

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ СВЕТОДАЛЬНОМЕРОВ

Расстояние S измеряют при помощи светодальномера следующим образом (рис. 1): над точкой, соответствующей одному из концов измеряемого расстояния, устанавливают светодальномер (приемопередатчик) 1, а над другой, соответствующей противоположному концу измеряемого расстояния, отражатель 2 и определяют время t , затраченное световым потоком (электромагнитными колебаниями оптического диапазона) на прохождение двойного измеряемого расстояния. Следует отметить, что определять время, затраченное световым потоком только на однократное прохождение измеряемого расстояния, практически нецелесообразно, следовательно,

$$2S = vt, \quad (1)$$

где v — скорость распространения светового потока.

Проходящий с постоянной и известной скоростью вдоль измеряемого расстояния световой поток позволяет свести измерение расстояния к определению времени. Именно это превращает светодальномер в хронометрическое дальномерное устройство, являющееся одним из перспективных измерительных приборов.

Принципиальная схема современного светодальномера не отличается от схем некоторых устройств и приборов, много лет тому назад созданных физиками для определения скорости света (например, опыт Физо в 1849 г., установки Майкельсона — 1926 г., Каролуса и Миттельштедта — 1928 г.). Тогда же авторами высказывалось мнение о возможности использования этих устройств для измерения расстояний, но из-за недостаточной точности и громоздкости они практического применения в то время не получили.

Первый в мире светодальномер был создан группой сотрудников Государственного оптического института им. С. И. Вавилова под руководством академика А. А. Лебедева в 1936 г., им можно было измерять расстояния до 3—4 км с погрешностью 2—3 м [58]. Первым высокоточным светодальномером, обеспечивающим измерение расстояний до 40 км с относительной погрешностью порядка 1 : 500 000, был созданный в конце сороковых годов шведским ученым Э. Бергстрандом светодальномер, названный автором геодиметром [123].

В начале пятидесятых годов в Советском Союзе было разработано несколько геодезических светодальномеров: СВВ-1, ГД-300, ЭОД-1, а к настоящему времени в нашей стране и за рубежом серийно выпускают светодальномеры различных конструкций и типов [13, 16, 29, 37, 54, 55, 62, 74, 77, 85; 93, 101, 104, 110, 112, 128].

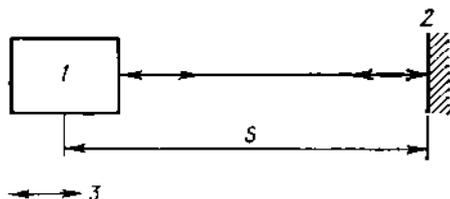


Рис. 1. Схема измерения расстояния светодальномером:

1 — светодальномер; 2 — отражатель; S — измеряемое расстояние; 3 — направление распространения света

Успехи, достигнутые современной радиотехникой и квантовой электроникой, позволили создать более экономичные, портативные, надежные и простые в эксплуатации приборы. Из них следует отметить светодальномеры, в которых в качестве источника излучения используют лазеры (что позволило весьма существенно увеличить дальность действия); светодальномеры, в которых в качестве источника излучения и модулятора используют светодиоды, при этом потребляемая прибором электрическая мощность не превышает 10 Вт; светодальномеры со

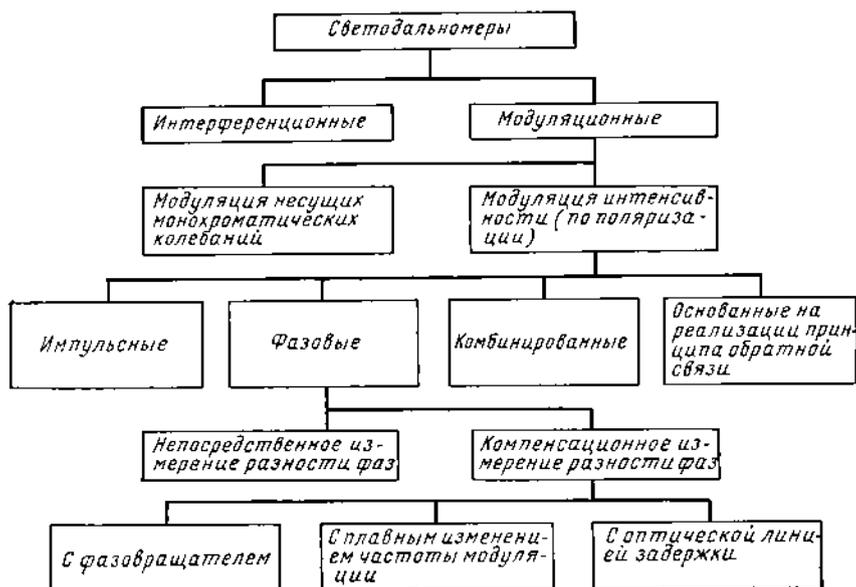


Рис. 2. Классификация светодальномеров

сверхвысокочастотной модуляцией, гарантирующей погрешность измерений не более нескольких десятых долей миллиметра; автоматические светодальномеры с цифровым отсчетным устройством, при этом на измерение расстояния затрачивается не более нескольких секунд; портативные и экономичные светодальномеры и светодальномерные насадки. Современные лазерные светодальномеры позволяют измерять расстояния от Земли до Луны, инструментальная чувствительность наиболее точных современных светодальномеров — интерференционных определяется долями микрометра, а точность современных геодезических светодальномеров, предназначенных для измерения расстояний более нескольких километров, достигает 10^7 и ограничивается точностью определения среднеинтегрального значения показателя преломления атмосферы вдоль трассы, по которой проходит световой поток.

Для выбора оптимальной функциональной схемы геодезического светодальномера рассмотрим схемы существующих светодальномеров в последовательности, соответствующей приведенной ниже классификации (рис. 2).

§ 2. ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ СВЕТОДАЛЬНОМЕРЫ

В этих светодальномерах используют абсолютные интерференционные способы измерения расстояния [38, 40, 52], в которых рабочим эталоном времени служит непосредственно период несущих электромагнитных колебаний оптического диапазона. Измерение обычно выполняется по схеме асимметричного двухлучевого интерферометра Майкельсона (рис. 3). Когерентный световой поток, выходящий из передающей оптической системы ПерОС, полупрозрачным зеркалом 2 делится на два: один из них проходит дважды вдоль измеряемого расстояния S (до отражателя 3 и обратно), а другой — до опорного зеркала 1 и обратно. Затем оба потока поступают в приемную оптическую систему ПрОС, где по результатам интерференции этих потоков определяют величину измеряемого расстояния.

В качестве подвижного отражателя 3 целесообразно использовать трипльпризму, так как при этом исключается влияние угловых разворотов отражателя. Результат интерференции зависит от разности фаз несущих колебаний опорного и измерительного световых потоков. Если потоки синфазны, происходит усиление интенсивности принимаемого суммарного светового потока (светлая полоса), а если они находятся в противофазе, происходит резкое ослабление принимаемого светового потока (темная полоса). По изменению интенсивности принимаемого светового потока можно вести измерение аналоговым способом в пределах фазового цикла, а использовав специальные счетчики целых фазовых циклов (полос), можно вести дискретно интерференционные измерения в значительных пределах. При этом счетчик целых фазовых циклов действует в накопитель-