

ИМУЛЬСНЫЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ЛАЗЕРЫ В ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

Описаны направления, по которым ведется внедрение лазерной техники в практику, приведены формулы для определения расстояния между дальномером и объектом наблюдения, описана функциональная схема лазерного дальномера и приведены технические характеристики зарубежных лазерных импульсных дальномеров.

*В. БУРСКИЙ,
кандидат технических наук,*

*М. ПОЗДНЯКОВ,
инженер*

сом, отраженным от наблюдаемого объекта.

Из приведенного соотношения (1) определим ошибку измерения дальности по формуле

$$\Delta L = \frac{L}{c} \cdot \Delta t_L + \frac{c \Delta t}{2}, \quad (2)$$

где ΔL - ошибка в измерении дальности;

Δt_L - ошибка в измерении времени прохождения света от дальномера до объекта и обратно.

Это соотношение свидетельствует о том, что ошибка в измерении дальности зависит: во-первых, от степени точности определения скорости излучения, а во-вторых, от инструментальной точности измерительного прибора.

Для измерения (вне зависимости от вида устройств) может быть использован импульсный или фазовый метод измерения дальности.

Импульсный дальномер построен, как правило, последующей схемой (рис. 1). В качестве источ-

ника излучения в импульсном дальномере используется твердотельный лазер и резонатор, в котором возможна модуляция добротности. В нем имеется приемно-передающая оптическая система и ряд электронных блоков для обработки информации и управления системой в целом. Дальномер работает следующим образом. Излучение лазера с помощью оптической схемы направляют в сторону объекта, до которого следует определить расстояние. Часть излучения с помощью используемого в конструкции дальномера полупрозрачного зеркала отделяют на приемник излучения (опорный ФЭУ - фотоэлектронный умножитель). Эту часть излучения направляют на блок измерения запаздывания для формирования опорного сигнала.

Отраженное от объекта измерения излучение принимают оптической системой и направляют на сигнальный ФЭУ. Сигнал с ФЭУ, пройдя усилитель, также попадает на блок измерения времени запаздывания. В указанном блоке с помощью электронной схемы определяется время между опорным и отраженным сигналами. В каче-

Оптические методы измерения расстояний и углов хорошо известны в промышленной метрологии и геодезии. В связи с разработкой и освоением импульсных лазеров удалось значительно расширить область применения оптических методов измерения расстояний до исследуемых объектов.

Дальнометрирование с использованием световой энергии основано на том, что в однородной среде имеет место прямолинейное распространение с постоянной скоростью оптического излучения. В оптическом дальномере приемник и передатчик излучения совмещены, поэтому расстояние между дальномером и объектом может быть найдено из выражения:

$$L = \frac{ct_L}{2}, \quad (1)$$

где L - измеряемое расстояние до объекта;
 c - скорость излучения;
 t_L - время прохождения импульса от дальномера до объекта и обратно.

В результате измерение расстояния до объекта сводится к определению интервала времени между зондирующим импуль-

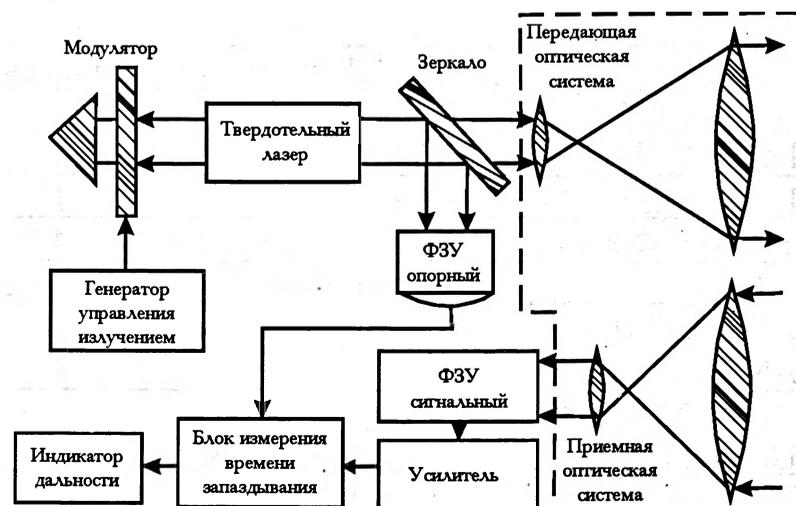


Рис.1. Функциональная схема импульсного лазерного дальномера.

стве индикатора дальности может быть использована электронно-лучевая трубка или прибор, показывающий в единицах длины непосредственную величину измеряемой дальности.

В основе лазерной локации лежат три основных свойства электромагнитных волн:

1. Способность распространяться прямолинейно. С помощью узконаправленного лазерного луча обеспечивается просмотр пространства и определяется направление на объект (пеленг цели), причем, чем уже луч, тем с большей точностью определяется пеленг. Угловой раcтвор луча лазера, изготовленного с использованием твердотельного активного вещества, составляет 1-1,5 градуса без использования дополнительных оптических фокусирующих систем. Причем, ввод оптики в лазерный излучатель позволяет сузить луч лазера до нескольких угловых минут.

2. Способность отражаться от объектов - металлических, неметаллических, от воды. Мощность отраженного лазерного луча от наблюдаемого объекта обратно пропорциональна длине волны в четвертой степени. Лазерному локатору присуща и

высокая обнаружительная способность - чем короче волна, тем она выше.

3. Способность лазерного излучения распространяться с постоянной скоростью дает возможность с высокой точностью определить расстояние до объекта по соотношению (1).

При рассмотрении которого становится очевидным, что точность измерения дальности определяется точностью времени прохождения импульса энергии до измеряемого объекта и обратно. Чем короче импульс, тем точнее импульсный лазерный дальномер.

Лазерные дальномеры в настоящее время используют в наземной военной технике (артиллерийские, танковые), в авиации (дальномеры, высотомеры, целеуказатели) и на флоте [1]. Основные характеристики некоторых типов импульсных дальномеров, выпускаемых в США, Швеции, Англии, Франции, Норвегии, приведены в таблице.

Из таблицы видно, что для военной техники представляет интерес портативный норвежский дальномер LP-4. В качестве модулятора добротности в этом дальномере используется оптико-механический затвор.

Приемная часть норвежского дальномера одновременно является визиром оператора, диаметр входной оптической системы - 70 мм. В качестве приемника в конструкции дальномера использован портативный фотодиод, чувствительность которого максимальная на длине волны 1,06 мкм. Счетчик снабжен системой стробирования на дальности (от 200 до 3000 м), в канале оптического визира, перед окуляром, установлен защитный фильтр. Указанный фильтр предотвращает вредное воздействие отраженного лазерного луча на глаз оператора. Угол места цели определяется с использованием прибора в пределах $\pm 25^\circ$, аккумулятор обеспечивает 150 измерений дальности без перезарядки [2].

Литература.

1. Федоров БФ Лазеры. Основы, Устройства и применение //Москва, изд. ДОСААФ СССР 1988, 190с.

2. Справочник по лазерной технике. Перевод с немецкого В.Н. Белоусова под ред. профессора А.П. Напартовича //Москва, Энергоатомиздат, 1991, 543с.

Таблица

Основные технические характеристики импульсных лазерных дальномеров военного назначения

Тип дальномера и страна	Источник излучения	Мощность, МВт	Дальность и ошибка ее измерения, м	Масса, кг
Дальномеры для танков				
AN/WS-1, США	Рубин	1	4700±10	16
La-65, США	Рубин	2	6000±5	20
LF-2, Англия	Рубин	1	10000±20	29
TCV-15, Франция	Неодимовое стекло	4	10000±5	24
Артиллерийские дальномеры				
XM-23, США	Рубин	2,5	1000±10	12,5
AN/CVS-1, США	Рубин	2	16000±10	14
KRR-101, США	Неодимовое стекло	2	9995±5	6,5
UAL-11105,	Неодимовое стекло	2	10000±8	22
TM-10, Франция	Неодимовое стекло	2	10000±5	44,5
LP-4, Норвегия	Неодимовое стекло	1	20000±5	1,0