

Лазерные фазовые дальномеры в отличие от импульсных дальномеров обладают существенно меньшей дальностью измерения, но при этом гораздо большей точностью измерений. Такие различия объясняются тем, что в качестве источника излучения в лазерных фазовых дальномерах используется не прерывный полупроводниковый лазер либо светодиод, излучение которых промодулировано одним или несколькими гармонически-ми сигналами.

В лазерных фазовых дальномерах расстояние определяется сравнением фазы модулирующего сигнала на выходе с приемника излучения (фаза излучения, прошедшего расстояние до объекта и обратно) с фазой опорного сигнала (фаза сигнала на источнике излучения).

Расстояние, проходимое световой волной за время t , равно

$$l = ct, \quad (1.1)$$

где c — скорость света.

За то же время фаза модулированного лазерного излучения, прошедшего путь от источника дальномера до объекта и обратно, изменится на величину

$$\varphi = 2\pi f_M t, \quad (1.2)$$

где f_M — частота модуляции излучения.

Таким образом, дальность до объекта можно определить из выражений (1.1) и (1.2) как

$$l = c \frac{\varphi}{2\pi f_M}. \quad (1.3)$$

При измерении фазы возникает погрешность $\Delta\varphi$. Соответствующая погрешность в измерении расстояния Δl составит

$$\Delta l = c \frac{\Delta\varphi}{2\pi f_M}. \quad (1.4)$$

Анализ формулы (1.4) позволяет заключить, что погрешность измерения дальности Δl тем ниже, чем выше частота модуляции, но для однозначного определения дальности изменение фазы φ на измеряемом расстоянии должно быть меньше 2π , т. е. двойное расстояние не должно превышать длины волны модуляции. Это накладывает ограничение на максимально допустимое

значение частоты модуляции f_m . Как правило, в дальномерах используют не одну, а несколько частот модуляции. Низкая частота определяется максимальной дальностью измерения, последующие частоты — погрешностью измерения на предыдущей частоте (аналогично низкой частоте, погрешность более низкой частоты не должна превышать длину волны модуляции следующей частоты). Последняя частота модуляции определяется погрешностью $\Delta\phi$ и необходимой точностью измерений из уравнения (1.4).

В дальномерах используются интегральные фазовые детекторы, измеряющие разность фаз между входящим и опорным сигналами от 0° до 180° (при большем фазовом диапазоне возникает неоднозначность). В этом случае необходимо, чтобы при прохождении излучением расстояния до объекта и обратно фаза изменялась на величину ϕ , не превышающую π , т. е. чтобы двойное расстояние до объекта соответствовало половине длины волны частоты модуляции (рис. 1.1). При этом максимальная дальность определится с помощью выражения

$$2l_{\max} \leq \frac{1}{2} T_1 c, \quad (1.5)$$

где T_1 — период модуляции излучения на первой (низкой) частоте.

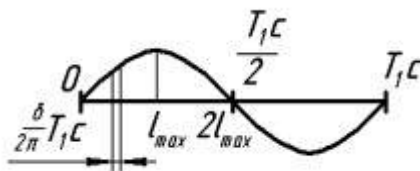


Рис 1 Схематическое изображение одного периода модулирующего излучения и его соотношение с измеряемой дальностью

Обычно для фазовых детекторов погрешность измерения фазы с помощью аналоговых интегральных фазометров составляет $0,5^\circ \dots 1,0^\circ$.

Расстояние до объекта и обратно соответствует части волны низкочастотной модуляции:

$$l = \frac{c\phi_1}{2\pi f_{1M}}$$

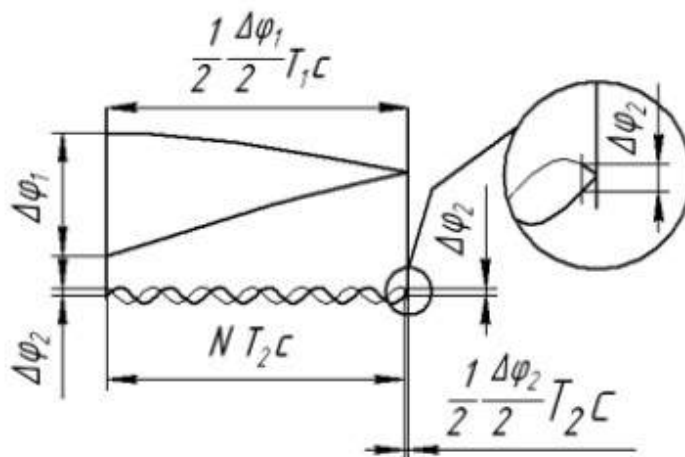


Рис 2 Иллюстрация процесса распространения модулированного лазерного излучения

Ниже приведена функциональная схема лазерного фазового дальномера рис 3

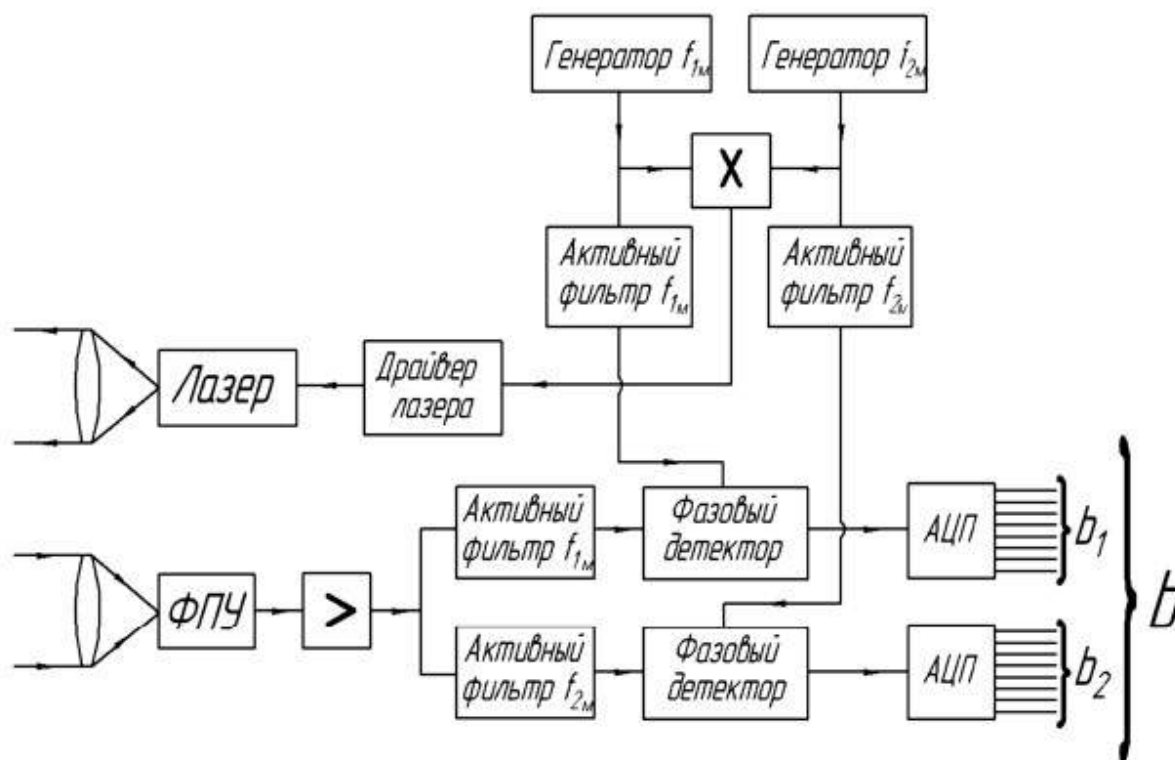


Рис 3 Функциональная схема лазерного фазового дальномера

На Рис. 3 представлена функциональная схема двухчастотного лазерного фазового дальномера, реализующая классический принцип действия. На выходе генераторов формируются два сигнала в виде меандров с частотой f_{1M} и f_{2M} . Эти сигналы логически перемножаются и подаются на драйвер лазера, который, в свою очередь, модулирует ток накачки полупроводникового лазера. Кроме того, эти же сигналы поступают через узкополосные фильтры на два фазовых детектора в качестве опорных напряжений. После отражения от

зондируемого объекта модулированное одновременно двумя частотами лазерное излучение с измененной фазой регистрируется ФПУ. Напряжение с выхода ФПУ усиливается широкополосным усилителем и подается на узкополосные активные фильтры, настроенные на частоты f_{1M} и f_{2M} . Таким образом, из принятого сигнала сложной формы выделяются две гармоники, которые поступают на рабочие входы соответствующих фазовых детекторов. На выходах фазовых детекторов формируются напряжения, пропорциональные смещению фаз ϕ_1 и ϕ_2 , которые впоследствии оцифровываются с помощью АЦП. Результатом оцифровки сигналов являются два двоичных числа с разрядностями b_1 и b_2 .

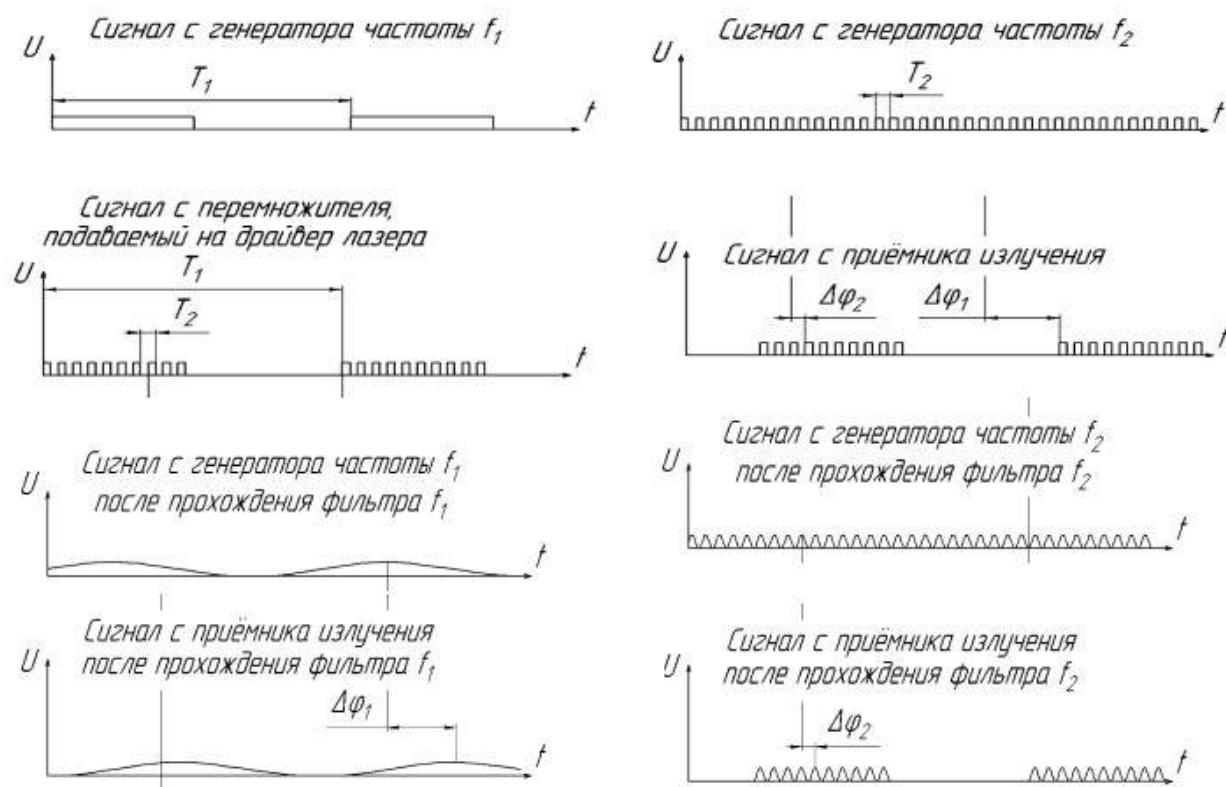


Рис 4 Графики сигналов, поясняющие работу лазерного фазового дальномера

Ниже представлена функциональная схема современного цифрового лазерного фазового дальномера

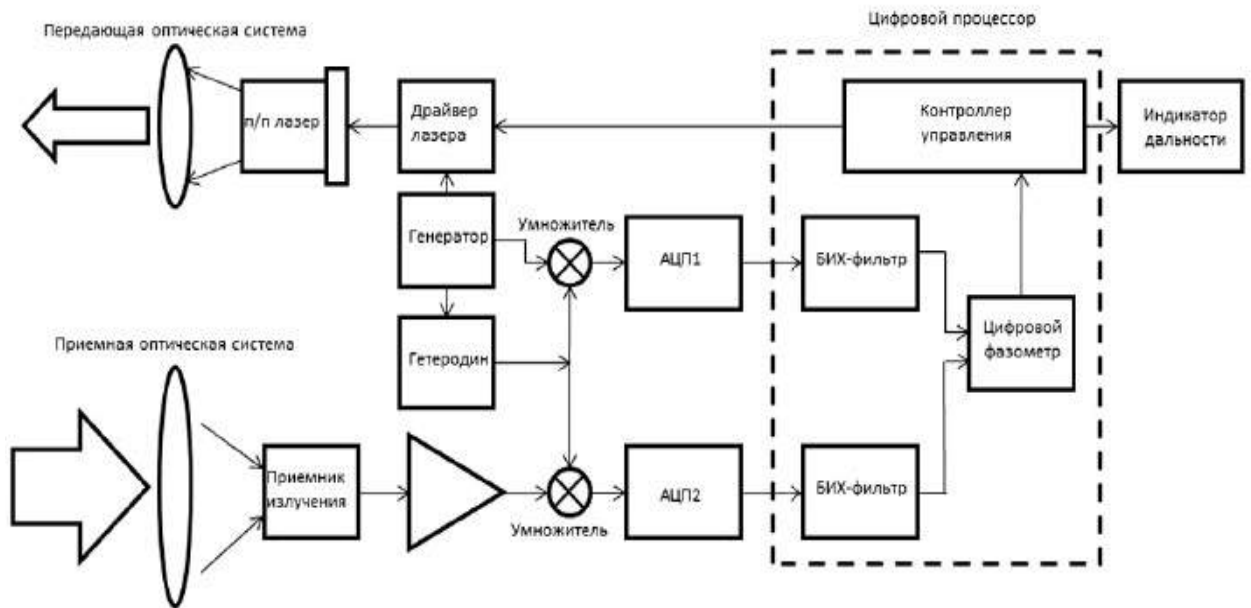


Рис 5. Функциональная схема современного цифрового лазерного фазового дальномера

Задающий генератор формирует напряжение, меняющееся по гармоническому закону на частоте модуляции f_{1M} и подаваемое одновременно на драйвер лазера и на вход гетеродина. В результате излучение лазера модулируется на частоте f_{1M} , а на выходе гетеродина (*Гетеродином называется генератор опорной частоты, на которую требуется понизить принятое колебание.*) формируется гармонический сигнал с частотой f_0 , отличающейся от частоты f_{1M} на 1 кГц. После перемножения частот выходное опорное напряжение с частотой 1 кГц поступает на АЦП1 и далее в цифровой процессор. В свою очередь, ФПУ приемного канала регистрирует отраженный от объекта лазерный пучок на частоте модуляции f_{1M} . После усиления и перемножения с частотой гетеродина рабочее напряжение с частотой 1 кГц поступает на вход АЦП2 и далее в измерительную цепь цифрового процессора. Оцифрованные сигналы в опорной и измерительной цепях процессора проходят узкополосную фильтрацию в БИХ-фильтрах, после чего подаются в блок цифрового фазометра. Результат вычисления фазового сдвига поступает в контроллер, который пересчитывает его в значение дальности, выводимое на индикатор. Еще одной важной задачей контроллера является осуществление адаптивного управления мощностью лазерного излучателя в зависимости от расстояния до объекта. Чем ближе объект зондирования, тем меньше мощность лазера.

Вывод : в данном отчёте по научно-исследовательской работе был рассмотрен лазерный фазовый дальномер его принцип действия а также функциональные схемы лазерного фазового дальномера и графики сигналов поясняющие работу устройства .