

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ЛАЗЕРНОГО ДАТЧИКА РАССТОЯНИЙ

В большинстве современных лазерных дальномеров в качестве источников излучения используются полупроводниковые лазеры. Для обеспечения высокой оптической выходной мощности таким лазерам требуются токи накачки в единицы ампер. Модулирующие частоты равняются единицам - десяткам МГц. При таких высоких частотах модуляции и сильных токах накачки лазера одним из факторов, ограничивающих точность измерения дальномеров, является наличие наводки из передающего в приемный канал. Практика показывает, что путем экранирования полностью исключить данную наводку не представляется возможным. В [1] предложен светодальномер, в котором частичная компенсация наводки из передающего в приемный канал осуществляется путем подачи ослабленного и свинутого по фазе сигнала задающего генератора в смеситель приемного канала. Однако данный способ не учитывает изменения амплитуды и фазы наводки и сигнала, которые неизбежны в процессе работы дальномера. Для обеспечения высокой точности измерений $10^3 - 10^6$ необходимо учитывать и устранять влияние наводок на результат измерения дальности.

Разработан дальномер, позволяющий устранить влияние наводок на результат измерения дальности. Принцип измерения основан на известном фазовом способе измерения дальности, в котором фаза оптического сигнала, прошедшего измеряемое расстояние, сравнивается с фазой сигнала, прошедшего контрольную (известную) линию задержки. При этом измеряемое расстояние будет равно

$$D = \frac{ct}{2} = \frac{\phi r}{4\pi f} \quad (1)$$

где c - скорость света, ϕ - разность задержек фазы модулирующего сигнала на дистанции и в линии задержки, f - частота модуляции.

В процессе работы измерительная система современных фазовых дальномеров регистрирует суммарную фазу двух сигналов - сигнала наводки $U_n(t) = A_n \sin(\omega t)$ и дистанционного сигнала $U_d(t) = A_d \sin(\omega t - \phi)$. Информация о дальности до объекта содержится в фазе дистанционного сигнала ϕ .

$$U_n(t) + U_d(t) = A_n \sin(\omega t) \cos(\phi) - A_n \sin(\phi) \cos(\omega t) + A_d \sin(\omega t - \phi) = \\ (A_n \cos(\phi) + A_d) \sin(\omega t) - A_n \sin(\phi) \cos(\omega t) \quad (2)$$

Для учета и устранения влияния наводки на результат измерений дальности предлагается использовать в приемном канале оптический аттенюатор и производить два измерения фазы суммарного сигнала (ψ' , ψ'') при двух разных амплитудах A'_s и A''_s дистанционных оптических импульсов ($A_s = nA'_s$, где n - коэффициент ослабления аттенюатора). Первое значение коэффициента ослабления аттенюатора равно единице (сигнал не ослабляется), второе значение находится в пределах $n = 2 \rightarrow 10$. Выражение, связывающее фазу суммарного сигнала (ψ' , ψ'') и искомую фазу дистанционного сигнала ϕ , будет следующим

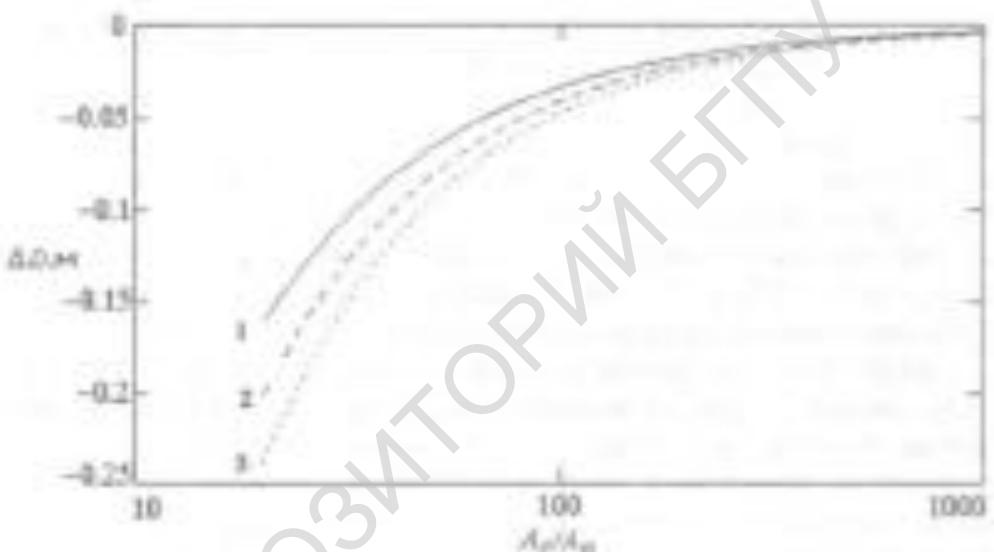
$$\begin{cases} \operatorname{ctg}(\psi') - \operatorname{ctg}(\phi) = \frac{A_d}{A'_s} \frac{1}{\sin(\phi)} \\ \operatorname{ctg}(\psi'') - \operatorname{ctg}(\phi) = \frac{nA_d}{A''_s} \frac{1}{\sin(\phi)} \end{cases} \quad (3)$$

Как видно из (3) фаза суммарного сигнала (ψ' , ψ'') отличается от фазы дистанционного сигнала ϕ тем больше, чем меньшее отношение сигнал/наводка.

Разделив одно выражение на другое получаем

$$\operatorname{ctg}(\varphi) = \frac{\operatorname{ctg}(\psi') - \operatorname{ctg}(\psi'')}{n-1} \quad (4)$$

Выражение (4) представляет собой расчетную формулу для определения истинного значения задержки фазы φ модулирующего сигнала на дистанции по результатам двух измерений фазы суммарного сигнала (дистанционный + наводка) ψ' и ψ'' при различных амплитудах сигнала A'_s и A''_s ($A'_s = nA''_s$). На фиг.1 приведен график величины разности $\psi - \varphi$ в зависимости от отношения амплитуды сигнала к амплитуде наводки A_s / A_n при различных значениях фазы дистанционного сигнала (1— $\varphi = \pi/4$, 2— $\varphi = \pi/3$, 3— $\varphi = \pi/2$). Разность фаз $\psi - \varphi$ пересчитана в погрешность измерения дальности для частоты модуляции $f = 10$ МГц.



Фиг.1

Как видно из графика при отношении $A_s / A_n \approx 100$ без учета влияния наводок невозможно получить точность лучше 7 см. Для амплитуд сигналов $A_s / A_n > 1000$ влияние наводки можно практически не учитывать, однако при $A_s / A_n < 800$ для получения высокой точности измерений необходимо использовать предложенный алгоритм исключения влияния наводки.

Таким образом разработанный метод позволяет скомпенсировать влияние наводок из передающего в приемный канала на результат измерения дальности. При этом будет осуществляться компенсация наводки при изменении ее амплитуды и фазы в процессе измерений, а также компенсация минимальных наводок, значительно меньших, чем порог регистрации полезного сигнала. Это обеспечивает возможность построения фазовых дальномеров на базе полупроводниковых лазеров, обеспечивающих миллиметровую точность измерения расстояний.

1. А.с. СССР № 834396, кл. С 3/08, 1984, Бюл. № 20.