

УДК 623.4.023.43

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ПОТЕРЬ В ОПТИЧЕСКОМ ВОЛОКНЕ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ
УПРАВЛЯЮЩЕГО СИГНАЛА В ДАЛЬНОМЕРНОМ КАНАЛЕ 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 старт-сигнала от лазерного излучателя к фотоприемному устройству с помощью оптического волокна. Проведено сравнение многомодового и одномодового оптического волокна, произведен расчет оптических параметров, а также расчет на потери последних, рассмотрены их преимущества.

Ключевые слова: оптическое волокно, лазерное излучение, потери в оптическом волокне, многомодовое волокно, одномодовое волокно.

**DETERMINING THE LEVEL OF LOSSES IN AN OPTICAL FIBER WHEN TRANSMITTING
A CONTROL SIGNAL IN THE RANGE MEASURING CHANNEL OF A TANK SIGHT**

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

¹JSC "Peleng"

²Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The article considers options for supplying a start signal from a laser emitter to a photodetector using an optical fiber. Multimode and single-mode optical fiber are compared, optical parameters are calculated, as well as the calculation of the losses of the latter, their advantages are considered. Keywords: optical fiber, laser radiation, losses in optical fiber, multimode fiber, single-mode fiber.

Keywords: optical fiber, laser radiation, losses in optical fiber, multimode fiber, single-mode fiber.

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

В современном мире разработано большое количество лазерных дальномеров, предназначенных для решения различных задач и отличающихся широкими конструктивными конфигурациями для их реализации. Для определения расстояния до объекта исследования с заданной точностью, используют импульсные лазерные дальномеры.

Чаще всего конструкция подобных дальномеров включает в себя импульсные лазеры с оптической коллимирующей системой, на выходе которой образуются оптические импульсы, часть излучения минуя полное расстояние направляется на опорный фотоприемник с импульсным усилителем, а оставшаяся часть импульса, отразившись от объекта исследования, пройдя оптический приемный объектив широкого или узкого поля зрения попадает на фотоприемное устройство (ФПУ), после чего происходит усиление за счет импульсного усилителя и попадает на стоповый вход измерителя временных интервалов (ИВИ). Временной интервал в удобном для изучения виде (аналоговом или цифровом) показывает расстояние до объекта на мониторе.

Основной способ подачи старт-сигнала на ФПУ – это блок, состоящий из склейки призм. Минуя полное расстояние, часть сигнала задает старт отсчета [1].

Однако данный метод подачи сигнала имеет свои недостатки: технологические сложности при изготовлении призм связанные с высокой точностью взаимного исполнения отражающих и преломляющих граней; сложность юстировки оптического модуля в процессе сборки; значительные габаритные размеры и вес оптического компонента в составе общей системы.

Альтернативным решением данной задачи является вариант доставки управляющего старт-сигнала через оптическое волокно (ОВ). Ввиду относительно малых габаритов прибора, нам понадобится небольшое количество ОВ, что делает устройство дешевле, также избавляет от сложных манипуляций с юстировкой и размещением узлов прибора, так как за счет гибкости волокна, можно экспериментировать с путями прокладки последнего.

Существует два основных вида ОВ: многомодовое и одномодовое.

По конструкции отличие заключается только в диаметре сердцевины: у многомодовых волокон, она больше длины волны, передаваемых сигналов, в связи с чем по волокну проходит несколько оптических мод (лучей), у одномодовых, сердцевина меньше длины волны сигнала и это позволяет передавать только одну моду.

Для рассмотрения возьмем микроструктурированное оптическое волокно на основе нелегированного кварцевого стекла с гексагональным

расположением отверстий в эпоксикакрилатном защитном покрытии, поддерживающее одномодовый режим распространения излучения.

Таблица 1. Сравнительные технические характеристики

Наименование параметра	QF200 A	SM980-5.8-125
Вид:	многомодовое	одномодовое
Показатель преломления, n	1,467	1,458
D сердцевины, мкм	200±5	10±0,5
D оболочки, мкм	220±6	125±1
Числовая апертура	0,22±0,02	0,13–0,15
Минимальный радиус изгиба при долговременной нагрузке, мм	16/32	>12/25
Затухание, дБ/км	≤10,0 дБ/км	≤2,0 дБ/км
Рабочие длины волн, нм	250–1200	980–1550
Расчетное полное затухание, дБ/км	0,66	0,646
Потери при микроизгибах, дБ	0,1674	0,0007
Потери при макроизгибах, дБ	0,0243	0,0035
Диапазон рабочих температур, °C	–40 до 85	–55 до 85

Многомодовое волокно с сердцевиной из нелегированного кварцевого стекла, оболочкой из кварцевого стекла, легированного фтором, и ступенчатым профилем показателя преломления в однослойном эпоксикакрилатном или металлическом (олово, свинец) защитном покрытии.

Расчет физических параметров и потерь в оптическом волокне проводим по методике, изложенной в источниках [4–6].

Результаты расчетов представлены в сводной таблице значений 1.

Как видно из таблицы 1, у многомодового ОВ полное затухание выше, чем у одномодового, а также потери при микро- и макроизгибах сильнее, что означает, что при проектировании узлов для запуска старт-сигнала лучше использовать одномодовое оптоволокно.

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

Излучение попадает на фотоприемное устройство ФПУ-21ВТ с рабочей длиной волны 1064–1570 нм и с пороговой чувствительностью 50 нВт.

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. – № 08. – С. 15–18.
2. Одномодовое оптическое волокно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://azimp.ru/thorlabs/single-mode-fiber/41854/#custom_tab.
3. Многомодовое оптическое волокно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://azimp.ru/thorlabs/polyimide-coated-multimode-fiber/51311/>.
4. Расчет оптических параметров волокон и параметров передачи кабелей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9094444/page:4>.
5. Расчет оптического волокна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/719042/tehnika/raschet_opticheskogo_volokna.
6. Расчет оптических параметров и параметров передачи ОВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://siblec.ru/telekommunikatsii>.