

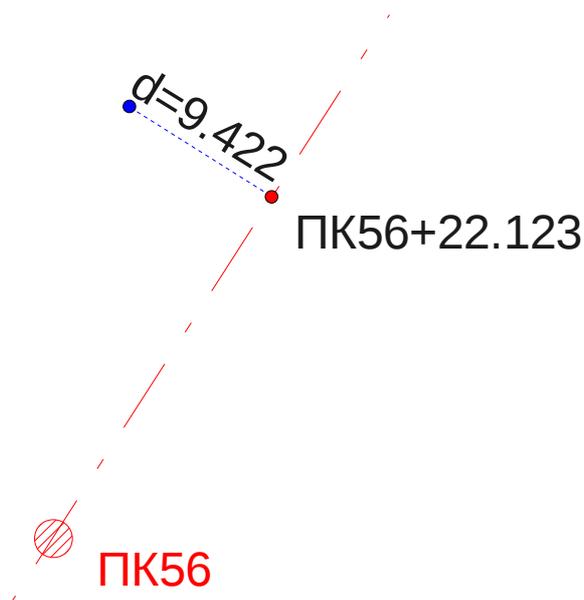
Описание инструментов MarkProgs v.2.1.

1. Определение пикетажа (ПК) и смещения (δ) по координатам ПЗ.

Задача состоит в том, чтобы определить расстояние от точки до перпендикуляра к оси трассы («дельта» - δ) и расстояние вдоль оси до данного перпендикуляра («приращение пикетажа» - $\Delta ПК$).

1.1. Пикетаж и смещение на прямой.

«Прямая» - прямой участок трассы пути или тоннеля. На нем обычно совпадают разбивочная ось, ось пути и ось тоннеля (но не всегда).



На прямой все просто.

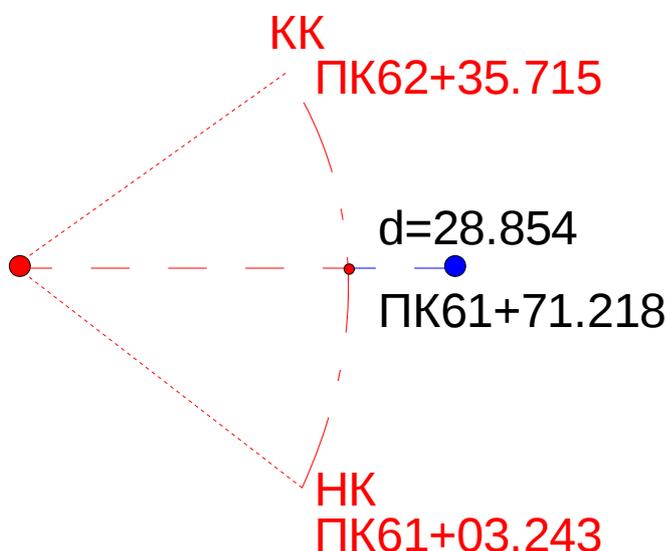
$$\begin{aligned} ПК &= ПК_{нк} + \Delta ПК = \\ &= ПК_{нк} + ((x_{пз} - x_{нк}) \cdot \cos(\alpha) - (y_{пз} - y_{нк}) \cdot \sin(\alpha)) \end{aligned} ,$$

$$\delta = (x_{пз} - x_{нк}) \cdot \sin(\alpha) + (y_{пз} - y_{нк}) \cdot \cos(\alpha) .$$

Удобство представляемого инструмента заключается в том, что он вычисляет эти элементы от двух пикетов (контроль) и составляет об этом текстовый отчет.

1.2. Пикетаж и смещение на круговой кривой.

«Круговая кривая» - поворот, кривой участок трассы пути или тоннеля с постоянным радиусом поворота. На нем обычно не совпадают разбивочная ось, ось пути и ось тоннеля.



Задача та же, что и в предыдущем пункте.

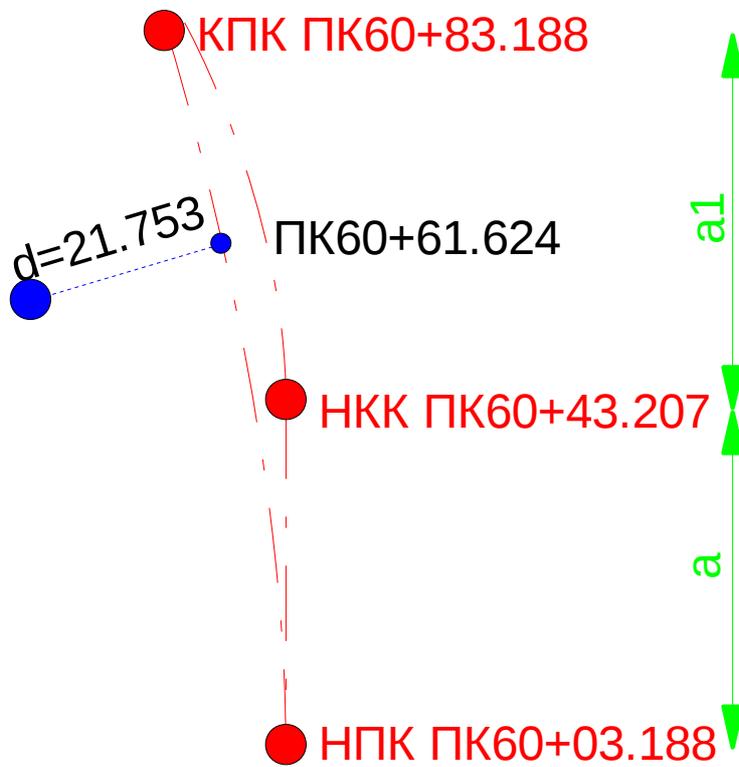
$$\begin{aligned} ПК &= ПК_{нк} + \Delta ПК = \\ &= ПК_{нк} + R \cdot \left(\frac{Y_1 \cdot \pi}{180^\circ} \right) = \\ &= ПК_{нк} - R \cdot \left(\frac{Y_2 \cdot \pi}{180^\circ} \right) \end{aligned} ,$$

$$\begin{aligned} R_{пз} &= \sqrt{(X_{пз} - X_{цк})^2 + (Y_{пз} - Y_{цк})^2} \\ \delta &= R_{пз} - (R - [z - [q]]) \end{aligned} .$$

Удобства инструмента те же, что и в предыдущем пункте.

1.3. Пикетаж и смещение на переходная кривой.

«Переходная кривая» - спиралеобразная кривая, расположенная в начале и конце круговой кривой. Изменяет геометрию участка прямой длиной a и участка круговой кривой длиной a_1 по линии тангенса. Имеет переменный радиус от ∞ в начале до R_{kk} в конце. Геометрия этой кривой достаточно сложна. Основой ее являются длина L и постоянная $C=L \cdot R_{kk}$.



Основополагающие формулы геометрии переходной кривой.

$$\varphi = \frac{L^2}{2 \cdot C} \text{ (рад)}$$

$$a = \frac{L}{2} + \frac{L^5}{60 \cdot C^2} \quad a_1 = \frac{L}{2} - \frac{L^5}{24 \cdot C^2}$$

$$X = L - \frac{L^5}{40 \cdot C^2}$$

$$Y = \frac{L^3}{6 \cdot C} - \frac{L^7}{336 \cdot C^3}$$

$$Z = \frac{L^3}{24 \cdot C} + \frac{13 \cdot L^7}{2688 \cdot C^3}$$

$$\varphi(l) = \frac{l^2}{2 \cdot C} \text{ (рад)}$$

$$x(l) = l - \frac{l^5}{40 \cdot C^2}$$

$$y(l) = \frac{l^3}{6 \cdot C} - \frac{l^7}{336 \cdot C^3}$$

Последние три элемента — это текущие координаты в системе тангенса и текущий угол поворота.

Как видно из приведенных выше формул, определение l_{n3} из x_{n3} и y_{n3} не очень то просто. Задача при этом та же, что и в предыдущем пункте.

Для начала надо перейти от общих координат к координатам линии тангенса:

$$x_{n3} = (X_{n3} - X_{ннк}) \cdot \cos(\alpha_T) - (Y_{n3} - Y_{ннк}) \cdot \sin(\alpha_T) + a, \quad ПК_{ннк} = ПК_{ннк} - a,$$

$$y_{n3} = (X_{n3} - X_{ннк}) \cdot \sin(\alpha_T) + (Y_{n3} - Y_{ннк}) \cdot \cos(\alpha_T), \quad ПК_{кнк} = ПК_{ннк} + L, \quad ПК_{n3} = ПК_{ннк} + l_{n3}.$$

А вот дальше начинаются проблемы, так как аналитическое решение относительно l_{n3} требуемой точности невероятно громоздко. Простейшее приближение не удовлетворяет по точности:

$$l_{n3} = \frac{C - \sqrt{C^2 - 2 \cdot x_{n3} \cdot y_{n3} \cdot C}}{y_{n3}}, \quad |y_{n3}| \geq 10^{-7}$$

$$l_{n3} = x_{n3} + \frac{x_{n3}^5}{40 \cdot C^2} - \left(\frac{x_{n3}^3}{6 \cdot C} - \frac{x_{n3}^7}{336 \cdot C^3} \right) \cdot \sin\left(\frac{x_{n3}^2}{2 \cdot C}\right), \quad |y_{n3}| < 10^{-7}$$

Поэтому, используя свойства $l_{n3} \approx x_{n3}$ и $\partial l \approx \partial x$, предлагаю следующий, устойчивый и быстро сходящийся для данных свойств, итерационный алгоритм.

$$l_1 = x_{n3}, \quad \varphi_i = \frac{l_i^2}{2 \cdot C}, \quad \delta_i = \left(y_{n3} - \frac{l_i^3}{6 \cdot C} + \frac{l_i^7}{336 \cdot C^3} \right) / \cos(\varphi_i), \quad x_i = l_i - \frac{l_i^5}{40 \cdot C^2} - \delta_i \cdot \sin(\varphi_i),$$

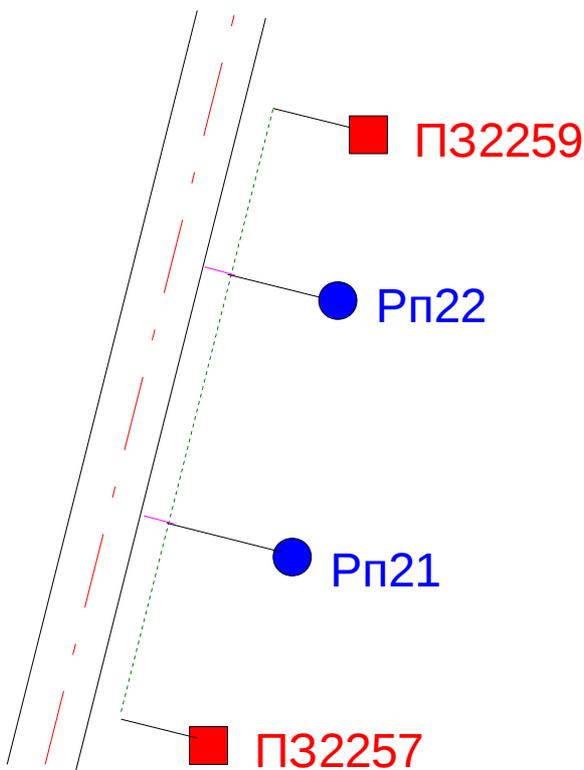
$$\Delta x_i = (x_{n3} - x_i), \quad l_{i+1} = l_i + \Delta x_i, \quad |\Delta x_i| < 10^{-7} \rightarrow stop, \quad i = 1 \dots stop. \text{ Вот такие вот дела.}$$

2. Определение одинат (домеров до рельса) реперов створным методом.

Задача состоит в следующем. По тоннелю через 50м закреплены исходные пункты (ПЗ). Для этих пунктов, указанными выше способами определены пикетаж и смещение. Для укладки путей закладываются путевые репера (на прямой — через 20м, на круговой и переходной кривой — через 5м). Пикетаж путевых реперов определяется обычными линейными проме-рами от ПЗ. Необходимо, не прибегая к координатной съемке, а лишь используя створный метод, определить домеры от путевых реперов до ближайшего рельса (ординаты).

Створный метод: теодолит (тахеометр) устанавливается напротив одного ПЗ, измеряется расстояние от ПЗ до центра прибора m_A , на следующее ПЗ горизонтально устанавливается рейка, наводящими винтами теодолита на рейке выбирается отчет m_B , тем самым задается створ, рейка устанавливается на путевые репера, расположенные между первым и вторым ПЗ, и снимаются отчеты m_N , где N — номер репера.

2.1. Определение ординат на прямой.



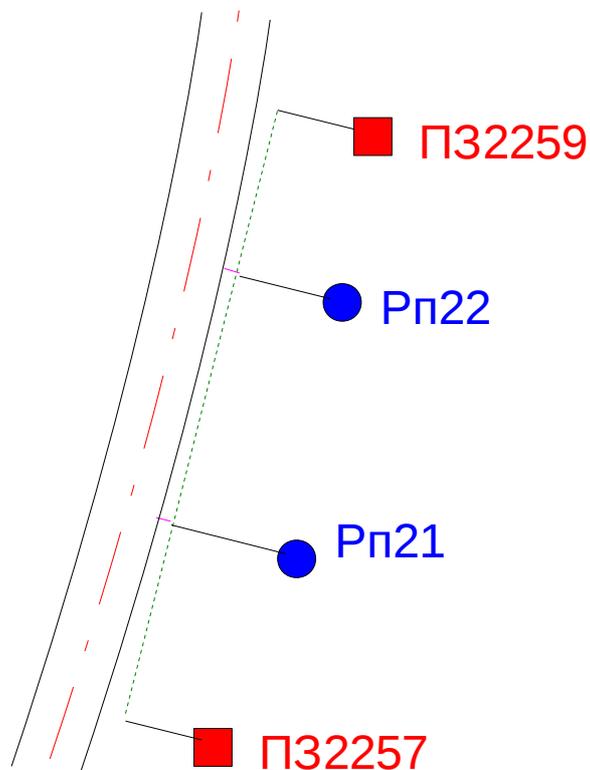
На прямой как всегда самый простой случай.

$$l_A = \delta_A - m_A, \quad l_B = \delta_B - m_B$$

$$\partial l = (l_B - l_A) \cdot \left(\frac{\text{ПК}_{pn} - \text{ПК}_A}{\text{ПК}_B - \text{ПК}_A} \right)$$

$$y_{pn} = \partial l + l_A + m_{pn} - B_p$$

Здесь B_p - половина колеи рельсового пути (обычно равная 0.76м).



2.2. Определение ординат на круговой кривой.

$$l_A = \delta_A - m_A, \quad l_B = \delta_B - m_B$$

$$l_{n3} = |\text{ПК}_B - \text{ПК}_A|$$

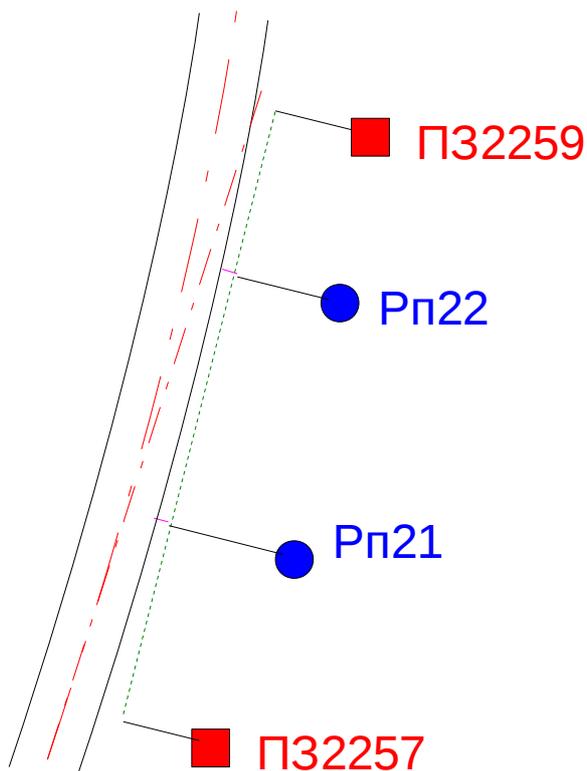
$$\partial l = \frac{l_B - l_A}{l_{n3}}, \quad \lambda_{n3} = \frac{l_{n3}^2}{8R}$$

$$\Delta \text{ПК} = |\text{ПК}_{pn} - \text{ПК}_A|, \quad \Delta l = l_{n3} / 2 - \Delta \text{ПК}$$

$$\lambda_{pn} = \frac{\Delta l^2}{2R}, \quad \Delta \lambda_{pn} = (\lambda_{n3} - \lambda_{pn})$$

$$y_{pn} = \partial l \cdot \Delta \text{ПК} + m_{pn} + l_A + z - B_p - \Delta \lambda_{pn}$$

2.3. Определение ординат на переходной кривой.



На переходной кривой как всегда неприятности. И чтобы эти неприятности не очень осложняли жизнь, расчет ведется не от оси, а от линии тангенса. То есть, делается расчет пикетажа и смещения как для прямой и работают уже с этими значениями.

$$l_A = \delta_A - m_A, \quad l_B = \delta_B - m_B$$

$$\Delta ПК = |ПК_{pn} - ПК_A|$$

$$Y_{pn} = \frac{\Delta ПК^3}{6C} - \frac{\Delta ПК^7}{336C^3} + \frac{\Delta ПК^{11}}{42240C^5}$$

$$m_L = l_A + m_{pn} + (l_B - l_A) \left(\frac{ПК_{pn} - ПК_A}{ПК_B - ПК_A} \right)$$

$$y_{pn} = Y_{pn} + m_L + (Y_{pn} + m_L) \left(\frac{\Delta ПК^4}{8C^2} \right) - B_p$$

«... и не будет после нас тьмы.»

А.Н. Каретин
18 июня 2010г.