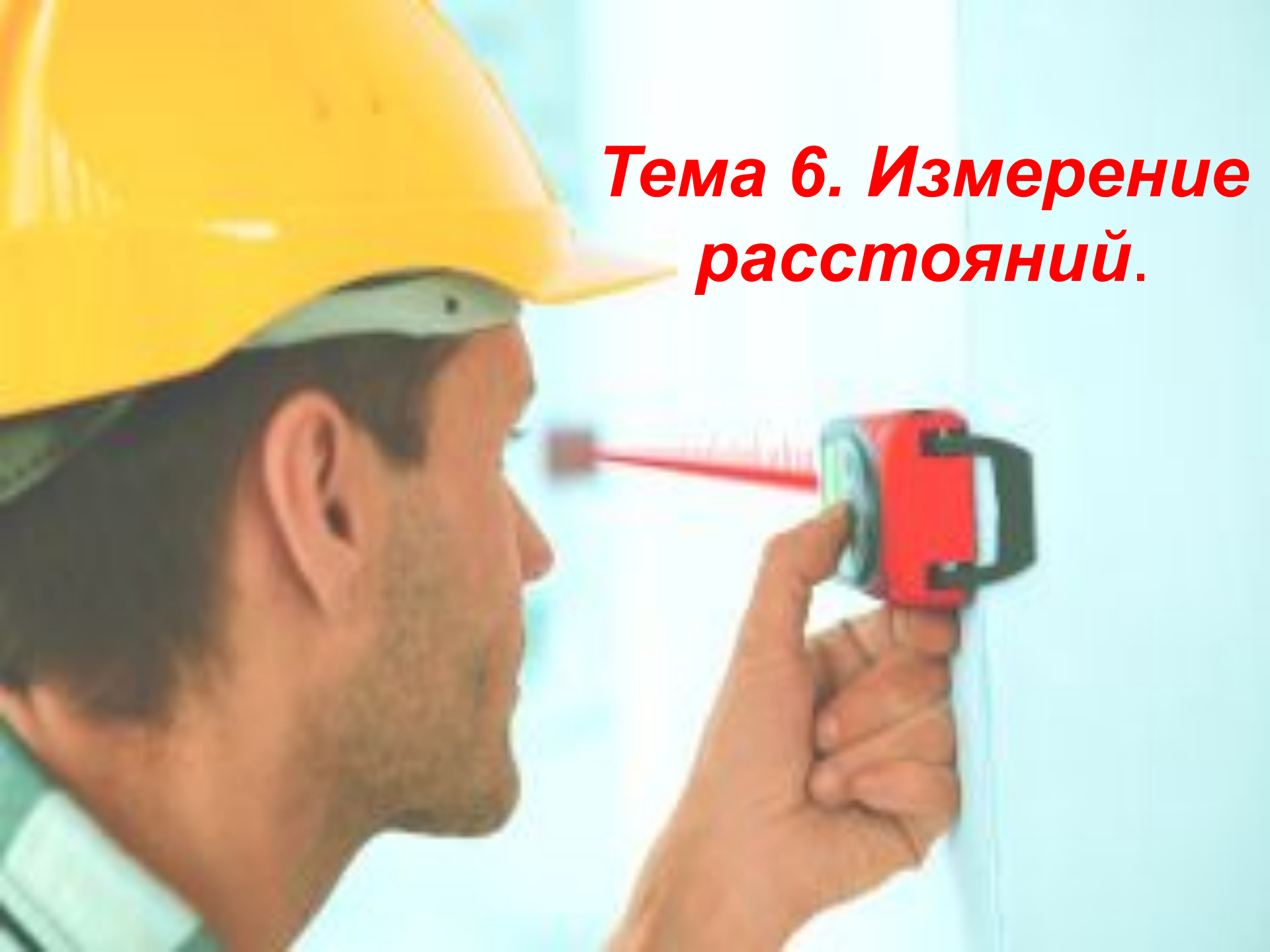


***Тема 6. Измерение
расстояний.***



Расстояния в геодезии измеряют ***мерными приборами*** и ***дальномерами***.

Мерными приборами называют ***ленты***, ***рулетки***, ***провода***, которыми расстояние измеряют путём укладки мерного прибора в створе измеряемой линии.

Дальномеры применяют ***оптические*** и ***светодальномеры***.

Мерные ленты типа ЛЗ изготавливают из стальной полосы шириной до 2,5 см и длиной 20, 24 или 50 м. Наиболее распространены 20-метровые ленты. На концах лента имеет вырезы для фиксирования концов втыкаемыми в землю шпильками. На ленте отмечены метровые и дециметровые деления. Для хранения ленту наматывают на специальное кольцо. К ленте прилагается комплект из шести (или одиннадцати) шпилек.

Рулетки - узкие (до 10 мм) стальные ленты длиной 20, 30, 50, 75 или 100 м с миллиметровыми делениями. Для высокоточных измерений служат рулетки, изготовленные из инвара - сплава (64% железа, 35,5% никеля и 0,5% различных примесей), имеющего малый коэффициент линейного расширения. Для измерений пониженной точности применяют тесьмяные и фиброгласовые рулетки.

Компарирование.

До применения мерных приборов их ***компарировуют.***

Компарированием называется сравнение длины мерного прибора с другим прибором, длина которого точно известна.

Для компарирования ленты с помощью выверенной образцовой ленты отмеряют отрезок номинальной длины (20 м) и укладывают на том же месте проверяемую рабочую ленту.

Совместив нулевой штрих ленты с началом отрезка, закрепляют конец ленты в этом положении. Затем ленту растягивают и линейкой измеряют величину несовпадения конечного штриха ленты с концом отрезка, то есть отличие Δl длины ленты от номинала. В последующем эту величину используют для вычисления **поправок за компарирование**. Ими исправляют результаты измерений лентой.

Рулетки, предназначенные для высокоточных измерений, компарируют на **стационарных компараторах**, где по результатам проверки длины ленты при разных температурах выводят уравнение её длины:

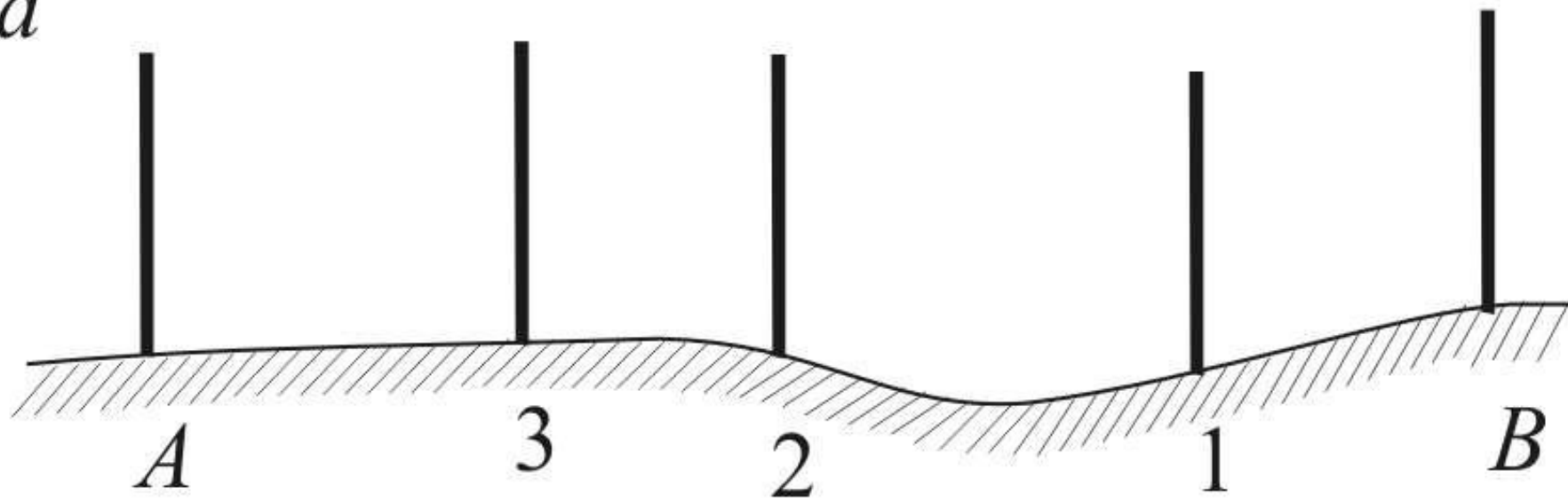
$$l = l_0 + \Delta l + \alpha l_0 (t - t_0).$$

l – длина ленты при температуре t ; l_0 – номинальная длина; Δl – поправка к номинальной длине при температуре компарирования t_0 ; α – температурный коэффициент линейного расширения.

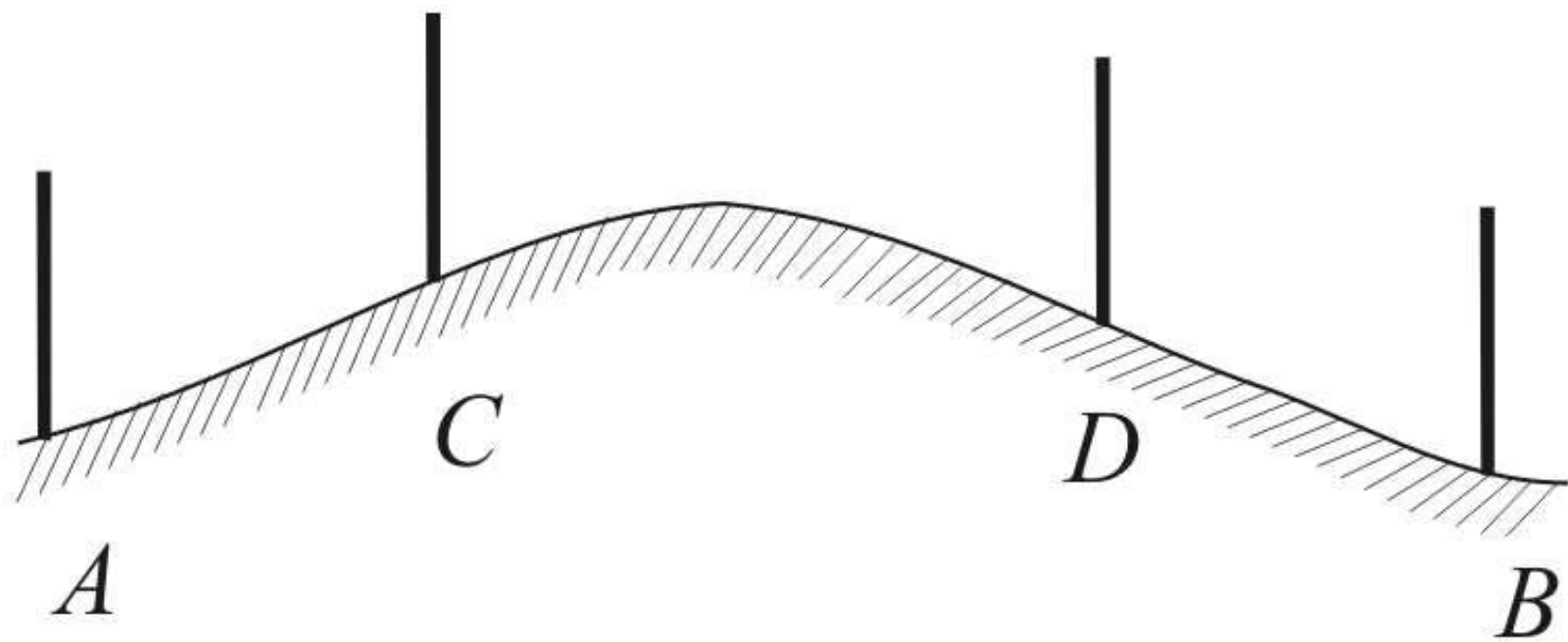
Вешение линии.

Перед измерением длины линии на её концах устанавливают вехи. Если длина линии превышает 100 м или на каких-то её участках не видны установленные вехи, то в их створе ставят дополнительные вехи (***створом двух точек*** называют проходящую через них вертикальную плоскость).

a



b



Вешение обычно ведут «на себя». Наблюдатель становится на провешиваемой линии у вехи A (рис. а), а рабочий по его указаниям ставит веху 1 так, чтобы она закрыла собой веху B . Таким же образом последовательно устанавливают вехи $2, 3$ и т. д. Установка вех в обратном порядке, то есть «от себя», является менее точной, так как ранее выставленные вехи закрывают видимость на последующие.

Если точки A и B недоступны или между ними расположена возвышенность (рис. б), то вехи ставят примерно на линии AB на возможно большем расстоянии друг от друга, но так, чтобы в точке C увидеть вехи B и D , а в точке D – вехи A и C .

При этом рабочий в точке C по указаниям рабочего в точке D ставит свою веху в створ линии AD . Затем рабочий в точке D по указаниям рабочего в точке C переносит свою веху в створ точек C и B . И так далее до тех пор, когда обе вехи окажутся в створе AB .

Измерение длин линий лентой.

Ориентируясь по выставленным вехам, два мерщика откладывают ленту в створе линии, фиксируя концы ленты втыкаемыми в землю шпильками. По мере продвижения измерений задний мерщик вынимает из земли использованные шпильки и использует их для подсчета числа отложенных лент. Измеренное расстояние равно $D=20n+r$, где n – число отложенных целых лент и r – остаток (отсчет по последней ленте, меньший 20 м).

Длину измеряют дважды – в прямом и обратном направлениях. Расхождение не должно превышать $1/2000$ (при неблагоприятных условиях - $1/1000$). За окончательное значение принимают среднее.

Введение поправок.

Измеренные расстояния исправляют поправками за компарирование, за температуру и за наклон.

Поправка за компарирование определяется по формуле

$$\Delta_k = n \Delta l ,$$

где Δl – отличие длины ленты от 20 м и n – число уложенных лент. При длине ленты больше номинальной – поправка положительная, при длине меньше номинальной – отрицательная. Поправку за компарирование вводят в измеренные расстояния, если $\Delta l > 2$ мм.

Поправка за температуру определяется по формуле

$$\Delta_t = \alpha D(t - t_0)$$

где α – термический коэффициент расширения (для стали $\alpha = 0,0000125$); t и t_0 – температура ленты во время измерений и при компарировании. Поправку Δ_t учитывают, если $|t - t_0| > 10^\circ$.

Поправка за наклон вводится для определения горизонтального проложения d измеренного наклонного расстояния D

$$d = D \cos v$$

где v – угол наклона.

Можно в измеренное расстояние D ввести поправку за наклон другим способом:

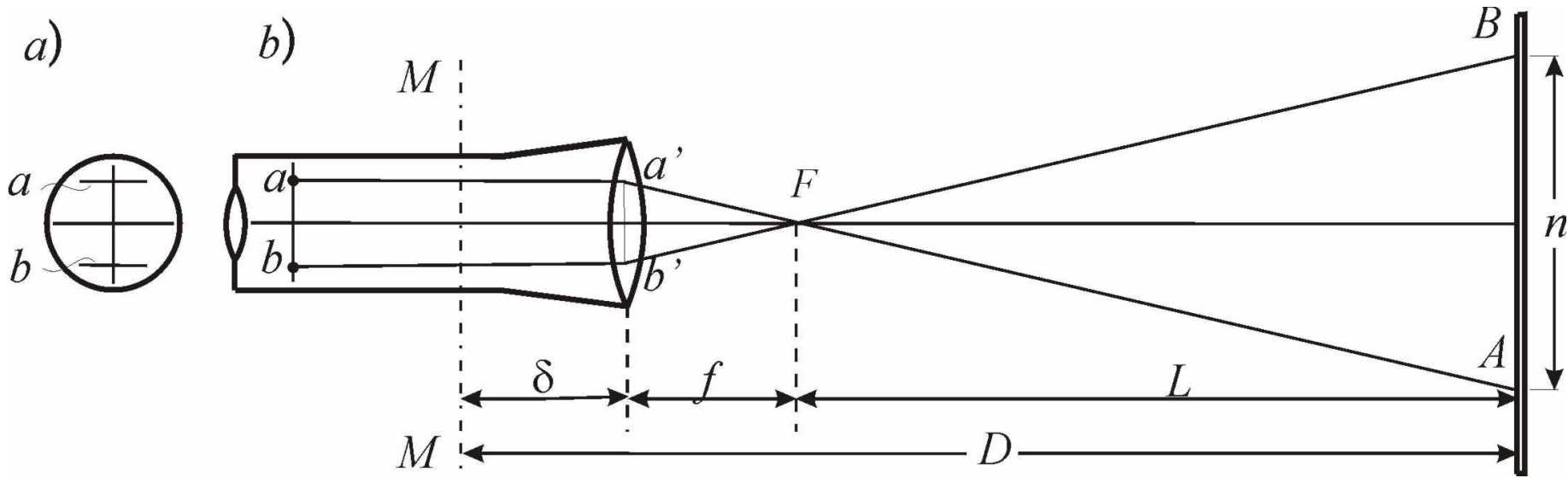
$$d = D + \Delta v,$$

где $\Delta v = d - D = D (\cos v - 1) = -2D \sin^2 v/2$

При измерениях лентой поправку учитывают, когда углы наклона превышают 1° .

Если линия состоит из участков с разным уклоном, то находят горизонтальные проложения участков и результаты суммируют.

Нитяной дальномер.



Нитяной дальномер: а) – сетка нитей;
б) – схема определения расстояния

Лучи, идущие через дальномерные штрихи сетки a и b параллельно оптической оси, преломляются объективом, проходят через его фокус F и проецируют изображения дальномерных штрихов на точки A и B , так что дальномерный отсчёт по рейке равен n . Обозначив расстояние между дальномерными штрихами p , из подобных треугольников ABF и $a'b'F$ находим $L = n f / p$.

Обозначив $f/p = K$ и $f + \delta = c$, получаем

$$D = Kn + c,$$

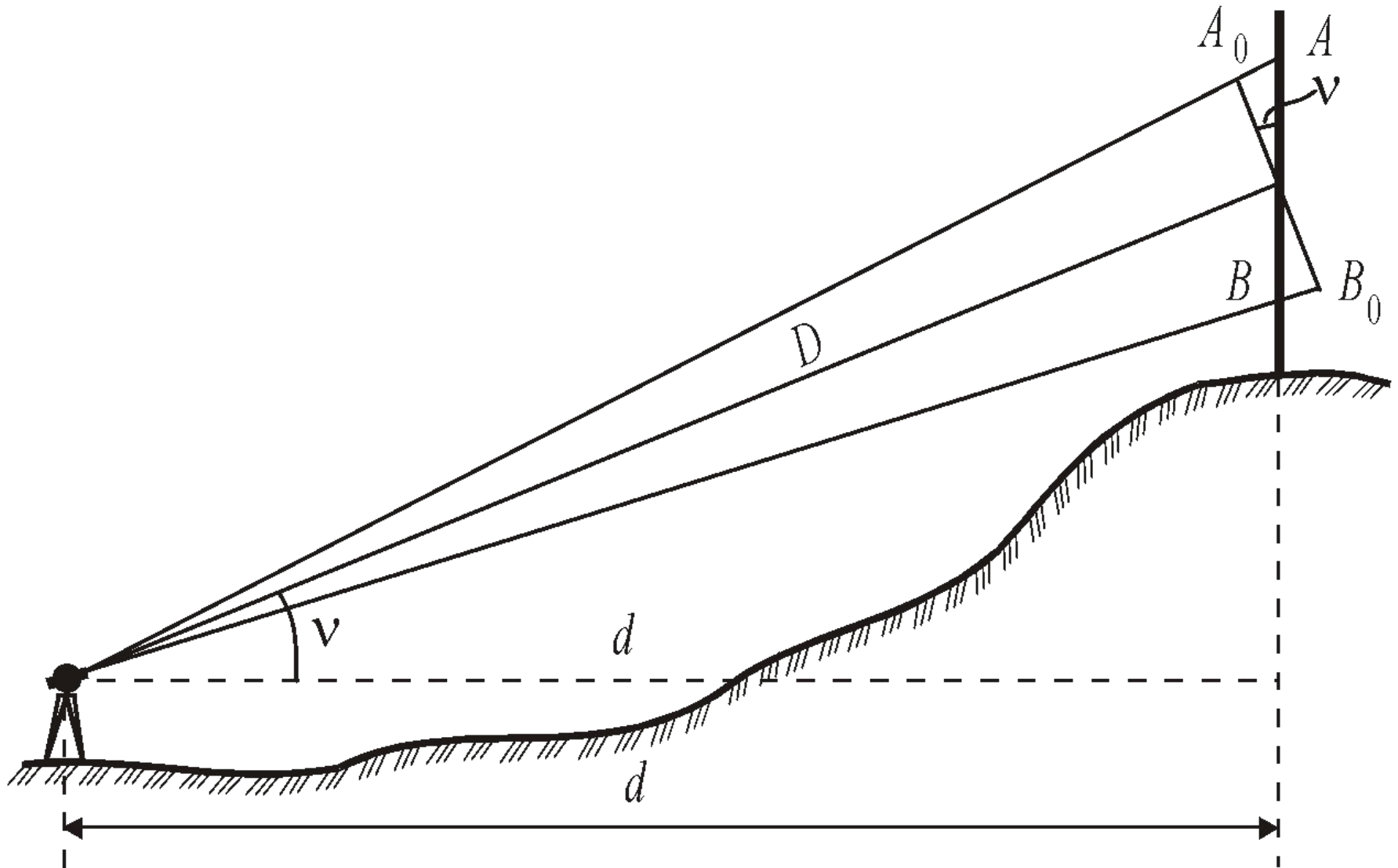
где K – коэффициент дальномера и c – постоянная дальномера.

При изготовлении прибора f и p подбирают такими, чтобы $K=100$, а постоянная c была близкой к нулю.

Тогда $D = 100 n$.

Точность измерения расстояний нитяным дальномером $\approx 1/300$.

Способ тригонометрического нивелирования.



При измерении наклонной линии отсчёт по рейке это отрезок $n = AB$. Если бы рейку наклонить на угол v , то отсчёт был бы равен $n_0 = A_0B_0 = n \cos v$ и наклонное

расстояние $D = Kn_0 + c = Kn \cdot \cos v + c$.

Умножив наклонное расстояние D на $\cos v$, получим горизонтальное расстояние $d = K n \cos^2 v + c \cos v$.

После преобразований получим

$$d = (Kn + c) \cos^2 v + 2c \cos v \sin^2(v/2).$$

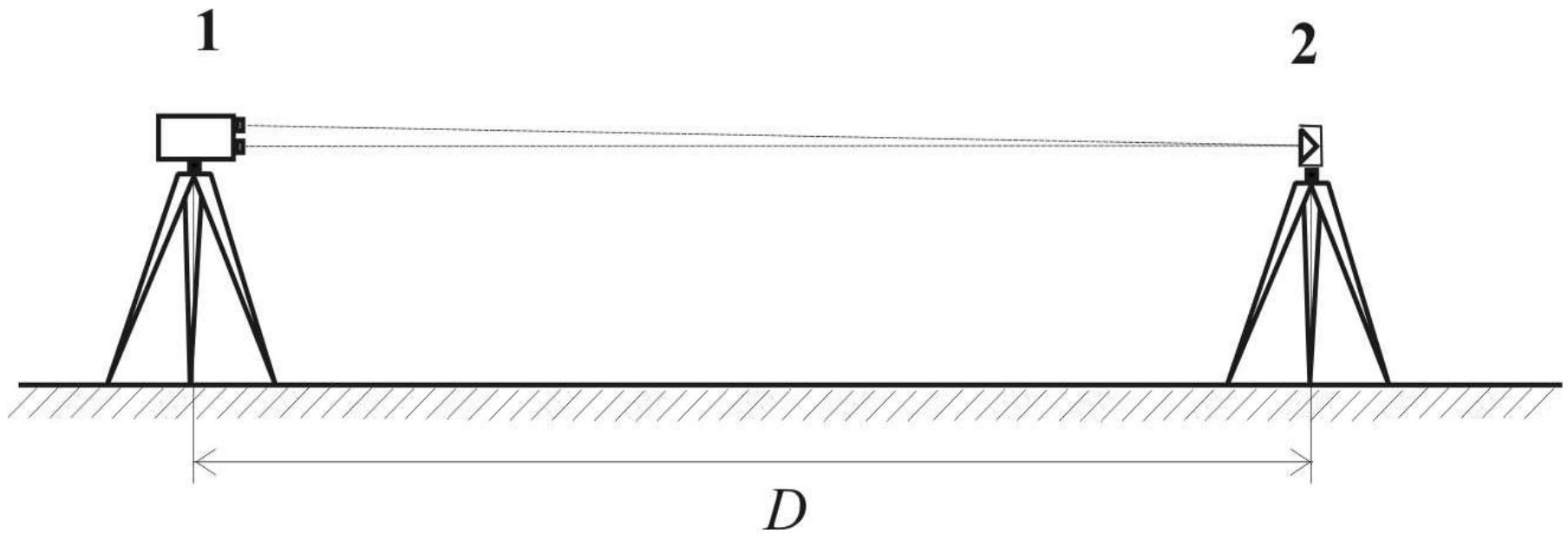
Вторым слагаемым по его малости пренебрежем.

Получим

$$d = (Kn + c) \cos^2 v .$$

Светодальномеры и лазерные рулетки.

Светодальномер – прибор, измеряющий расстояние по времени прохождения его световым сигналом.



В комплект светодальномера входят приёмопередатчик 1 и отражатель 2.

Приёмопередатчик излучает световой сигнал, принимает его после возвращения от отражателя, измеряет время t , прошедшее от излучения до приёма, и вычисляет расстояние

$$D = vt/2$$

Здесь v – скорость света (при средних условиях $v \approx 299710$ км/с).

Одним из самых распространенных приборов для измерения расстояний и решения ряда задач на современном этапе развития приборостроения является **лазерная рулетка**. В Беларуси самыми известными и распространенными являются рулетки производства фирмы

Leica



