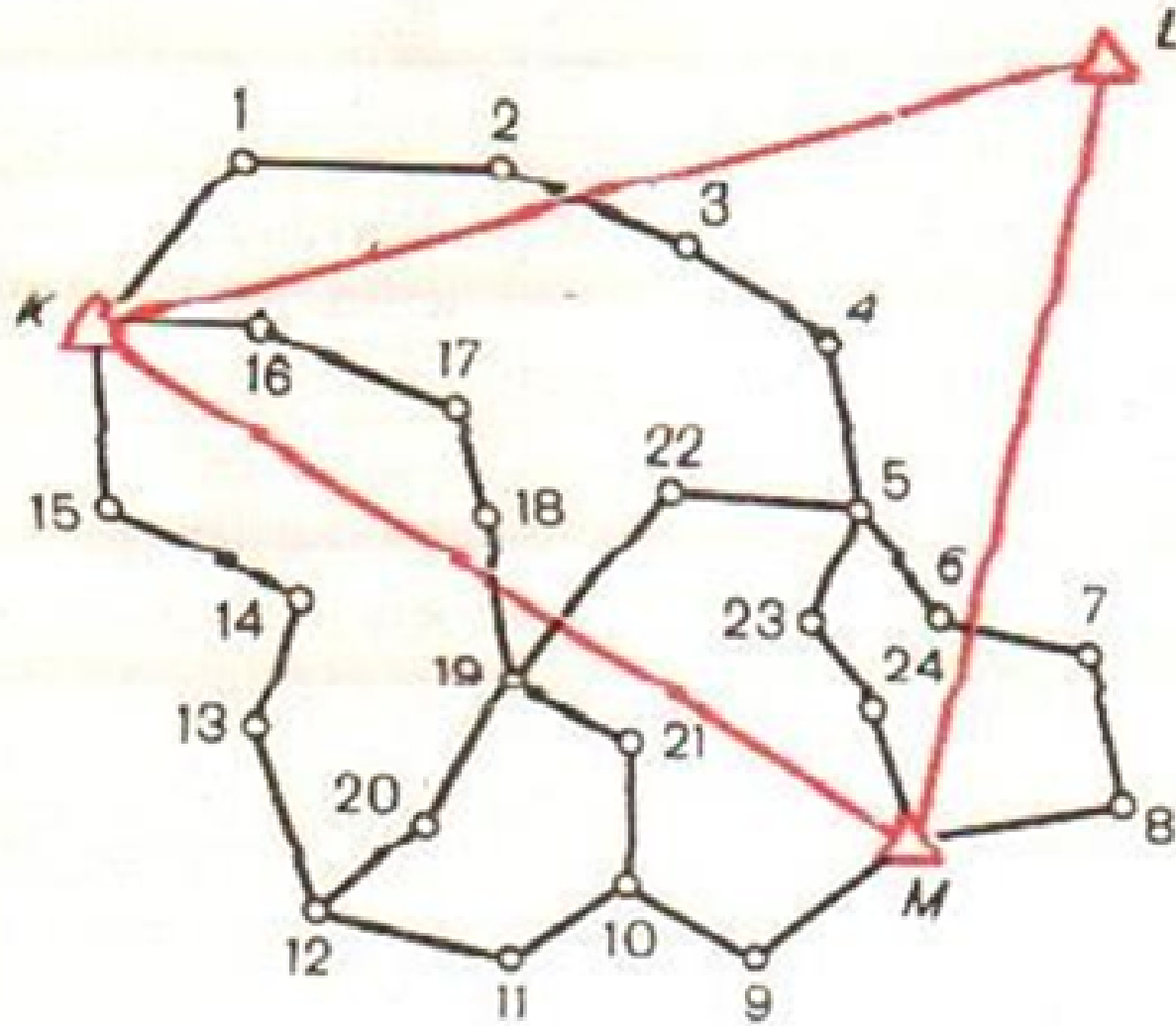


Рисунок 4.2. Полигонометрия:
5, 19 точки общей связи; к, L, М – пункты
триангуляции

Замкнутые, не замкнутые полигонометрические ходы привязываются к пунктам триангуляции. В зависимости от метода измерения стенок многоугольник или ствол, то есть путем прямого измерения ходовых стенок; параллаксическая или базисная многоугольничья, в которой стены основаны на косвенном обнаружении с помощью короткого базиса и преллактического острого угла. Из этих двух приемлем первый способ. Это связано с тем, что длины сторон измеряются с высокой точностью с помощью радиометров и измерителей светового расстояния.

При создании полигонометрии полигон стремится сделать стороны максимально длинными, и в этом случае результат будет более точным. Причина в том, что основная ошибка уходит из углов. Точность выполнения работ, присущая каждому классу полигонометрии, приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2. Характеристики полигонометрии

Полигонометрия	Жүрістің шеткі ұзындықтары, км			Бұрыштарды	Полигонн бұрышты	Полигон жүрсіні
Кластары	Қатайтылған пункттер арасындағы	Байланыс пункттер арасындағы	Жақтар ұзындықтар, км	Өлшеуді орташа қателігі	Шекті қателігі	Ең шекті қателігі
Мемлекеттік геодезиялық полигонометриялық тораптар						
1 2 3 4	-200 Арнайы бағдарлама бойы Бұрылу нүктелері 2 көп ем 10 5	20-25 7-20 3 2	0", 4 1",0 1",5 2",0	- - - 5 n"	- - - 1:25000	
Жергілікті маңызы бар геодезиялық тораптар						
1	7	3	0,12-0,8	5"	10 n"	1:10000
2	5	2	0,08-0,3	10"	20 n"	1:5000

Таблица 4.3. Описание узлов выравнивания

Нивелирлеу кластарыы	Полигонның периметрі (жүріс ұзындығы, км)	Полигонның шекті қателігі (жүріс), мм
I II III IV	500-600 150-200 25	Үлкен дәлдікпен орындалады 5 L 10 L 20 L

В последние годы в связи с появлением высокоточных электронных тахеометров все чаще используется полигонометрическое построение узлов.

Современные приборы и инструменты, применяемые в маркшейдерско-геодезической практике, позволяют проводить геометрическое нивелирование с высокой точностью.

Государственные нивелирные узлы подразделяются на I,II,III, IV классы и имеют свои особенности, характерные для каждого из них (табл.4.3).

Таблица 1 . Узлы геодезической частотности

Керсеткіштері	1-разряд	2-разряд
Триангуляция		
Үшбұрыш жақтарының ұзындағы, км	0,5 – 5,0	0,25-3,0
Базистік қабырғаны өлшеудің шекті қателігі	1:500 000	1:20 000
Үшбұрыштағы қателіктің шекті мәні	±20"	±40"
Бұрыш өлшеудің орташа қателгі	±5"	±10"
Трилатерация		
Үшбұрыш жақтарының ұзындағы, км	0,5 – 5,0	0,25-3,0
Базистік қабырғаны өлшеудің шекті қателігі	1:20 000	1:10 000
Полигонометрия		
Жүрістердің шекті ұзындықтары, км	5	3
Жүріс жақтарының ұзындықтары, км	0,12-0,60	0,80-0,30
Полигонометриялық жүрістердің периметрі, км	15	9
Жүрістегі жақтарының шекті саны	15	15
Жүрістің салыстырмалы қателігінің шегі	1:10 000	1:5 000

Нивелирные узлы I и II классов являются основой создания единой высотной системы государства. А III и IV классы нивелирования обеспечивают топографические съемки и различные геодезические работы.

Технические условия на геодезических узлах местного значения предельная погрешность выравнивания равна. 50, мм (где L-длина хода, км)

Узлы геодезической частотности

Узлы геодезической частотности разрабатываются пункты вышеупомянутых геодезических узлов, и они необходимы для съемки поверхности земли в масштабе 1:5000-1:500, а также для проведения различных геодезических работ. Создание маркшейдерских частотных узлов выполняют маркшейдеры специальных учреждений или геологоразведочных экспедиций и горных предприятий.

Узлы геодезической планарной частотности выполняются в виде аналитической и полигонометрии 1, 2 разряда. Их характеристики приведены в таблице 2.4.

Аналитические узлы создаются путем триангуляции или пересечений. Если на местности нет ни одного пункта геодезического планового обоснования класса 1,2,3,4, необходимого для проведения маркшейдерских работ, то на месте можно построить отдельные 1-и 2-разрядные узлы съемки.

Полигонометрия 1 и 2 разрядов выполняется в виде одиночных ходов или системы, проходящей через узловы (узловы) точки, считающиеся государственным геодезическим опорным пунктом.

Большое значение при разборке опорных узлов имеют пункты подвесного хода, обеспечивающие приближение к стволу шахты, не превышающие трех стенок, то есть маркшейдерские пункты приближения. Пункты подхода не должны располагаться дальше 300 м от устья ствола шахты. Они должны быть пунктами триангуляции 1-4 классов, трилатерации, полигонометрии или аналитических узлов 1 и 2 разряда.

На производственной площадке горного предприятия должны располагаться не менее трех высотных реперов, высотные отметки которых определены нивелированием IV класса.

Узлы геодезической съемки

Узлами плановой и высотной съемки называют пункты и точки, используемые для проведения дополнительных съемок и решения различных горнотехнических задач. Они создаются на основе геодезических опорных пунктов. В некоторых исключительных случаях, например, при съемке участков площадью не более 20 км² в масштабах 1: 5000 и 1: 2000, приходится применять съемочные узлы.

Места пунктов обоснования плановой съемки определяются на основе теодолитных, тахеометрических и аналитических ходов. Количество пунктов обоснования съемки определяется в соответствии с масштабом съемки, так, для масштаба 1:5000 должно быть четыре пункта, для масштаба 1:2000 – 10, а для масштаба 1:1000-16 пунктов.

Методы нанесения обоснований съемки подбираются в зависимости от рельефа, объема и вида поверхности, в некоторых случаях используется метод, основанный на нескольких из упомянутых методов.

Среднеквадратичная погрешность определения места пунктов обоснования съемки не должна превышать 0,1 мм масштаба съемки в плане. Разгрузочные узлы состоят из основных пунктов и дополнительных разгрузочных систем, дополняющих их. Основные пункты разгрузочных систем фиксируются прерывистыми центрами при наличии возможности их хранения. А дополнительные пункты, которые не выдерживают много времени, закрепляются временными центрами.

Методы построения обоснований плановой съемки

Места пунктов обоснования плановой съемки определяются на основе аналитических систем, геодезическими пересечениями, полярным способом, теодолитными ходами, разделением прямоугольных решеток, строением крупных линий и пространственной фототриангуляцией.

Способы составления обоснований выгрузки выбираются в зависимости от рельефа поверхности, объема, вида, терности карьера и применяемой системы казу в некоторых случаях используется метод, основанный на нескольких из упомянутых способов.

В методе аналитических систем-основные пункты образуют систему тройников (рис.9.2,а).

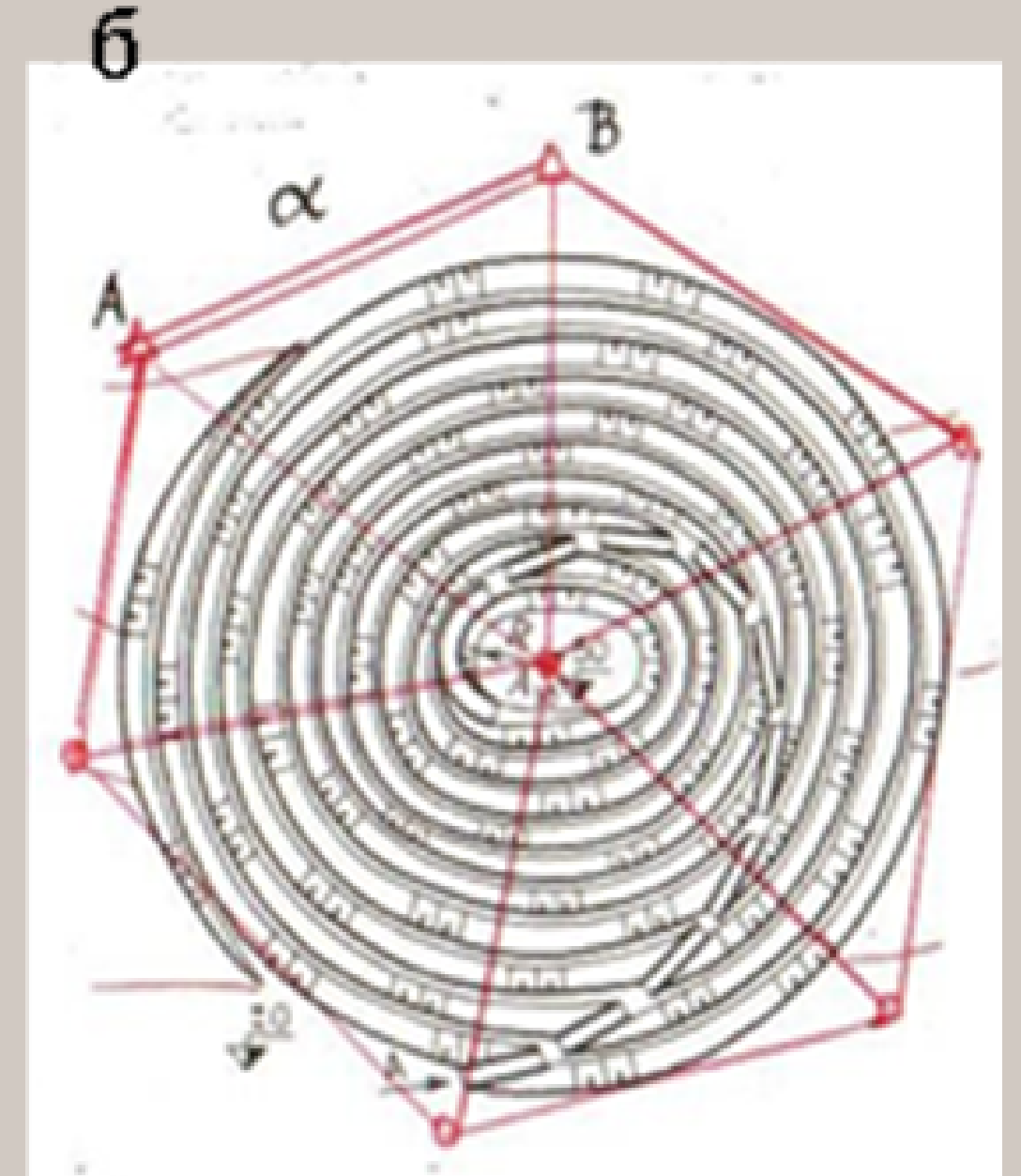
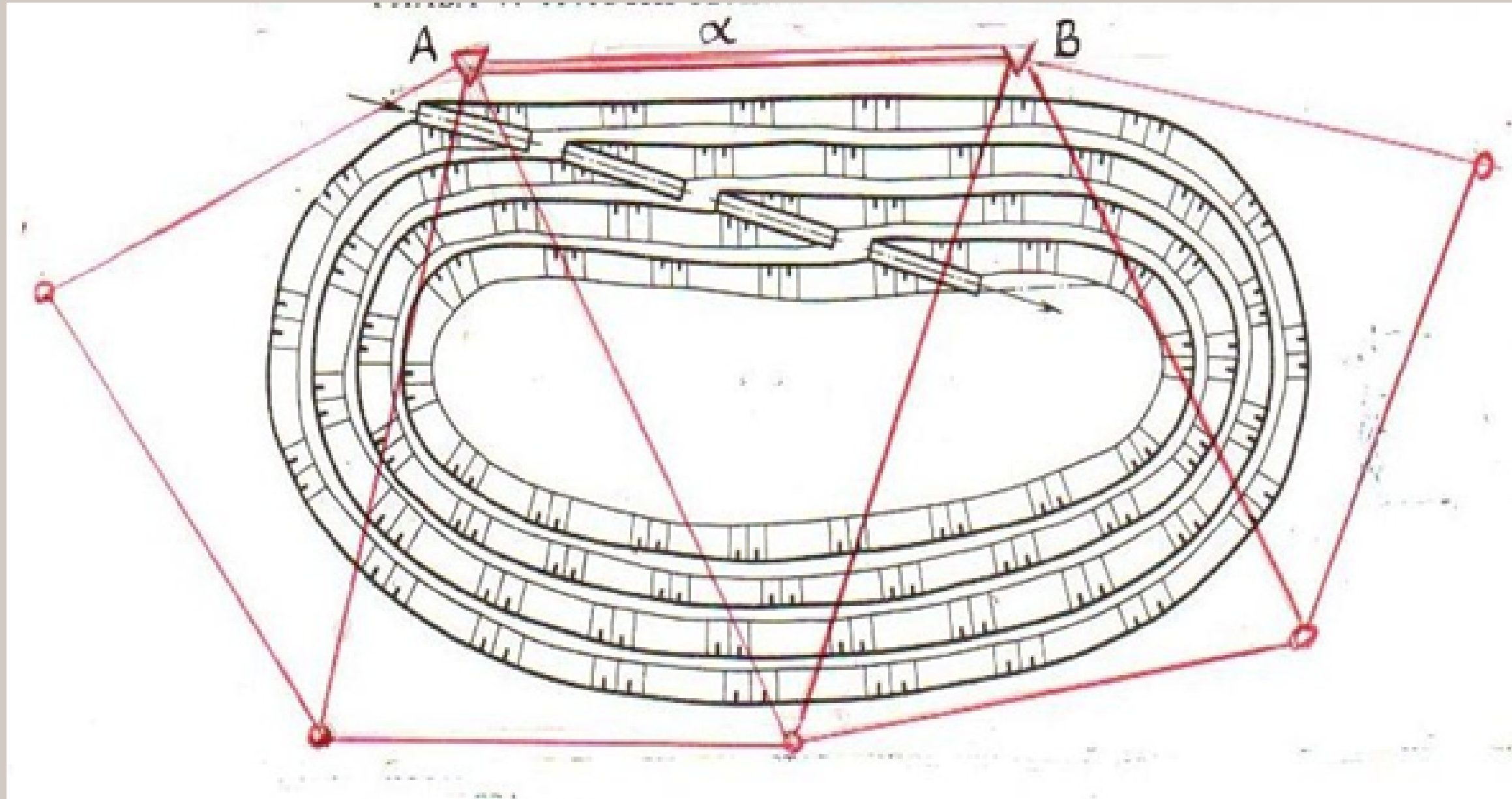


Рисунок 9.2. Схема аналитических систем

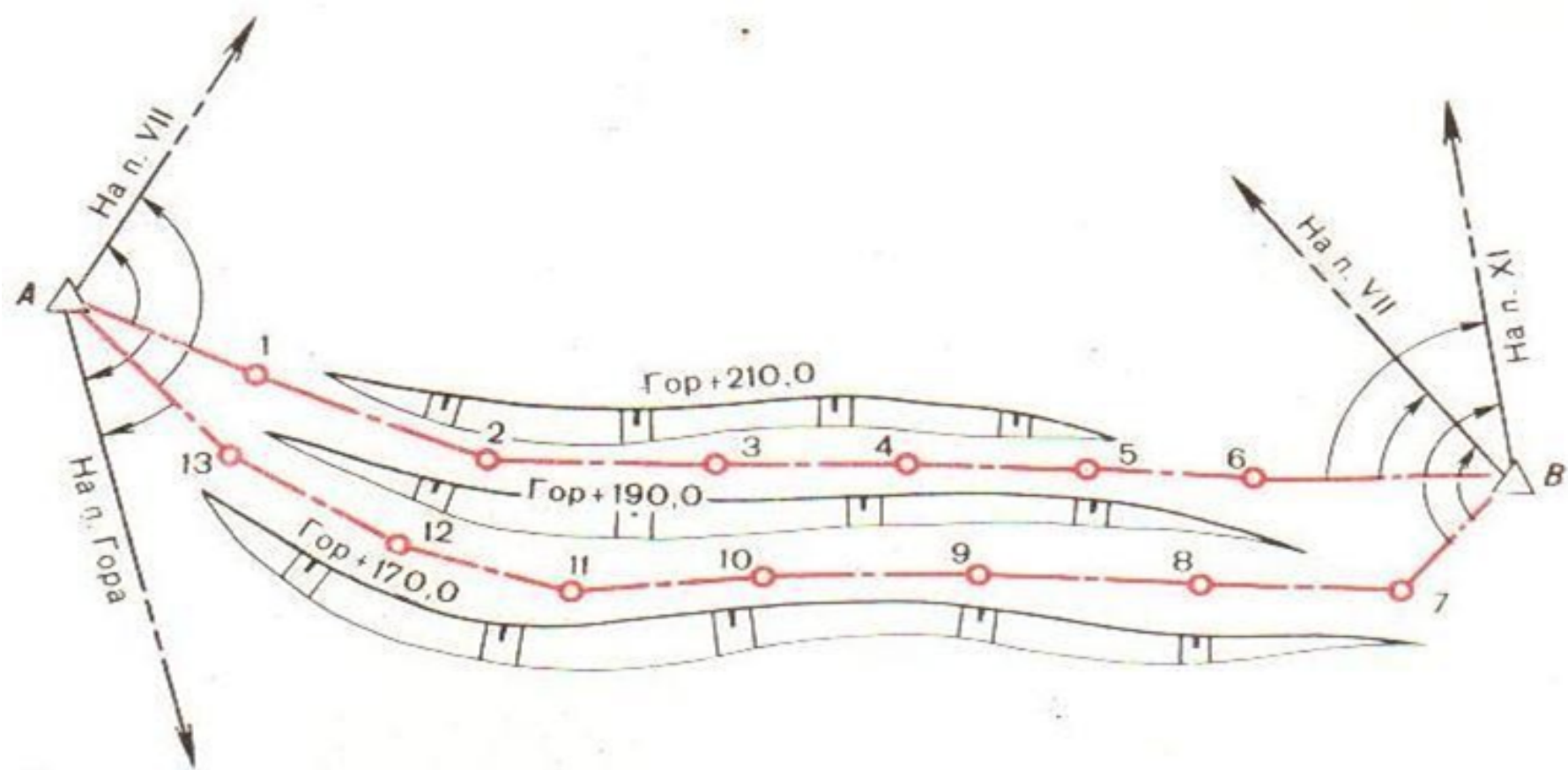
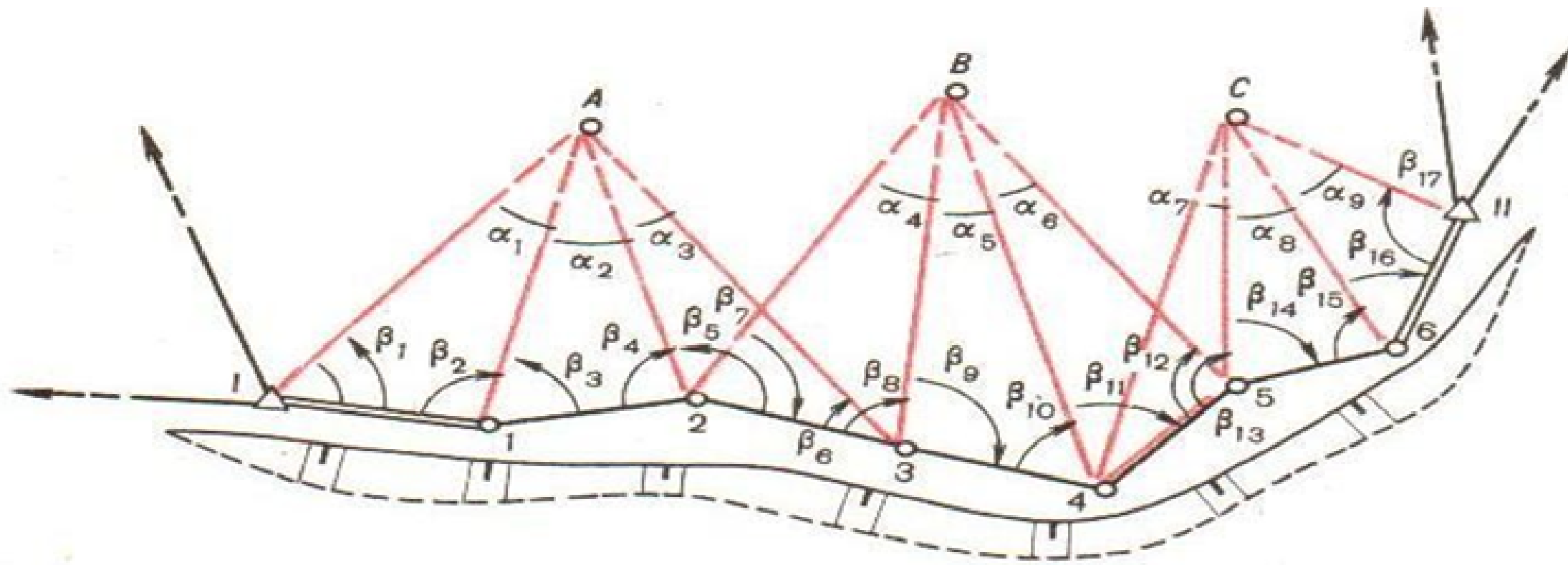


Рисунок 9.3. Схема развития обоснования выгрузки теодолитными ходами

В систему тройников можно ввести до 7 пунктов на расстоянии от 300 до 1000 м. В аналитических системах арах используется в глубоких карьерах и горных районах, где трудно измерить расстояния напрямую. Тройники, образующие аналитическую систему, должны быть, по возможности, равнобедренными. Блохи в точках, координаты которых определяются, должны быть не менее 30°, либо не более 150°.

Угловые размеры в этой системе измеряются теодолитами Т2, Т5 или такими Апатитами точности. Среднеквадратичная погрешность измерения угла не должна превышать 5' в 1-разрядных системах и -10' в 2-разрядных.

Полигонометрические или теодолитные ходы Полигонометрия (1-й и 2-й разряды) строится как отдельные или систематические теодолитные ходы. Теодолитные ходы либо между двумя известными точками (А и В), либо ведут его в тупик, т. е. возвращаясь в ту же точку с заданными координатами(рис.9.3). Угловые измерения выполняются так же, как и в методах аналитических решеток. Длина измерения прямая и обратная длина со стальными лентами или приборами для измерения длины расстояние между измерениями не должно превышать 1:1000, а линейное непересекающееся отношение не должно превышать 1: 3000



В некоторых случаях, например, когда площади карьерных уступов неудобны для проведения измерений, применяется косвенный подход к построению аналитических систем, измеряющих длины линий теодолитных ходов, предложенный профессором А. И. Дурневым (рис.9.4). При этом подходе теодолитный ход строится между опорными пунктами I и II, и получаются вспомогательные точки A, B и C, которые хорошо видны на удалении. I, 1, 2,... Стоя в точках II, измеряются углы, показанные на рисунке. Используя измеренные величины углов и теорему синусов из треугольников, определяют длины сторон треугольника.

Рисунок 9.4. Косвенный подход к построению аналитической системы

Зерновые линии и полярные подходы

Способ крупяных линий применяется, если работа в карьере ведется системой развития только в одном направлении и при движении работы от судов виден опорный пункт, расположенный на неподвижном борте карьера. Например, для закрепления круп на рис. 9,5, а, в первую очередь 2-разрядные А, В, С, ..., Г полигонометрический ход создается. Вычисляя углы ψ и φ по известным дирекционным углам линий крупы, они направляют створки и со стороны борта карьера а-1, В-2, С-3, ..., Г-4. Фиксирует точку 7.

Закрепив конец деления точек линий крупы на точку Р1 теодолитом, измеряет углы β и β , определяет координату точки Р1 по известным углам ψ и φ и расстояниям CD и DE. Далее, стоя в точке Р2, прицеливаясь в точки В и Е, этим способом делят другие крупяные линии. Полярный подход (рис. 9.5,б) применяется в тех случаях, когда горные работы в крупных карьерах расположены на значительном удалении (2000 м) от пунктов геодезических основ. При таком подходе с высокой точностью определяются расстояния до точек съемки с использованием современных электронных тахеометров.

Для определения координат точек (Х, У)β, представленных на рис. β1, β2, β31 между начальным направлением АС и направлениями определяемых точек... углы, L1, L2, от основной точки А до этих точек ..., L4 измеряет уклоны ара и уклоны СН направлений к точкам обнаружения.

Измерения расстояния в Полярном подходе. средняя катность не должна превышать + 0,1 м, и полярность для каждой точки должна определяться дважды.

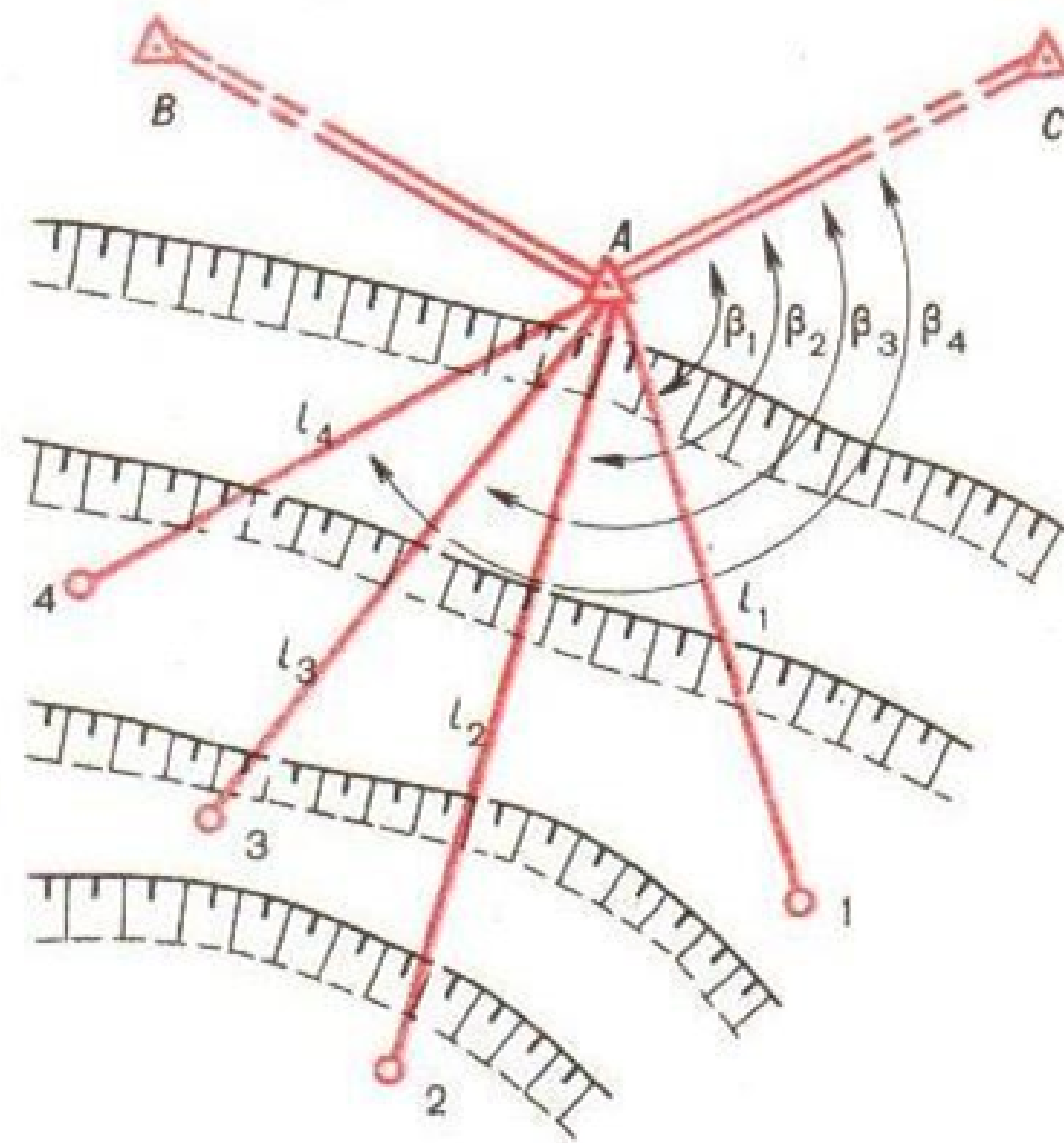
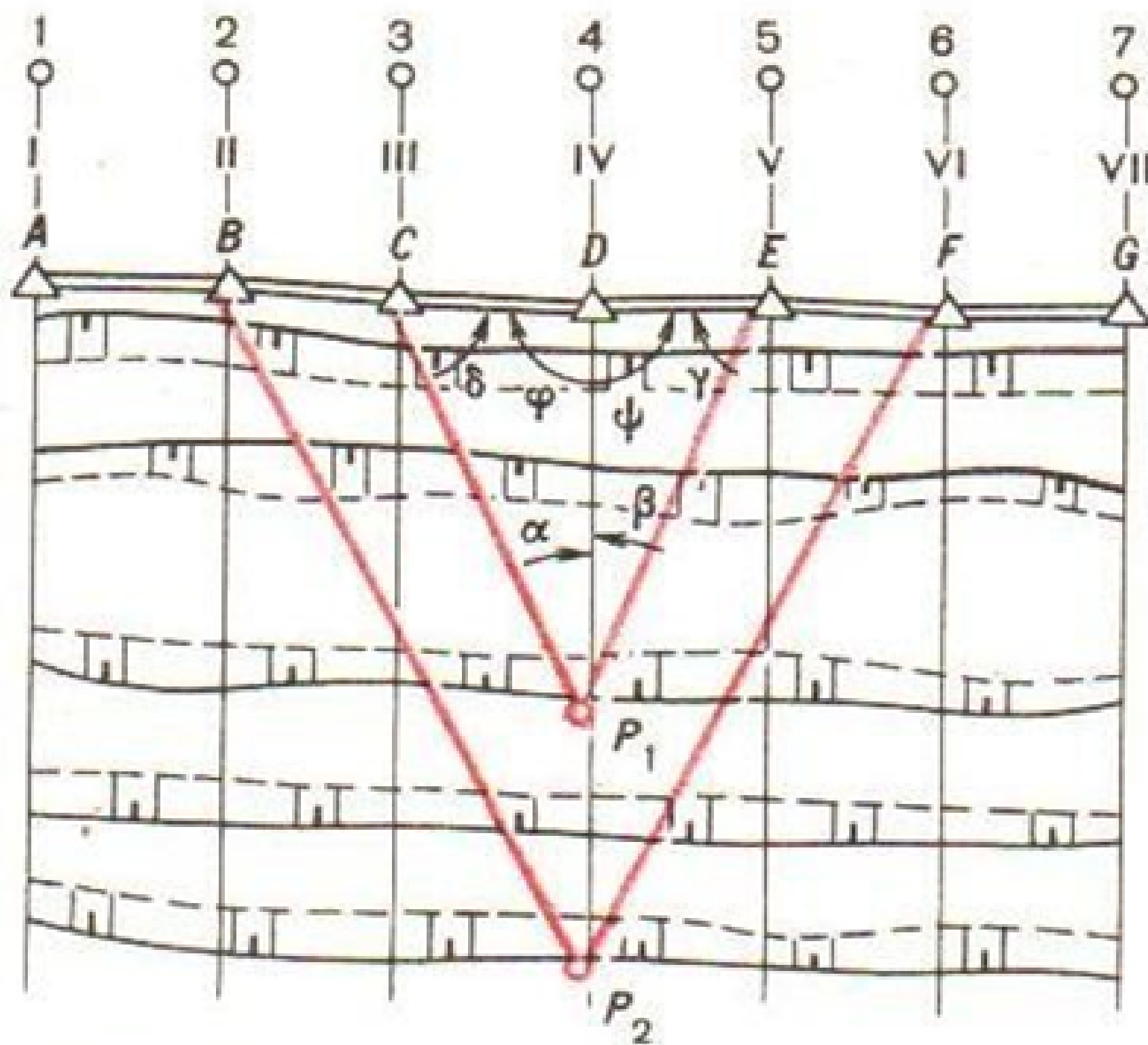
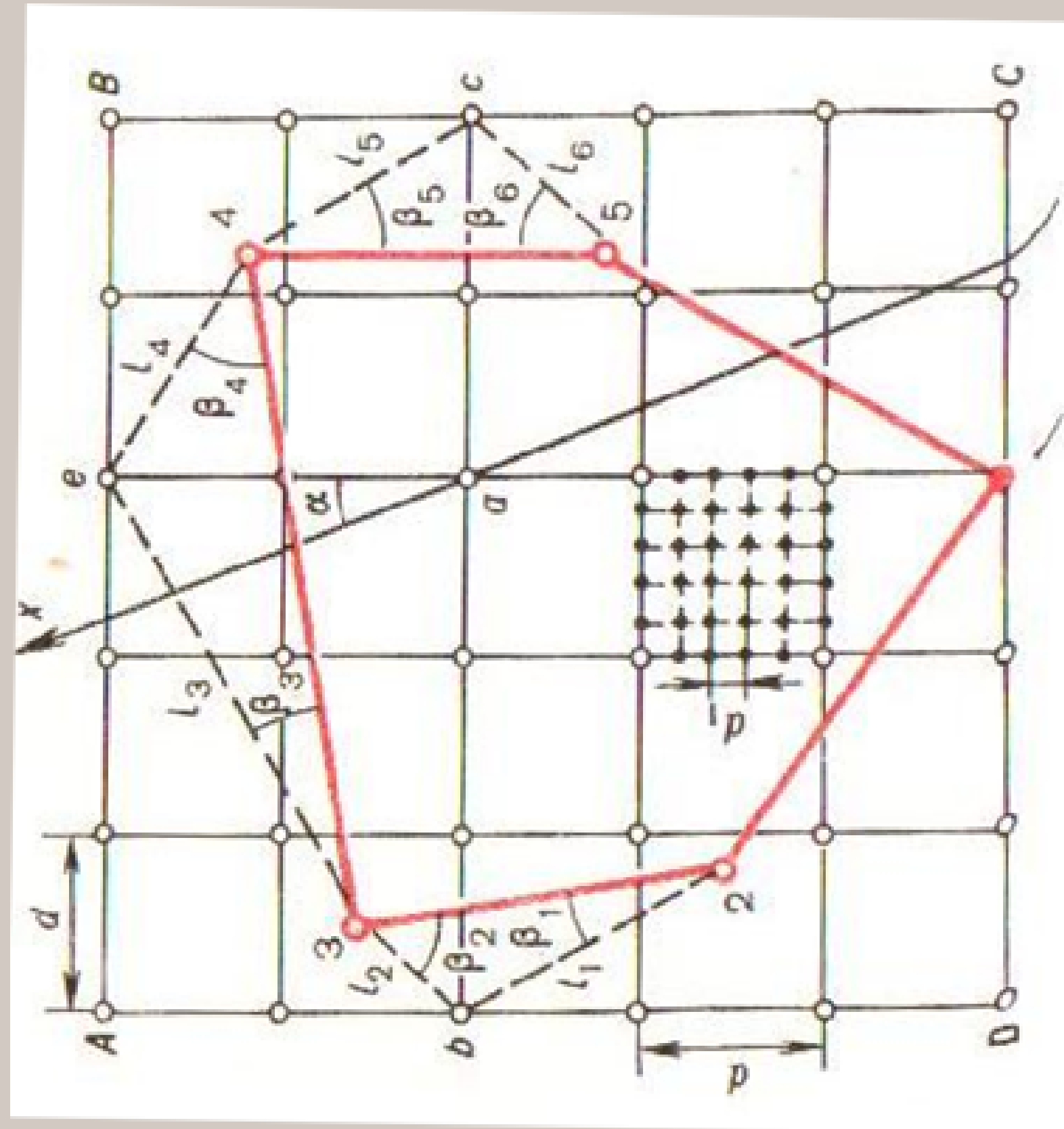


Рисунок 9.5.Схемы построения обоснований съемок:

а -горизонтальный отрезок; б-Полярный метод



9.3.4. метод эксплуатационных или квадратичных сеток Рисунок 9.6. Схема изготовления эксплуатационных сеток

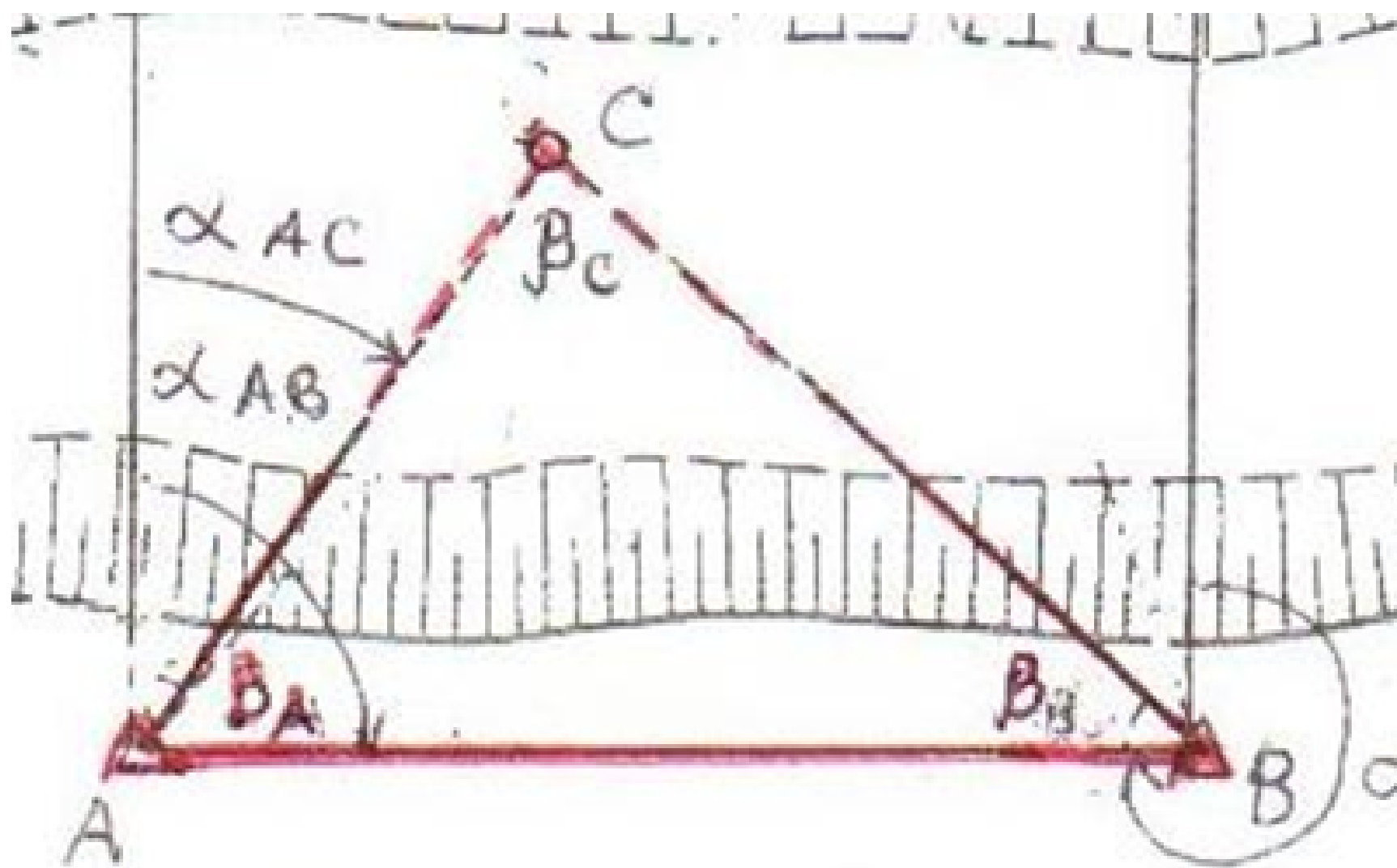


Рисунок 9.7. Схема прямой резьбы

Такой подход применяется в карьерах с плоской поверхностью, малотернистыми карьерами, обширными месторождениями, в условиях умеренных кемеровских багг, а также в драговых и гидравлических землеройных работах. Пункты разгрузки на перекрещенные крыши квадратных или прямоугольных сеток базируется на размещении (рис. 9.6). Стенки прямоугольных решеток располагаются параллельно (или перпендикулярно) направлению осей координ на плане или направлению развития горных работ в карьере.

В зависимости от масштаба съемки стены основных квадратов получают от 50 м до 200 м. Для проведения дополнительных съемок основные квадраты делят на меньшие квадраты со сторонами 5 - 40 м. Из четырех складок основного квадрата координаты плана определяются прямым и обратным пересечениями, полярными подходами или теодолитными ходами от маркшейдерских опорных пунктов в проекте.

Способы геодезических пересечений
Способом прямого пересечения (рис.9.7). Геодезические пересечения используются для создания отдельных точек, расположенных вдали от пунктов опорных систем. Здесь для определения координат точки С измеряют углы β_A и β_B в основных пунктах А и В и дважды определяют, решая треугольник ABC. Для повышения надежности обнаружения на практике возможно пересечение не двух, а трех и более пунктов.

Пунктов А и В координаты (ХА, УА, ХВ, УВ) и измеренные предположим, даны углы βА и βВ. При необходимости определения координат точки С (ХС, УС) вычисляется способ прямого геодезического сопоставления в следующей последовательности:

1. вычисляет горизонтальный угол (βС) в точке С следующим образом:

$$\beta_C = 180^\circ - (\beta_A + \beta_B) \quad (9.1)$$

2. Расчет дирекционного угла (αAB) и горизонтальной длины стенки АВ:

$$\text{tgr}_{AB} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{\Delta y}{\Delta x}, \quad (9.2)$$

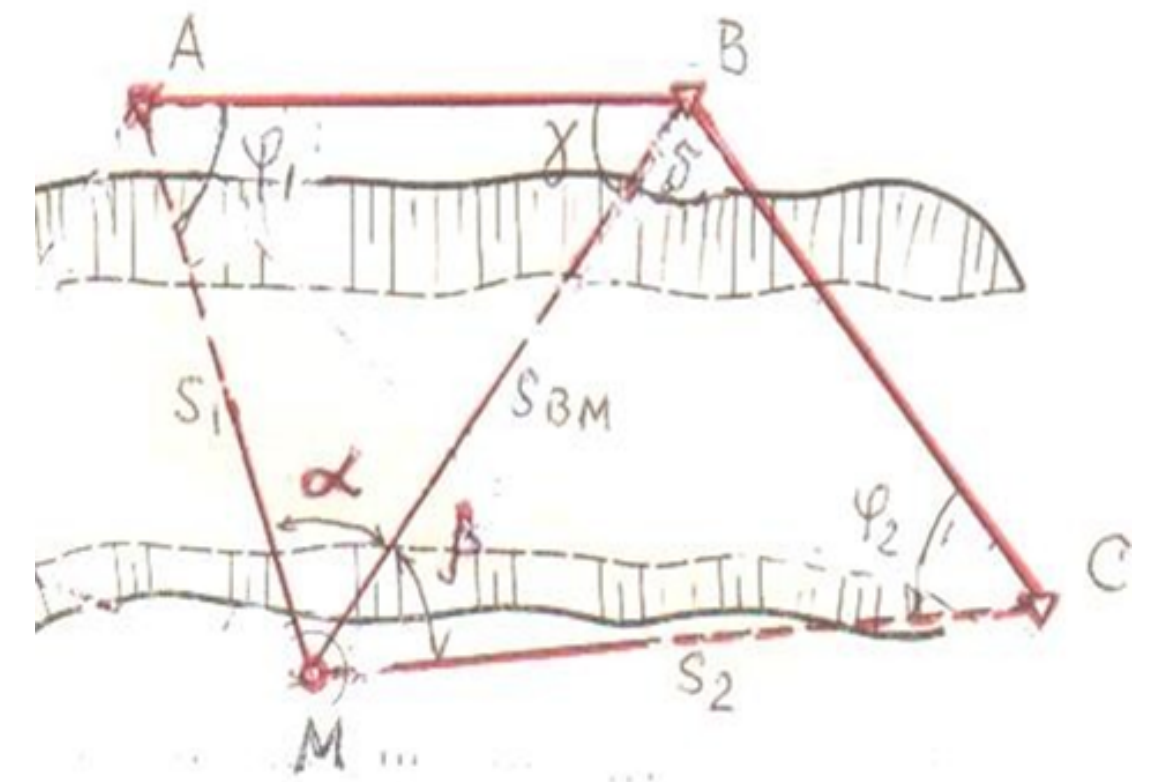
где-Румб стены АВ.

Приращения координат через знаки Δу и Δх определяют, в какой четверти лежит направление АВ, и вычисляют его дирекционный угол-равный ав.

$$d_{AB} = \frac{y_B - y_A}{\sin r_{AB}} = \frac{x_B - x_A}{\cos r_{AB}}.$$

3. используя теорему синусов и значения измеренных углов βА и βВ, вычисленную длину dAB, определяют длины двух сторон треугольника ABC:

$$d_{AC} = \frac{d_{AB} \sin \beta_B}{\sin \beta_C}; \quad d_{BC} = \frac{d_{AB} \sin \beta_A}{\sin \beta_C}.$$



4. дирекционные углы стен AC и BC (α_{AC} , α_{BC}) определяются по следующим формулам

$$\alpha_{AC} = \alpha_{AB} - \beta_A; \quad \alpha_{BC} = \alpha_{BA} - \beta_B,$$

$$\alpha_{BA} = \alpha_{AB} \pm 180^\circ;$$

5. вычисляет приращения координат точки C по сравнению с точками A и B:

Через точку A:

$$\Delta x_{AC} = d_{AC} \cos \alpha_{AC};$$

$$\Delta y_{AC} = d_{AC} \sin \alpha_{AC}.$$

Через точку B:

$$\Delta x_{BC} = d_{BC} \cos \alpha_{BC};$$

$$\Delta y_{BC} = d_{BC} \sin \alpha_{BC}.$$

6. координаты точки C вычисляются точкой A дважды через точки B по следующим формулам:

Через точку A

$$x_C = x_A + \Delta x_{AC} = x_A + d_{AC} \cos \alpha_{AC};$$

$$y_C = y_A + \Delta y_{AC} = y_A + d_{AC} \sin \alpha_{AC}$$

Через точку B

$$x_C = x_B + \Delta x_{BC} = x_B + d_{BC} \cos \alpha_{BC};$$

$$y_C = y_B + \Delta y_{BC} = y_B + d_{BC} \sin \alpha_{BC}$$

7. известная погрешность измерения горизонтального угла - это погрешность положения точки C, определяемая по формуле.

$$m_c = \frac{m_\beta''}{\rho'' \sin (\beta_A + \beta_B)} \sqrt{d_{AC}^2 + d_{BC}^2}$$

Точки C оценить результаты расчета можно по другим пунктам, дополнительно определив координаты.

Способ решения прямой геодезической перекладины в программе Excel представлен в таблице 9.1.

В пункте М, определяемом методом обратной связи, измеряются пучки τ и β между известными направлениями А, В, С (рис.9.8).

Однако для проверки также необходимо прицелиться в четвертую точку и измерить дополнительный угол.

Полный путь решения этой задачи был разработан французским математиком Лорано Потено, поэтому определение координат точки путем обратного пересечения часто называют вычислением Потеноты.

В дополнение к классическому подходу, предложенному Потеной для решения обратного геодезического пересечения, существуют способы расчета по формулам Кнейсселя, Коллинза, Павлова и др. Ниже приведена полная схема решения этой задачи (Потенота). Расчетные работы выполняются в следующей последовательности:

1. Определение дирекционных углов и горизонтальных длин стен АВ и ВС между пунктами А(ХА, УА), В(ХВ,УВ); С(ХС УС) с известными координатами а (ХА, УА):

$$tgr_{AB} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}; \quad tgr_{BC} = \frac{y_C - y_B}{x_C - x_B}.$$

Дирекционные углы (α_{AB}, α_{BC}) определяются символами вычисленных румб и координатных приращений.

$$c = \frac{y_B - y_A}{\sin r_{AB}} = \frac{x_B - x_A}{\cos r_{AB}}; \quad d = \frac{y_C - y_B}{\sin r_{BC}} = \frac{x_C - x_B}{\cos r_{BC}}.$$

2. величину угла γ определяют по формуле:

$$\angle ABC = \gamma + \delta = \alpha_{AB} - \alpha_{BC}.$$

3. в точках А и В φ₁ и φ₂ находят величину горизонтальных углов, для чего в первую очередь определяют сумму углов φ₁ и φ₂.

$$\varphi_1 + \varphi_2 = 360^\circ - (\gamma + \delta) - (\alpha + \beta);$$

Затем определяют разность углов φ₁ и φ₂. Для этого из треугольников АВМ, СМВ образуют следующие отношения:

$$\frac{a \sin \alpha}{c \sin \beta} = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2}.$$

В эту формулу $ctg \theta = \frac{a \sin \alpha}{c \sin \beta}$ нужно ввести обозначение-найти значение угла θ.

Используя приведенную ниже формулу, находим половину разности углов φ_1 и φ_2 :

$$tg \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = tg \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} ctg(45^\circ + 0),$$

суммируя углы φ_1 и φ_2 с разностями, находят полные величины этих углов:

$$\varphi_1 = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} + \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}; \quad \varphi_2 = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} - \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}.$$

Правильность вычисленных углов φ_1 и φ_2 проверяют по формуле 9.13.

4. из углов АВД и СВД следует определить углы γ и δ .

(9.16)

Проверка $\gamma + \delta = \delta ABC$.

5. вычисляет дирекционные углы стенок АМ и СМ (α_{AM} , α_{CM}) и длины (S_1 , S_2 , S_{BM}):

$$S_1 = \frac{csin\gamma}{sin\alpha}; \quad S_2 = \frac{asin\delta}{sin\beta}; \quad S_{BM} = \frac{csin\varphi_1}{sin\alpha} = \frac{asin\varphi_2}{sin\beta}.$$

6. приращения, координаты точки М определяют дважды через точки А и С (для проверки).

Через точку А:

$$\Delta x_{AM} = S_1 \cos \alpha_{AM};$$

$$\Delta y_{AM} = S_1 \sin \alpha_{AM}$$

Через точку С:

$$\Delta x_{CM} = S_2 \cos \alpha_{CM};$$

$$\Delta y_{CM} = S_2 \sin \alpha_{CM}$$

7. координаты точки М определяются дважды через точку

А: (9.19)

$$x_M = x_A + \Delta x_{AM}$$

$$y_M = y_A + \Delta y_{AM}$$

Через точку С:

$$x_M = x_C + \Delta x_{CM}$$

$$y_M = y_C + \Delta y_{CM}$$

Способ решения обратного перекося в программе Excell представлен в таблице 9.2.

Таблица 9.1. Способ решения прямой тяги

$X_A = 5418,98$

$Y_A = 9054,70$

$\beta_A = 36^\circ 45' 21''$

Орындау реттері, формула- лар	Мәндері	Орындау реттері, формула- лар	Мәндері	Орындау реттері, формула- лар	Мәндері	Орындау реттері, формула- лар	Мәндері	Орындау реттері, формула- лар	Мәндері	Орындау реттері, формула- лар	М
(36) γ_C	9293,14	(34) γ_C	9293,14	(15) d_{AB}	515,73	(17) $\sin\beta\beta$	0,6300969	(25) $\sin\alpha AC$	0,710601	(23) αAC	4
(32) ΔUBC		(30) ΔYAC		(13)				(19)		(5)	
	+161,97		+238,44	$\sin rAB$	0,148275	(18)	0,969776	dAC	335,55	βA	3
						$\sin\beta c$					$^\circ 4$
(1) γ_B	9131,17	(2) γ_A	9054,70	(8) Δy	+76,47	(10) $tgrAB$	0.149932	(26) $\cos\alpha AC$	0,703608	(12) αAB	
(3) γ_B	5929,01	(4) γ_A	5418,98	(9) Δx	+510,03	(11) rAB	8°31'37"	(27) $\sin\alpha BC$	0,508962	(6) βB	3
(31) ΔXBC	-273,93	(29) ΔXAC		(14)		(21)		(22)		(24) αBC	

			+236,10	$\cos rAB$	0,988946	$\sin\beta c$	0,969776	dBC	318,24		
(35) γ_C	5655,8	(33) γ_C	5655,08	(16) dAB	515,73	(20) $\sin\beta A$	0,598406	(28) $\cos\alpha BC$	0,860789	(7) γ_C	

9.2 -кесте. Кері қилыстыруды Потенота тәсілімен шешу

Бастапқы мәліметтер: $X_A=19\,603,0\text{ м}$
 $X_B=14\,259,5\text{ м}$
 $X_C=6\,908,3\text{ м}$

$Y_A=6\,545,2\text{ м}$
 $Y_B=10\,649,3\text{ м}$
 $Y_C=26\,920,8\text{ м}$

$\alpha=75^\circ 30' 54''$
 $\beta=46^\circ 35' 12''$

Орындау реттері, форму- лалар	Мәндері	Орындау реттері, форму- лалар	Мәндері	Орындау реттері, форму- лалар	Мәндері	Орындау реттері, форму- лалар	Мәндері	Орындау реттері, форму- лалар	Мәндері	Орындау реттері, форму- лалар	Мәндері	Орындау реттері, форму- лалар	Мәндері
(15) α_{AB}	142°28'26"	(54) α_{AM}	165°46'47"	(64) $\sin \varphi_2$	0,112013	(65) S_{BM}	2753,2	(59) $a \sin \delta$	14263,0	(57) $\sin \delta$	0,798826	(56) $\sin \gamma$	0,988
(13) $\text{tg } \gamma_{AB}$	0,768055	(14) γ_{AB}	37°31'34"	(34) $\sin \beta$	0,726415	(35) $c \sin \beta$	4894,4	(7) α	75°30'54"	(38) $\frac{1}{2}(\varphi_1, \varphi_2)$	14°52'07"	(51) γ	81°10'
(9) $y_B - y_A$	+4104,1	(10) $x_B - x_A$	-5343,5	(19) $\sin \gamma_{AB}$	0,609124	(20) $\cos \gamma_{AB}$	0,793076	(8) β	46°35'12"	(39) $\text{tg } \frac{1}{2}$ (φ_1, φ_2)	0,165493	(49) $\varphi_1 + \alpha$	98°49'
(1) y_A	6545,2	(2) x_A	19 603,0	(21) c	6737,7	(22) c	6737,7	(30) $\alpha + \beta$	122°06'06"	(40) (45°+ θ)	60°48'28"	(50) $\varphi_2 + \beta$	53°01'
(3) y_B	10 649,3	(4) x_B	14 259,5	(27) α_{BA}	322°28'26"	(28) α_{BC}	114 ° 18'46"	(29) $\gamma + \delta$	122°06'06"	(41) $c \text{fg}$ (45°+ θ)	0,558703	(52) δ	126°58'
(5) y_C	26 920,8	(6) x_C	6908,3	(25) α	17 855,0	(26) α	17855,0	(31) φ_1, φ_2	208°09'40"	(42) $\text{tg } \frac{1}{2}$ (φ_1, φ_2)	0,148332	(53) $\gamma + \delta$	Контр 208°09'
(11) $y_C - y_B$	+16 271,5	(12) $x_C - x_B$	-7351,2	(23) $\sin \gamma_{BC}$	0,911311	(24) $\cos \gamma_{BC}$	0,411717	(36) $\text{ctg } \theta$	29°44'14"	(43) $\frac{1}{2}$ (φ_1, φ_2)	8°26'14"	(48) $\frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2}$	Контр 3,532
(16) $\text{tg } \gamma_{BC}$	2,213448	(17) γ_{BC}	65°41'14"	(32) $\sin \alpha$	0,968213	(33) $a \sin \alpha$	17 287,4	(37) θ	3,53211	(44) φ_1	23°18'21"	(46) $\frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2}$	0,395
(18) α_{BC}	114 °18'46"	(55) α_{CM}	287°52'53"	(69) $\sin \varphi_1$	0,395640	(64) S_{BM}	2753,2	(53) $c \sin \gamma$	15°48'28"	(45) φ_2	6°25'53"	(47) $\frac{\sin \varphi_2}{\sin \varphi_1}$	0,112
(74) x_M	12 937,1	(70) $? x_{AM}$	-6665,9	(66) $\cos \alpha_{AM}$	0,969358	(60) S_1	6876,6	(67) $\sin \alpha_{AM}$	6658,0	(71) Δy_{AM}	+1689,2	(76) y_M	8234
(75) x_M	12 937,1	(72) $? x_{CM}$	+6028,8	(68) $\cos \alpha_{CM}$	0,307048	(61) S_2	19634,8	(69) $\sin \alpha_{CM}$	0,245650	(73) Δy_{CM}	-18686,4	(77) y_M	8234

$x_{M\varphi}=12\,937,1\text{ м}$

$$y_{M\varphi}=8\,234,4\text{ м} \quad m_M = \frac{S_{BM} m''_{\beta}}{\rho'' \sin(\varphi_1 + \varphi_2)} \sqrt{\frac{S_1^2}{c^2} + \frac{S_2^2}{a^2}} = \frac{2753,5''}{206265''/0.496} \sqrt{\frac{6876,6^2}{6737,7^2} + \frac{19634,8^2}{17855,0^2}} = 0,2\text{ м}$$

Этот подход распространен в карьерах, которые имеют большие размеры и широко используются аэрофотосъемки. Это съемка, снимаемая с воздуха, выполняемая специальным инструментом с использованием тройников или вертикальных тройников, в которых теодолит и фотоаппарат объединены. В данном способе взаимовыгодное соотношение составляется из следующих видов деятельности: летно-съемочная, полевая, топографо-геодезическая и фотограмметрическая.

К летно-съемочным работам относятся съемка и подготовка навигационных аппаратов, фотографирование местности. Полевые фотолабораториальные работы заключаются в получении фотографий и проверке качества аэросъемки, проводимой с целью получения контактных аэросъемок.

Определение координат и высотных отметок точек познания объектов на местности, изображенных на аэросъемке в полевых топографо-геодезических работах. А к фотограмметрической научной обработке относятся-определение данных полевых чертежных, топографо-геодезических работ, координат на изображении пунктов обоснования съемки с помощью специального стереокомпаратора, а затем расчет их основных координат X , Y , Z .

Обеспечение того, чтобы погрешности в выявленных координатах пунктов обоснования съемки не превышали установленных величин-регламентируется масштабом, высотой съемки, количеством опорных пунктов и выбором их расположения.

Подход к структурам GPS

Интенсивное развитие науки и техники за последние 10-15 лет породило в геодезии и маркшейдерии новый спутниковый метод определения координат. В этом методе геодезисты и маркшейдеры обычно не используют неподвижные точки геодезических узлов, а вместо этого используют координаты движущихся спутников. Очевидно, он может использовать координаты в любое время, когда геодезисты могут определить местоположение своего местоположения.

В настоящее время при определении координат используются две разные спутниковые системы:

Первая-российская система под названием ГЛОНАСС. Это сокращенная форма длинного названия системы как глобальной навигационной спутниковой системы. Вторая-американская система NAVSTAR GPS-Navigation System with Time And Ranging Global - Positioning System (навигационно-позиционная система определения расстояния и времени). В этом случае под словом «позиционирование» следует понимать определение координат.

Сегодня проникновение в геодезическую практику спутниковых навигационных систем (GPS, ГЛОНАСС, Galileo) интенсивно развивало создание наземных геодезических опорных и съемочных узлов (рис.9.9).

Применение глобальной системы позиционирования в маркшейдерском деле проводится по трем основным направлениям.

Первое направление применяется для создания и реконструкции частей открытых рудных работ и наземных геодезических опорных узлов, а также для проведения геодезической подготовки к фотограмметрическим воздушным съемкам.

Второе направление-выполнение наземных и коммуникационных съемок на месторождениях с скважинами добычи углеводородов, съемок открытого горного производства, инженерных сооружений, а также проектных и распределительных работ. Глобальная система позиционирования является единственным оптимальным вариантом для выполнения маркшейдерско-геодезических работ в труднодоступных, труднодоступных и отдаленных регионах, в периодизации государственных геодезических узлов (МГТ) и опорных систем в крупных карьерах (рис.9.9).

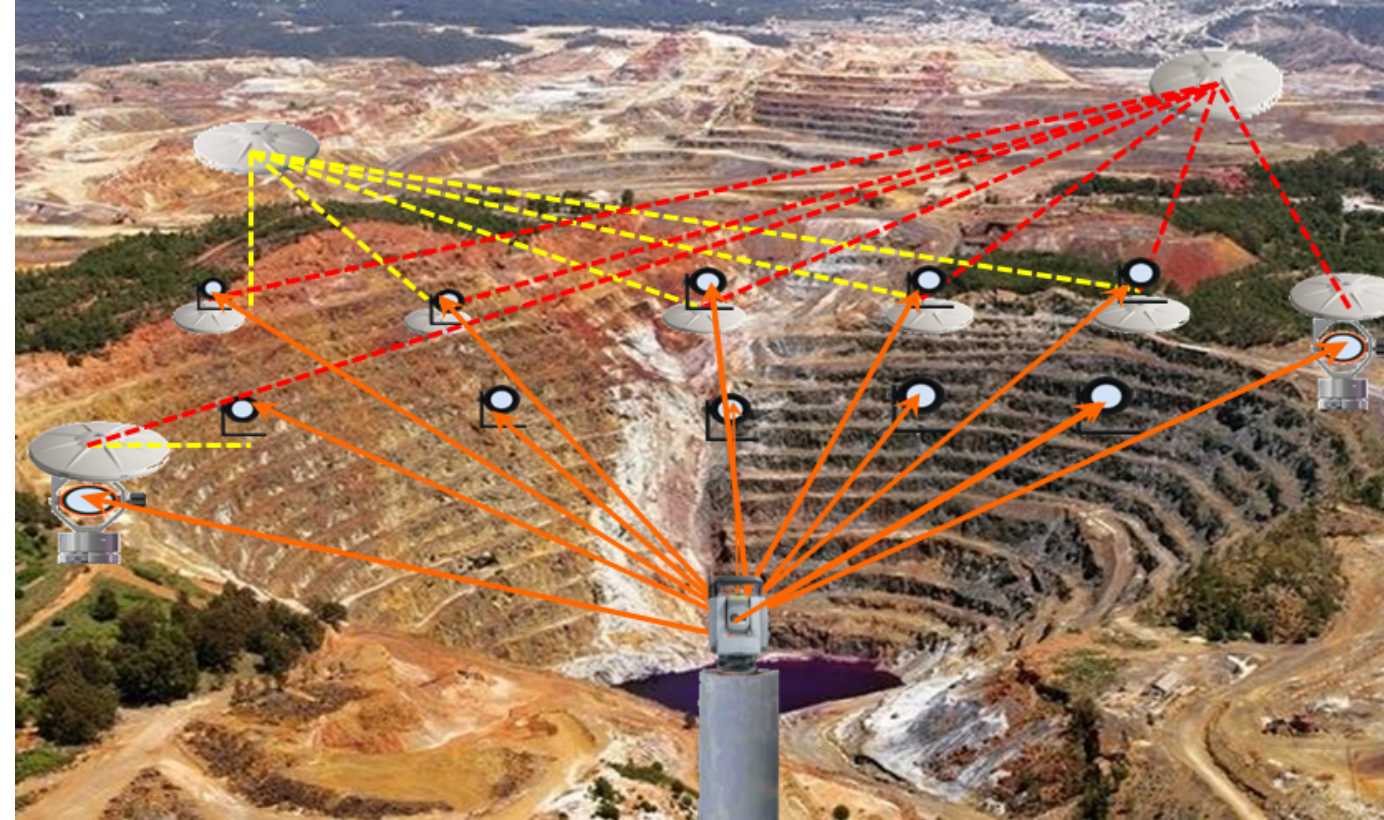


Рисунок 9.9. Схема GPS структур в карьере

Третье направление-используется в систематических мониторингах перемещений и деформаций элементов зданий на поверхности земли. В настоящее время служба GPS-мониторинга успешно используется на крупных отечественных горнодобывающих предприятиях.

При использовании спутниковой навигационной системы на горнодобывающих предприятиях следует учитывать следующие рекомендации:

- включение в схему спутниковых определений элементов тригонометрических определений, т. е. своевременное сопоставление величин возможных деформаций, сдвигов при разработке месторождений;
- плановое сопровождение GPS-определением геометрического выравнивания в определении высотных определений;
- проектирование схемы построения сеток с учетом возможности выравнивания комбинированных конструкций;
 - использование аппаратуры только для обнаружения высокоточных определений;
- наблюдение за безошибочным переключением параметров других систем координат при работе в локальной системе координат, умение выбирать спутниковый приемник с ГИС, способный работать с учетом сказанного

4.4.2. способы построения обоснований высотной съемки

Построение обоснований высотной съемки строится методами геометрического технического и тригонометрического нивелирования.

При сечении рельефа до 1 м геометрическое, а при сечении рельефа выше 1 м

- используется тригонометрическое выравнивание. Погрешность определения высоты пунктов во всех случаях не должна превышать 0,2 мм.

Длины нивелирных ходов на основе нивелирных пунктов I – IV классов приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5. Характеристики нивелирных ходов

Жер бедері қимасының биіктігі, м	Техникалық нивелирлеу жүрістерінің ұзындығы, км	Тригонометриялық нивелирлеу жүрістерінің ұзындығы, км
0,5	3	-
1,0	10	-
2,0	15	2
5,0	-	5

При геометрическом нивелировании используются любые виды технических нивелиров (Н-3, Н-3К и др.). Расстояние ара от инструмента до рейки не должно превышать 150 м.

В пробегах между стыковками или реперами нивелирование производится только в одном направлении. На нивелирных ходах с одной стороны нивелирование производится в прямом и обратном направлениях. Износ на нивелирных ходах не должен превышать ± 50 L мм. L-длина хода, км.

При измерении горизонтальных спиралей в системах малой триангуляции, включая тригонометрическое нивелирование (рис .9.10).

В тригонометрическом нивелировании вертикальные углы измеряют с точностью теодолитера не ниже 30", а высоту приборов и точек прицеливания-с точностью до 0,01 м.

В тригонометрическом ниве рост высоты между двумя точками рассчитывается с помощью фор - мулы ниже:

$$h = L \cdot \operatorname{tg} \alpha + i - v + f, \quad (9.20)$$

L на Муне - между двумя точками

горизонтальное ара расстояние, м; i-высота прибора, м; v - высота прицеливания, угол наклона оси прицеливания; f-поправка на выпуклость и рефракцию земли, $F = 0,42 L^2/R$ -ре равно, (R-радиус Земли). Поправки вносятся, когда выравнивание проводится в одном направлении и $L > 700$ м -.

В случае, если расстояние ара между точками значительно, вертикаль измеряют с помощью теодолитов Т-2 или т5к. Относительная высота и заданная в обратном направлении, получается среднее значение обоих.

Погрешность высоты (см) хода тригонометрического выравнивания не должна превышать величину, определяемую следующей формулой

$$\pm F \cdot h = \pm 0,04 \cdot L, \quad (9.21)$$

где L-длина хода, м; - количество линий в пробеге.

Высотные обоснования стереофотограмметрических съемок. Пункты планово-высотного обоснования располагаются в удобных местах, обеспечивающих их долговременное хранение и применение при проезде самолета при аэрофотосъемке. Перед каждой аэросъемкой маркируются опорные пункты, что создает возможность их полноценного и эффективного использования.

Для обеспечения необходимой точности определения координат точек на стереофотограмметрических снимках на каждой станции устанавливается несколько контрольных точек, координаты которых определяются фотограмметрическим и геодезическим методами. Таким образом, появляется возможность проверки достоверности проведения стереофотограмметрической съемки по сравнению с координатами, найденными двумя независимыми методами. Для одной станции обычно на каждый разгрузочный груз устанавливают три контрольных точки. Один из них должен находиться в жакыне, а два калгана-в Беглеце от съемочного района. С целью уменьшения количества проверочных нагрузок следует предусмотреть наличие общих точек на смежных стереодоступах.

Длины базисов фотографирования измеряются приборами, при которых прямое и обратное измерение обеспечивает разницу в длине базиса не более 1:2000.

Планарные координаты базисных точек определяются с помощью триангуляционных и аналитических систем, с прямыми и жесткими пересечениями, с полигонометрическими и теодолитными ходами.

4.5. об основных принципах проведения геодезических работ

краткая информация

Независимо от того, насколько тщательно проводятся измерения и насколько усовершенствованы используемые инструменты, более или менее ошибки измерений исчезают. Его можно легко доставить при многократном измерении любой величины.

По мере удаления от исходных точек (точек) точность измерений уменьшается, а погрешности продолжают увеличиваться. Как мы уже упоминали в предыдущей главе, точность измерений может быть спроектирована только с учетом абсолютных (среднеквадратичных) или относительных величин погрешности.

Для увеличения и уменьшения погрешностей, повышения точности измерительные работы в стране проводятся умелыми измеряющими лицами (геодезистами, маркшейдерами) известными методами с необходимой точностью с помощью чувствительных приборов.

Научное проведение геодезических работ требует обязательного выполнения следующих принципов.

1. дальнейшее развитие геодезических опорных сеток по принципу "переход от общей к ленивой (реальной)", т. е. сначала создаются геодезические первичные (опорные) сетки, координаты которых находят с высокой точностью и,

они становятся все более частыми.

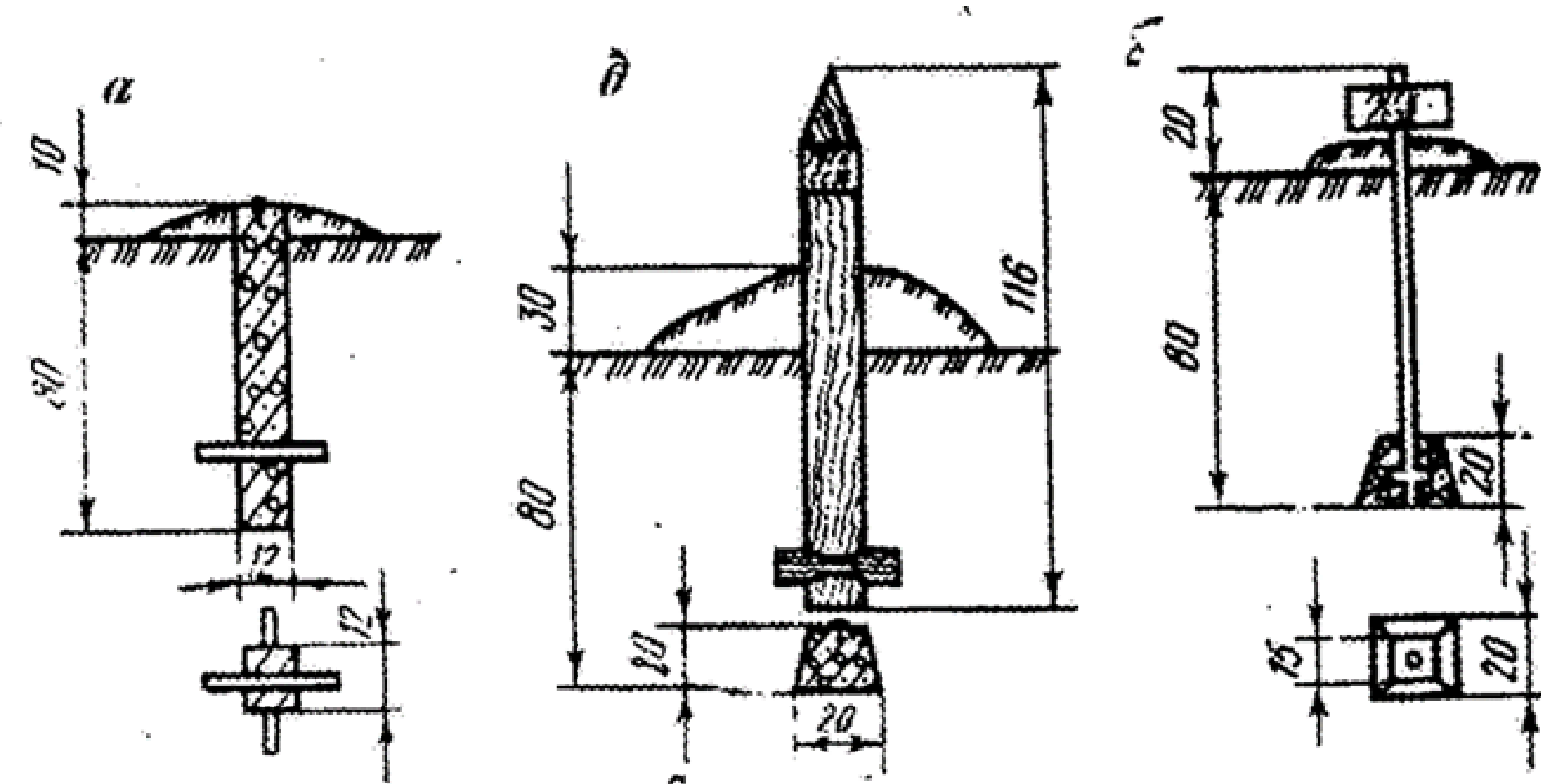
2. не приступать к последующим измерениям до тех пор, пока не убедишься в точности результатов первичных измерений с обязательной проверкой каждого этапа измерительных, расчетных и графических работ.

4.6. обозначение и утверждение геодезических пунктов на местности

Для обеспечения долговечности, устойчивости места, неприкосновенности пунктов опорных систем каждая опорная точка закрепляется на земле путем установки центра на землю (рис.35).

Определяет физическое и географическое положение района, где будут проводиться работы, особенности местности, то есть тип и конструкцию центра, а также глубину его установки на землю. Как правило, в незастроенном месте в качестве геодезического пункта берется железобетонный пилон, в центре верхнего основания которого установлена чугунная разметка с крестом. Точкой пересечения с крестом считается центр геодезического пункта, а его координаты-Х, Y, Н.

Пункты геодезических высотных систем закрепляются грунтовыми настенными реперами и марками. Настенные реперы отмечены чугунной круглой маркировкой.



Точки разгрузочного обоснования фиксируются временными знаками (железные колышки, трубы, деревянные колышки или короткие колышки) и частично долгосрочными знаками. Пункты при закреплении точек следует учитывать, что внутри каждой поверхности разгрузочного плана в масштабе 1: 5000 количество пунктов, закрепленных долгосрочными знаками, не может быть меньше (рис.36).

Изображены центры разгрузочных пунктов из бетона, деревянных и металлических труб. Для обеспечения взаимной видимости между соседними геодезическими пунктами при угловых и длинномерных измерениях над центрами устанавливаются земные геодезические знаки. В зависимости от конструкции внешние геодезические знаки делятся на туры, пирамиды, простые и сложные знаки.

Рисунок 35. Крепление центров

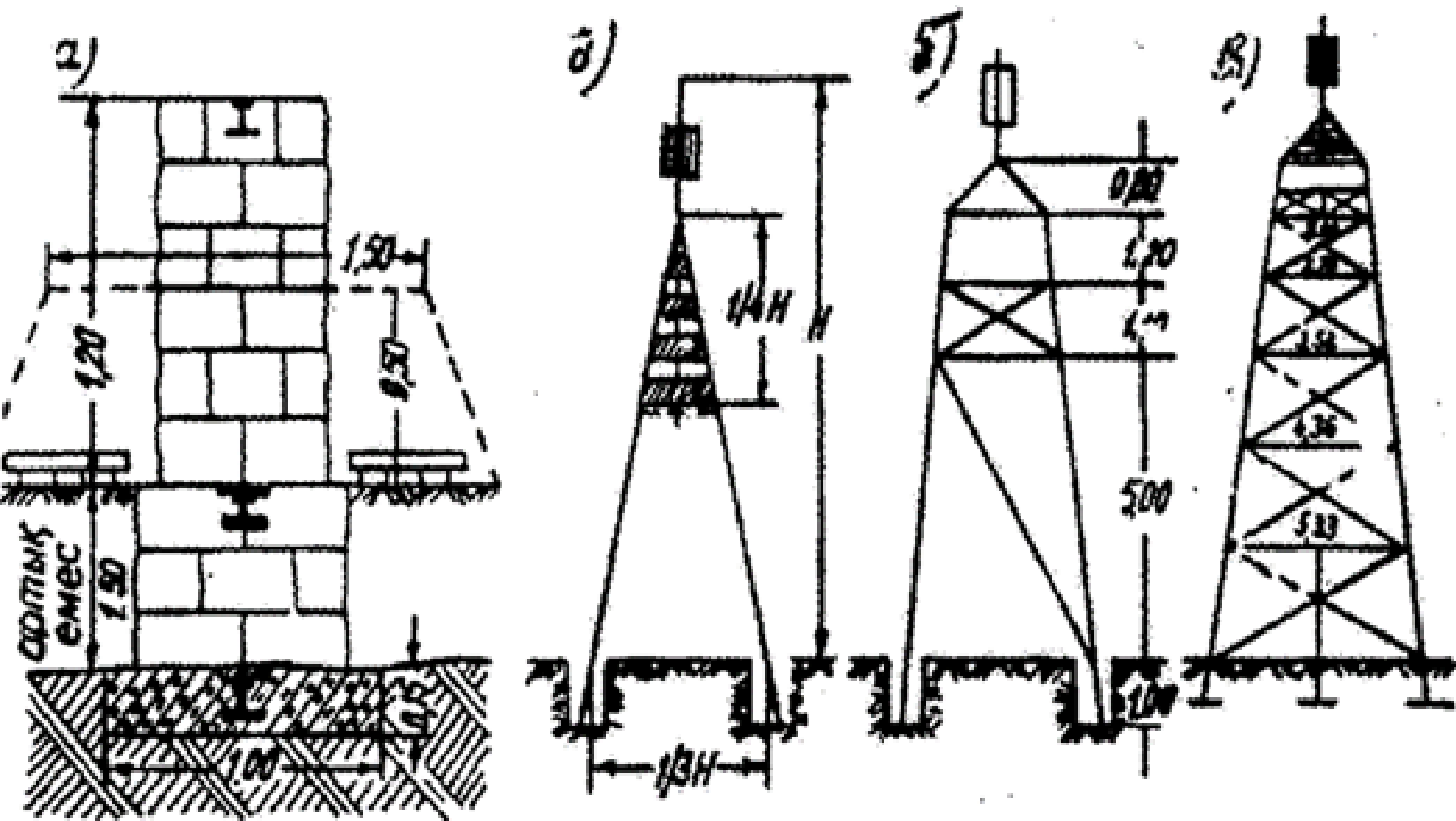


Рисунок 36. Пункт
СИМПТОМЫ

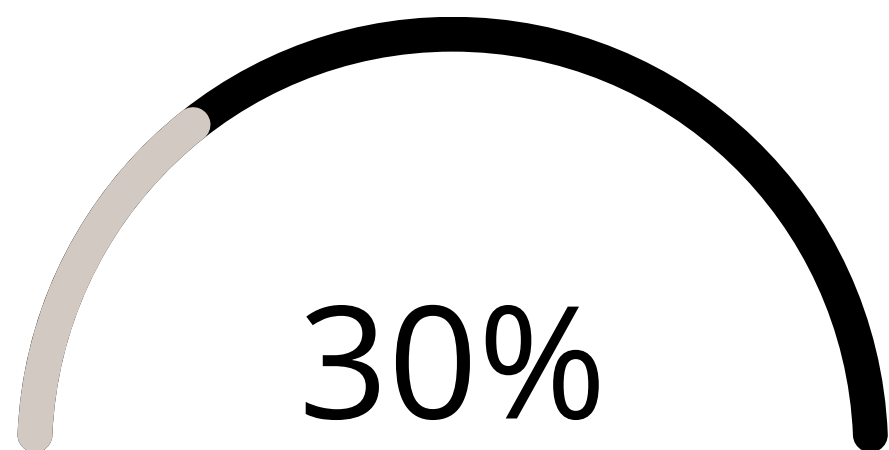
Туры столбы из камня, кирпича или бетона над вывеской, установленной на скале. Они устанавливаются на вершине утеса в холмистой местности. Пирамиды имеют форму трех-и четырехгранного штатива и обычно достигают 5-10 м в высоту.

Контрольные вопросы:

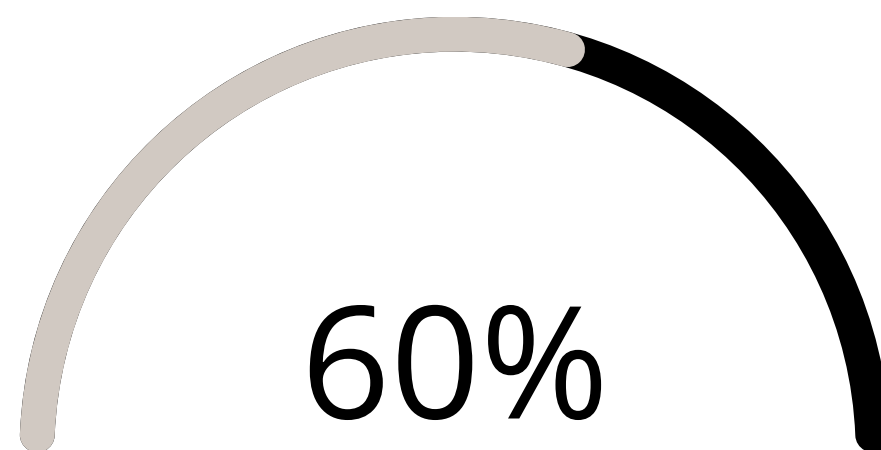
1. Что такое государственные геодезические узлы?
2. какими методами формируются плановые и высотные геодезические узлы?
3. Что такое Триангуляция?
4. Что такое Трилатерация?
5. Что такое Полигонометрия?
6. для чего нужны узлы частот?
7. Как крепятся и устанавливаются геодезические опорные пункты?
8. каковы основные принципы проведения геодезических работ?
9. Что такое GPS-технология?
10. для чего нужны глобальные системы НАВСТАР и ГЛОНАСС?

Запишите свою тему или идею

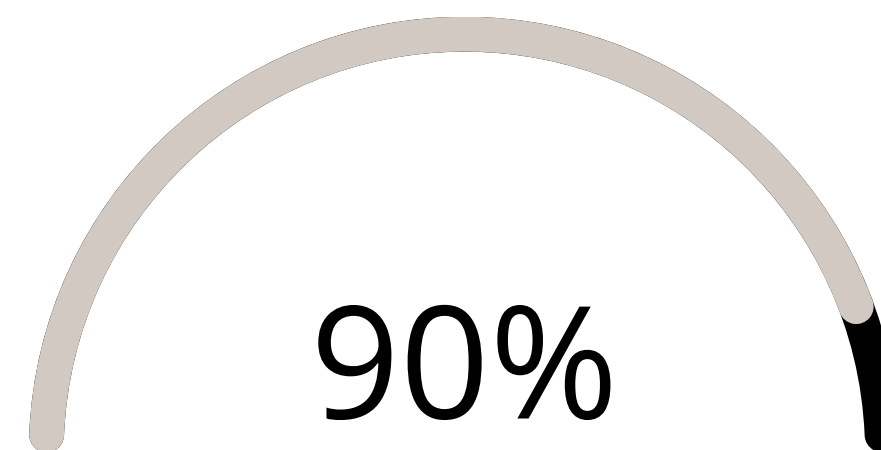
Кратко опишите, что вы хотите обсудить.



Добавьте главную мысль



Добавьте главную мысль



Добавьте главную мысль

Запишите свою тему или идею

Кратко опишите, что вы хотите
обсудить.



Запишите свою тему или идею

Кратко опишите, что вы хотите
обсудить.





“

Будущее принадлежит
тем, кто верит в
красоту своих
мечтаний.

— Элеонора Рузвельт

Бесплатные ресурсы

Используйте эти элементы
в своей презентации Canva.

