



Прикладная геодезия

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАЗБИВОЧНЫЕ РАБОТЫ

Лекция 7

10-12-18



План

- ПРИНЦИПЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ
 - НОРМЫ ТОЧНОСТИ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ
 - ЭЛЕМЕНТЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ
 - СПОСОБЫ РАЗБИВКИ ОСНОВНЫХ ОСЕЙ
 - СПОСОБЫ ДЕТАЛЬНОЙ РАЗБИВКИ
- 

ПРИНЦИПЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Разбивкой сооружения, или вынесением проекта в натуру, называют геодезические работы, выполняемые на местности для определения планового и высотного положения характерных точек и плоскостей строящегося сооружения согласно рабочим чертежам проекта.

ПРИНЦИПЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Геометрической основой проекта для вынесения его в натуру являются продольные и поперечные **оси сооружения**, относительно которых в рабочих чертежах даются все проектные размеры.

Главные разбивочные оси привязывают к пунктам геодезической основы.

ПРИНЦИПЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Кроме главных разбивочных осей, различают **основные оси** наиболее ответственных частей сооружений (агрегатов, установок, конвейерных линий и др.), которые технологически связаны между собой и определяются с повышенной точностью. К главным и основным осям привязывают положение **вспомогательных осей**, используемых для разбивки всех частей и деталей сооружений и конструкций (котлованов блоков, фундаментов, закладных частей, конструкций и др.).

ПРИНЦИПЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Высоты плоскостей, уровней и отдельных точек проекта задают от условной поверхности (в зданиях—от **уровня чистого пола** первого этажа) и обозначают: вверх со знаком плюс, вниз со знаком минус. Для каждого сооружения условная поверхность соответствует определенной абсолютной отметке, которая указывается в проекте.



ПРИНЦИПЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Разбивка сооружений выполняется в три этапа. На первом этапе производят **основные разбивочные работы**

От пунктов геодезической основы согласно данным привязки находят на местности положение главных разбивочных осей и закрепляют их знаками.

Опираясь на главные оси, производят разбивку и закрепление основных осей сооружения, причем для крупных сооружений для этой цели может возникнуть необходимость построения локальных разбивочных сетей.

ПРИНЦИПЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Разбивка сооружений выполняется в три этапа. На первом этапе производят **основные разбивочные работы**

От пунктов геодезической основы согласно данным привязки находят на местности положение главных разбивочных осей и закрепляют их знаками.

Опираясь на главные оси, производят разбивку и закрепление основных осей сооружения, причем для крупных сооружений для этой цели может возникнуть необходимость построения локальных разбивочных сетей.

ПРИНЦИПЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

На втором этапе проводят **детальную строительную разбивку** сооружения. От закрепленных точек главных и основных осей разбивают продольные и поперечные оси отдельных строительных блоков и частей сооружения с одновременной установкой точек и плоскостей на уровень проектных высот (отметок). Детальная разбивка, определяющая взаимное расположение элементов сооружения, производится значительно точнее, чем разбивка главных осей, задающая лишь общее положение и ориентировку сооружения в целом.

ПРИНЦИПЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Третий этап заключается в

разбивке технологических осей.

По завершении строительства фундаментов разбивают и закрепляют монтажные (технологические) оси для установки в проектное положение конструкций и технологического оборудования. Этот этап требует наиболее высокой точности геодезических измерений (1—0,1 мм и точнее).

Таким образом, при разбивке сооружений соблюдается общий принцип производства геодезических работ: от общего к частному. Однако точность выполнения этих работ повышается от первого к третьему этапу.



НОРМЫ ТОЧНОСТИ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Точность разбивки сооружений зависит от типа и назначения сооружения, материала возведения, технологических особенностей производства и регламентируется строительными нормами и правилами (СНиП), государственным стандартом «Система обеспечения геометрической точности в строительстве», техническими условиями проекта сооружения.

НОРМЫ ТОЧНОСТИ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

В общем случае точность возведения инженерного сооружения зависит от точности геодезических измерений, точности технологических расчетов проекта и ошибок строительно-монтажных работ.

С учетом независимого характера влияния этих факторов средняя квадратическая величина а отклонения точки сооружения от теоретического положения может быть представлена в виде

$$\sigma^2 = \sigma_{\Gamma}^2 + \sigma_{\text{Т}}^2 + \sigma_{\text{С}}^2$$

НОРМЫ ТОЧНОСТИ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

При расчетах точности геодезических измерений часто применяют принцип равного влияния отдельных независимых источников ошибок, т. е. в функции

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2$$

полагают, что

$$\sigma_1 \approx \sigma_2 \approx \dots \approx \sigma_n,$$

и требуют, чтобы влияние каждого из источников ошибок не превышало величины

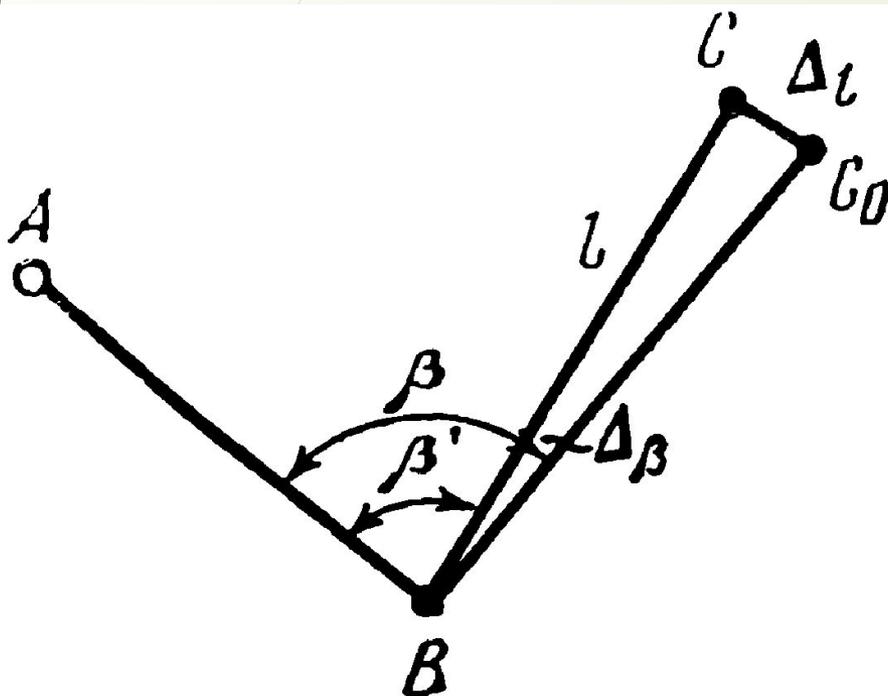
$$\sigma_i = \frac{\sigma}{\sqrt{n}},$$

где n — количество источников ошибок.

НОРМЫ ТОЧНОСТИ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Класс точности	Характеристики зданий, сооружений и конструкций	Допустимые средние квадратические ошибки измерений при разбивочных работах		
		угловые измерения	линейные измерения и вертикальное проектирование	определение отметок, мм
1	2	3	4	5
1—р	Металлические конструкции с фрезерованными контактными поверхностями Сборные железобетонные конструкции, монтируемые методом самофиксации в узлах	10	1/15 000	1
2—р	Здания выше 16 этажей или с пролетами более 36 м и сооружения высотой более 60 м	10	1/10 000	2
3—р	Здания выше 5 до 16 этажей или с пролетами от 6 до 36 м и сооружения высотой от 15 до 60 м. Металлические, сборные железобетонные конструкции со сварными и болтовыми соединениями. Пространственные и тонкостенные монолитные железобетонные конструкции в передвижной и скользящей опалубке	20	1/5000	2
4—р	Здания до 5 этажей или с пролетами до 6 м и сооружения высотой до 15 м. Железобетонные монолитные конструкции в переставной и стационарной опалубке. Конструкции из бетонных блоков и кирпича. Деревянные конструкции	30	1/3000	5
5—р	Земляные сооружения	45	1/1000	10

ЭЛЕМЕНТЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ



Основными элементами разбивочных работ являются построение проектного угла, отложение проектных расстояний, вынесение в натуру проектных отметок и уклонов.

Построение проектного угла. Для построения на местности проектного угла β необходимо отыскать от заданной исходной стороны BA (рис.) направление, образующее с этой стороной угол β .

ЭЛЕМЕНТЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

$$\beta = \beta_1 + \Delta\beta.$$

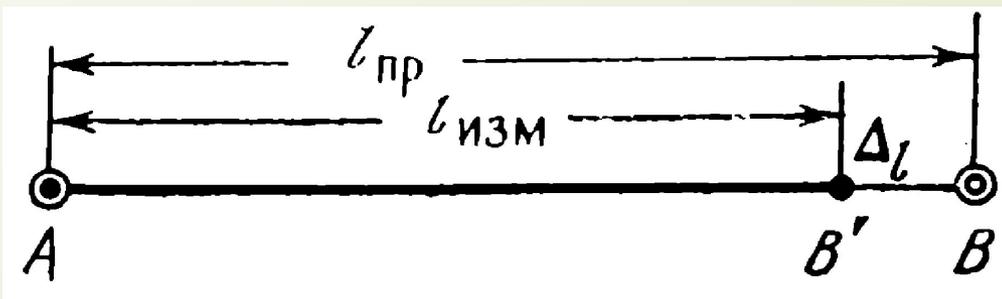
$$\Delta l = l \frac{\Delta\beta''}{\rho''},$$

$$m_{\Delta l} = l \frac{m''_{\Delta\beta}}{\rho''}.$$

При $l = 300$ м, $m_{\Delta\beta} = 1,5''$ получим $m_{\Delta l} = 2,2$ мм. Очевидно, что с такой точностью линейная редукция легко может быть отложена на местности рулеткой или линейкой с миллиметровыми делениями.

ЭЛЕМЕНТЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Построение проектных линий. Для построения на местности проектной линии от исходной точки откладывают в заданном направлении расстояние, горизонтальное проложение которого равно проектному значению. Поправки в линию необходимо вводить непосредственно в процессе ее построения, а это затрудняет и усложняет работу, особенно при высокоточных измерениях. Поэтому часто поступают таким же образом, как и при построении углов.



ЭЛЕМЕНТЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Поправки линейных измерений

(при измерении линий проволоками и мерными лентами)

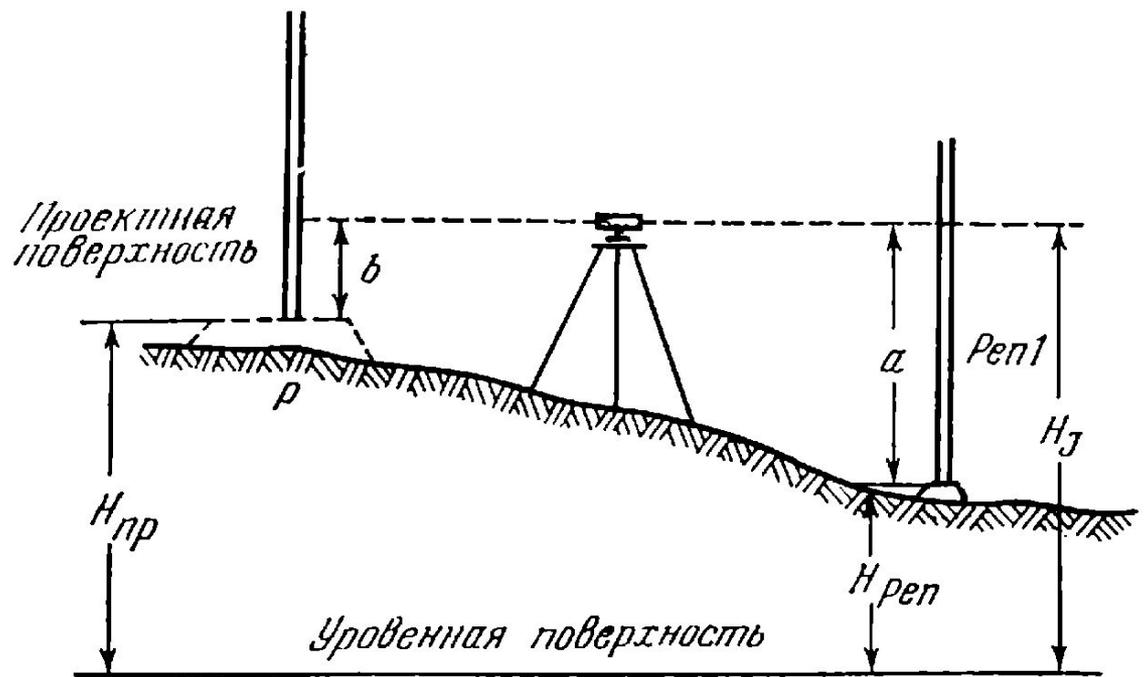
Уравнение мерного прибора в общем виде

$$l_t = l_H + \Delta l_K + \alpha l_{t_0} (t - t_0) + \beta l_{t_0} (t^2 - t_0^2), \quad (V.16)$$

где l_t — длина мерного прибора при температуре измерения t , l_H — номинальная длина прибора (например, 24,000 м); l_{t_0} — длина мерного прибора при температуре t_0 , полученная из компарирования; Δl_K — поправка за компарирование; α , β — коэффициенты линейного расширения.

Наименование поправок	При измерении линий	При отложении проектных расстояний
Поправка за компарирование	$+\Delta l_K$	$-\Delta l_K$
Поправка за температуру	$\{\alpha l_{t_0} (t - t_0) + \beta l_{t_0} (t^2 - t_0^2)\}$	$-\{\alpha l_{t_0} (t - t_0) + \beta l_{t_0} (t^2 - t_0^2)\}$
Поправка за наклон местности	$-\frac{h^2}{2l} - \frac{h^4}{8l^3}$	$+\frac{h^2}{2l} + \frac{h^4}{8l^3}$

ЭЛЕМЕНТЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ



Вынесение в натуру проектных высот. Проектные высоты или отметки выносят в натуру от ближайших реперов, используя горизонт инструмента. Предварительно высоты от уровня чистого пола (или другого условного уровня) перечисляют в систему, в которой даны высоты реперов и произведена съемка рельефа площадки.

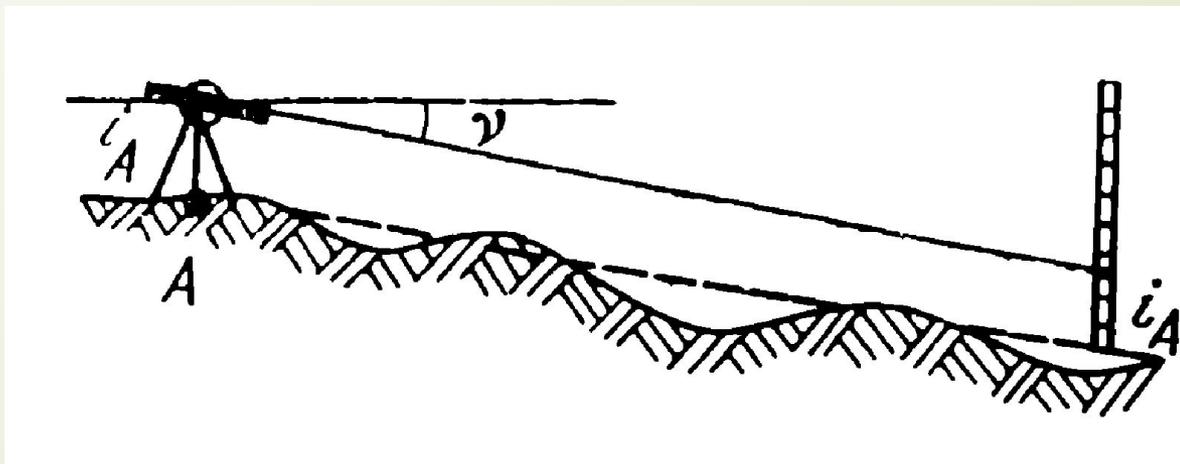
ЭЛЕМЕНТЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Основными ошибками при вынесении проектных высот в натуру являются:

- 1) ошибки исходных данных, т. е. ошибки в высотах рабочих реперов, от которых устанавливают проектные отметки ($m_{\text{Реп}}$);
- 2) ошибка отсчета a по рейке на репере ma
- 3) ошибка установки рейки на проектный отсчет b (mb).
При тщательной работе можно принять $mb \sim ma$;
- 4) ошибка фиксирования проектной точки в натуре ($m\phi$).
Можно добиться, чтобы при закреплении точки колышком $m\phi = 3-5$ мм, при использовании болтов или шурупов $m\phi = 1$ мм и меньше.

ЭЛЕМЕНТЫ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

Вынесение в натуру линии и плоскости проектного уклона. Для построения на местности проектных уклонов используют нивелиры и теодолиты. Особенно эффективно применять для этой цели лазерные приборы. Н и в е л и р закрепляют так, чтобы два его подъемных винта были примерно параллельны линии АВ (рис. 81). От ближайших реперов устанавливают в точках А и В проектные отметки, вычисленные по заданному продольному уклону.



СПОСОБЫ РАЗБИВКИ ОСНОВНЫХ ОСЕЙ

Общие замечания. В зависимости от вида сооружения, условий измерений и требований к точности его построения разбивка осей может быть произведена различными способами: полярных или прямоугольных координат; угловой, линейной или створной засечек, замкнутого треугольника и др.

$$m^2 = m_p^2 + m_\phi^2 + m_n^2, \quad (V.20)$$

где m_p — ошибка собственно разбивочных работ; m_ϕ — ошибка фиксирования точки в натуре; m_n — влияние ошибок исходных данных.

СПОСОБЫ РАЗБИВКИ ОСНОВНЫХ ОСЕЙ

Ошибка разбивочных работ зависит от способа построения в натуре проектных линий и углов, т. е. от геометрии разбивки сооружения.

Ожидаемая величина этой ошибки может быть вычислена по известным в геодезии формулам.

Ошибка фиксирования разбиваемой точки определяется методом проектирования визирной цели, установленной на некоторой высоте над поверхностью земли или сооружения, на знак крепления оси и способом обозначения разбиваемой точки на головке этого знака.

Применяя визирные марки с оптическими центрирами и производя тщательное кернение, можно зафиксировать точку на металлической головке со средней точностью около 1 мм.

СПОСОБЫ РАЗБИВКИ ОСНОВНЫХ ОСЕЙ

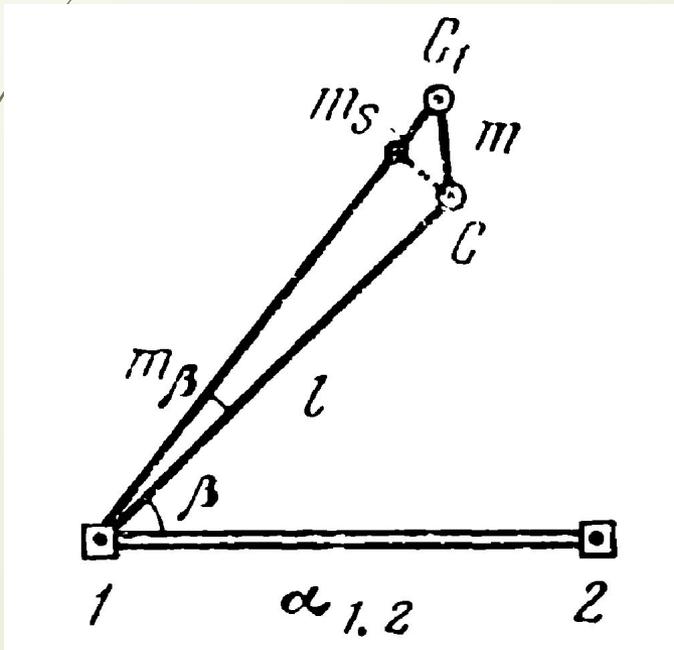
Влияние **ошибок исходных данных**, т. е. ошибок в положении опорных пунктов, на точность разбивочных работ является наиболее сложным вопросом, требующим особых исследований.

$$m_{x_i} = m_{y_i} = \frac{m_i}{\sqrt{2}},$$

Где **m_i** — общая ошибка в положении исходного пункта **i** ,

СПОСОБЫ РАЗБИВКИ ОСНОВНЫХ ОСЕЙ

Способ полярных координат. Наиболее часто применяют этот способ для вынесения в натуру точек проекта с пунктов полигонометрии. Точка сооружения C (рис.) определяется на местности путем построения проектного угла **beta** и отложения проектного расстояния (горизонтального проложения) l . Величины **beta** и l находят из решения обратной задачи

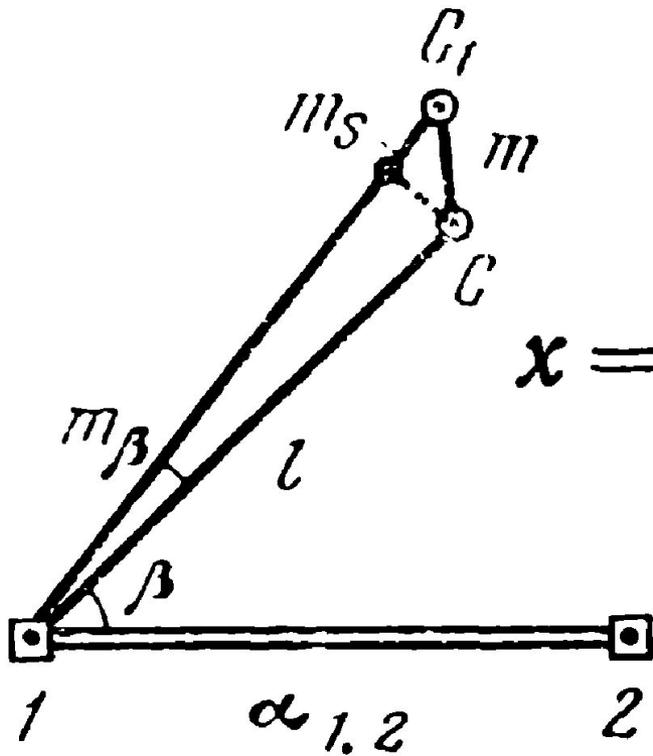


$$\operatorname{tg} \alpha_{1. C} = \frac{y_C - y_1}{x_C - x_1},$$

$$l = \frac{y_C - y_1}{\sin \alpha_{1. C}} = \frac{x_C - x_1}{\cos \alpha_{1. C}},$$

$$\beta = \alpha_{1. 2} - \alpha_{1. C}.$$

СПОСОБЫ РАЗБИВКИ ОСЕЙ



$$x = x_1 + \Delta x; \quad y = y_1 + \Delta y,$$

$$\Delta x = l \cos (\alpha_{1.2} - \beta),$$

$$\Delta y = l \sin (\alpha_{1.2} - \beta).$$

СПОСОБЫ РАЗБИВКИ ОСЕЙ

$$m_{\Delta x}^2 = \cos^2(\alpha - \beta) m_l^2 + l^2 \sin^2(\alpha - \beta) \frac{m_\beta^2}{\rho^2},$$

$$m_{\Delta y}^2 = \sin^2(\alpha - \beta) m_l^2 + l^2 \cos^2(\alpha - \beta) \frac{m_\beta^2}{\rho^2}.$$

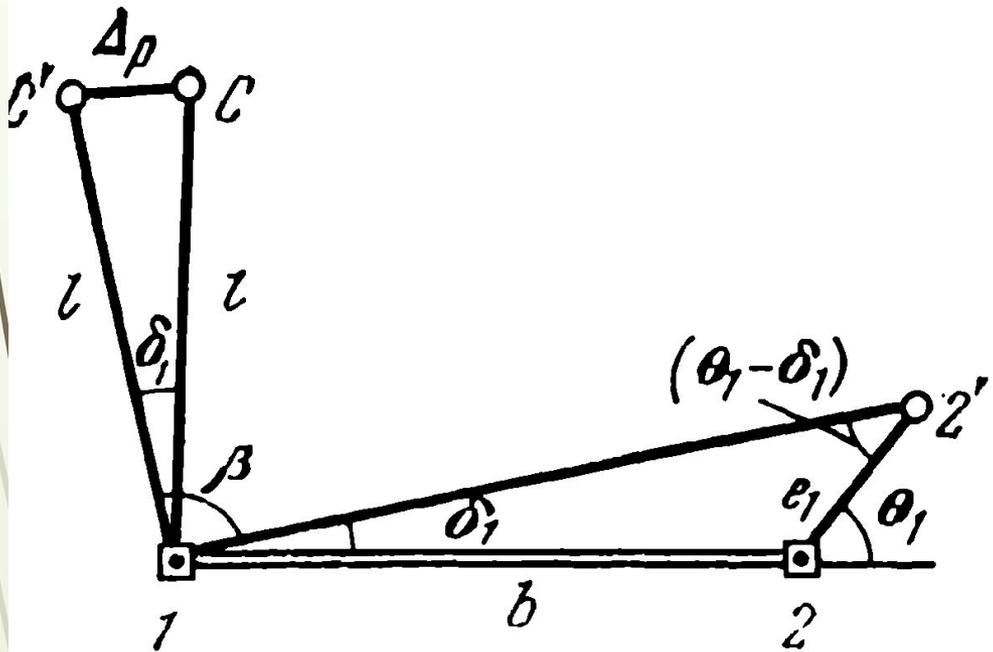
$$m_p^2 = m_{\Delta x}^2 + m_{\Delta y}^2$$

$$m_p^2 = m_l^2 + l^2 \left(\frac{m_\beta}{\rho} \right)^2$$

Общая ошибка в положении точки С под влиянием ошибок разбивочных работ в способе полярных координат будет

СПОСОБЫ РАЗБИВКИ ОСНОВНЫХ ОСЕЙ

Отрезок $CC' = \Delta_p$ и будет
влиятием редукции.



$$m_{\text{p}}^2 = \frac{m_{e_1}^2}{2} \left(\frac{l}{b} \right)^2.$$

СПОСОБЫ РАЗБИВКИ ОСНОВНЫХ ОСЕЙ

$$m_{ц. п}^2 = m^2 \left[1 + \left(\frac{l}{b} \right)^2 - \frac{l}{b} \cos \beta \right].$$

При $\beta = 90^\circ$ и $l = b$

$$m_{ц. п} = m_e \sqrt{2}.$$

Для уменьшения влияния ошибок центрирования и редукации на точность разбивочных работ необходимо стремиться, чтобы откладываемый полярный угол был меньше прямого и чтобы проектное расстояние не превышало длины исходной стороны

СПОСОБЫ РАЗБИВКИ ОСНОВНЫХ ОСЕЙ

суммарная ошибка в положении точки, разбиваемой способом полярных координат, может быть представлена в виде

$$m^2 = m_l^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho} \right)^2 l^2 + m_{\text{ц. р}}^2 + m_{\text{н}}^2 + m_{\text{ф}}^2.$$

СПОСОБЫ РАЗБИВКИ ОСНОВНЫХ ОСЕЙ

Рассмотрим для примера разбивку полярным способом точки сооружения с точностью полигонометрии 2 разряда ($m_{\beta} = 10''$, $m_l/l = 1/10\ 000$) от пунктов разбивочной основы, построенной с ошибкой взаимного положения пунктов $m_{1,2} = 10$ мм при длине стороны $b = 250$ м. Полярные координаты точки: $l = 100$ м; $\beta = 45^\circ$. Для центрирования теодолита и визирных марок использовались оптические центриры. Ошибка отложения проектной линии составит

$$m_l = \frac{100 \text{ м}}{10\ 000} = 10 \text{ мм};$$

линейная величина ошибки построения угла

$$\frac{m_{\beta}''}{\rho''} l = \frac{10'' \cdot 100\ 000 \text{ мм}}{206\ 000''} = 5 \text{ мм};$$

СПОСОБЫ РАЗБИВКИ ОСНОВНЫХ ОСЕЙ

для оптических центров примем $m_{ц.р} = 1$ мм и $m_{ф} = 2$ мм;
влияние ошибки исходных данных

$$m_{н} = 10 \sqrt{1 + (0,4)^2 - 0,4 \frac{\sqrt{2}}{2}} = 9,4 \text{ мм.}$$

Таким образом,

$$m = \sqrt{10^2 + 5^2 + 1^2 + (9,4)^2 + 2^2} = 14,8 \text{ мм.}$$

Очевидно, что в данном случае влиянием ошибок $m_{ц.р}$ и $m_{ф}$ можно было бы пренебречь.