

УДК 623.4.023.43

ОПТИКО-ВОЛОКОННАЯ СИСТЕМА ПОДВОДА ОПОРНОГО СИГНАЛА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ В БЛОКЕ ВИЗИРНО-ДАЛЬНОМЕРНОМ ТАНКОВОГО ПРИЦЕЛА

Мандик Н.С.^{1,2}, Фёдорцев Р.В.¹, Нупрейчик А.О.²

¹ОАО «Пеленг»

²Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассмотрены варианты подвода опорного сигнала от лазерного излучателя к фотоприемнику в визирно-дальномерном блоке комбинированного многоканального танкового прицела. Проведено сравнение эффективности сборки, юстировки и устойчивости работы изделия в случае применения классической оптической призмной системы и при использовании в качестве средства транспортировки лазерного излучения гибкого оптического волокна.

Ключевые слова: оптическое волокно, лазерное излучение, визирно-дальномерный блок, танковый прицел.

FIBER-OPTIC SYSTEM FOR SUPPLYING THE REFERENCE SIGNAL OF A LASER EMISSION IN THE SIGHT AND RANGING UNIT OF A TANK SIGHT

Mandik N.^{1,2}, Feodortsau R.¹, Nupreichik A.²

¹JSC "Peleng"

²Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Annotation. The article considers options for supplying a reference signal from a laser emitter to a photodetector in the sighting and rangefinder unit of a combined multi-channel tank sight. The efficiency of assembly, adjustment, and stability of the work of the product is compared in the case of using a classical optical prism system and when using a flexible optical fiber as a means of transporting laser radiation.

Keywords: optical fiber, laser radiation, sighting and rangefinder unit, tank sight.

Адрес для переписки: Мандик Н.С., пр. Независимости, 65, Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: mandik.nikita@yanex.ru

Блок визирно-дальномерный танкового прицела многофункциональное устройство предназначен для визуального и тепловизионного наблюдения за местностью, лазерного дальнометрирования, проектирования управляющего ракетного поля, оснащен режимом выверки параллельности оптических осей тепловизионного, дальномерного и информационного каналов по отношению визирному каналу, а также оперативного встроенного контроля. Система визирования предусмотрена для создания и анализа изображения местности с различными увеличениями.

Предназначение тепловизионного канала аналогично, отличие заключается лишь в том, что наблюдение проводится в ночных условиях.

Таким образом, конструктивно блок визирно-дальномерный включает в себя лазерный канал управления, канал лазерного дальномера, систему индикации и систему выверки, которые отвечают за положение оси дальномерного канала, оси линии нулевых команд поля управления и оси тепловизионного канала относительно оси прицеливания системы визирования.

Канал лазерного дальномера (ЛД) основан на принципе измерения времени прохождения излучения до цели и обратно. Часть сгенерированного лазерного импульса формирующей оптикой направляется на цель, после отражения излучение попадает в приемный канал дальномера и, пройдя

оптическую составляющую, поступает на фотоприемное устройство (ФПУ). В ЛД генерируется излучение ближнего инфракрасного (ИК) диапазона с рабочей длиной волны 1064 нм.

Лазерный дальномер включает в себя излучатель, генерирующий лазерное излучение, телескопическую систему, предназначенную для увеличения кратности, коллиматора и компенсатора для компенсации рассогласования непараллельности дальномерного канала относительно оптического канала, а также ФПУ, блока питания дальномера и блока цифровой обработки сигнала.

При запуске лазерного излучения, часть импульса, называемая "стар-сигналом", минуя все расстояние до цели и обратно, попадает через оптику прицела на фотоприемное устройство, тем самым задавая начало отсчета, другая часть излучения отразившись от цели попадает на ФПУ и подает сигнал для остановки, разница между этими сигналами способствует определению расстояния до цели.

В существующей конструкции блока визирно-дальномерного часть генерируемого излучения (старт-сигнал) направляется на ФПУ с помощью пента-призмы и оптической системы узкого поля зрения (УПЗ). Наличие отдельных оптико-механических компонентов в виде призмной узла и фокусирующей линзовой системы требует точной системы их сведения и юстировки как в процессе

первоначальной сборки изделия, так и последующих калибровок в процессе эксплуатации возникающих вследствие воздействия знакопеременных нагрузок на корпус прицела в боевых условиях.

Анализ существующих технических решений по формированию старт-сигнала и его регистрации показывает различные варианты реализации. Например, в мобильных лазерных локационных системах (МЛЛС) излучение с импульсного YAG:Nd³⁺ лазера с длиной волны ($\lambda_1 = 0,53 \mu\text{м}$ и $\lambda_2 = 1,06 \mu\text{м}$) и длительностью порядка 100–200 нс отводится через полупрозрачное зеркало на опорный фотодетектор с последующим прохождением через схему фазирования и формирования строб-импульса [1]. Для сравнения, опорного и отраженного сигналов в работе [2] рекомендуется использовать микроконтроллеры, многоканальные преобразователи временных интервалов в цифровой код TDC-GPX с подключаемыми кварцевыми датчиками (20 МГц) обеспечивающие разрешение до 10 пс. В лазерном дальномере [3] сигнал измерения дальности одновременно поступает в ключевую схему и на вход импульсной последовательности счетчика импульсов. В качестве излучателя используется лазерный диод типа PGEW1S09 фирмы PerkinElmer, а в качестве фотоприемника высокочувствительный фотодиод C30724 фирмы EG&G Canada. Рассмотренный лазерный дальномер может иметь модификацию в котором в качестве светоделителя используется куб-призма [4].

Новая модификация конструкции блока визирно-дальномерного предусматривает применение одномодового оптического волокна (ОВ) ITU-T G.652.C(D) упакованного в волоконно-оптический жгут О-ИК-ТС-I-3,0-600 ТУЗ-3.2288-90 (рис. 1).

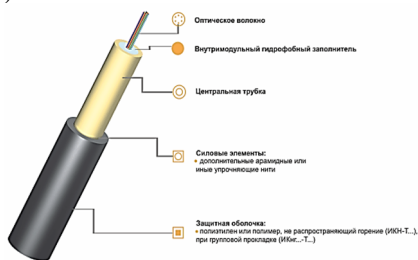


Рисунок 1 – Конструкция оптического кабеля марки ОК-Т

Номинальный наружный диаметр кабеля 5,5 мм. Минимально допустимый радиус изгиба 110 мм.

Необходимая часть старт-сигнального излучения от источника с полупрозрачного зеркала резонатора, передается непосредственно в фотоприемное устройство (ФПУ) в качестве «опорного сигнала» (рис. 2).

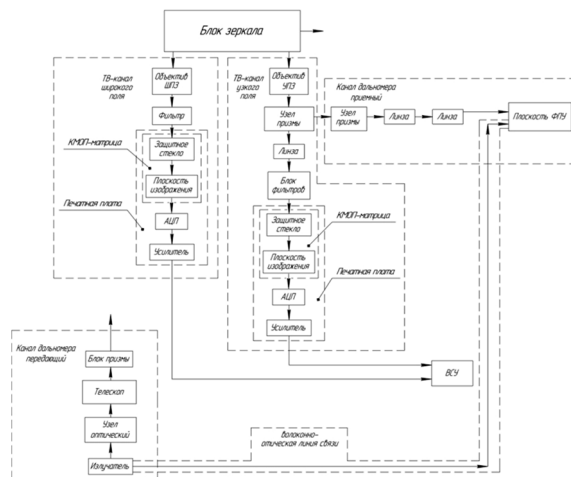


Рисунок 2 – Структурно-функциональная схема блока визирно-дальномерного прицела

В качестве лазерного источника используется импульсная лампа с ксеноновым наполнением, с естественным и принудительным жидкостным охлаждением. Одиночное импульсное излучение с амплитудой импульса зажигания 18 кВ и предельной средней мощностью 10 Вт.

Излучение принимается фотоприемным устройством ФПУ-21ВТ с рабочей длиной волны 1064–1570 нм с пороговой чувствительностью 50 нВт.

При этом потерями внутри оптического волокна пренебрегают, вследствие малой протяженности (примерно 600 мм) передающего участка. Гибкость ОВ позволяет менять конфигурацию пути укладки внутри корпуса прицела в свободных местах за счет установки дополнительных опорных кронштейнов.

Дополнительным преимуществом модификации является существенное снижение конечной себестоимости изделия, стоимость участка ОВ существенно ниже стоимости узла крепления призмы.

Литература

1. Ефимов, В. О. Вопросы проектирования дальнометрического канала мобильных лазерных локационных систем / В. О. Ефимов, Л. М. Сарварова, А. А. Тяжелова // Инновационная наука. – 2017. – № 8. – С. 15–18.
2. Лазерные дальнометры. Acam Messelectronic GmbH. 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://acam-e.ru/?page_id=551.
3. Лазерный дальномер : пат. RU 2590311 / П. А. Тагасов, Б. Б. Иванов. – Опубл. 10.07.2016.
4. Лазерный дальномер : патент RU 2343413 / А. И. Абрамов, А. А. Зборовский, А. И. Гоев, Б. Б. Иванов. – Опубл. 10.01.2009.
5. ОК...-Т. Оптический кабель для прокладки в пластмассовый трубопровод на основе центральной трубки. «Союз-Кабель» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.sk.by/production/ppt/v-trubi_63.html.