

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11254598>

## INTELLIGENT OPTOELECTRONIC TEMPERATURE SENSOR WITH FIBER OPTIC ELEMENTS

**Meyliyev S.N**  
QMI

**Yusupov R.E**  
QMI

*The article discusses the purpose of design features, the methodology for the selection of sensitive elements, results of experimental researches of intelligent optoelectronic temperature sensor with fiber optic elements.*

**Keywords:** *optoelectronic temperature meter, optical fiber, radiation absorption coefficient, semiconductor material, experimental studies, high accuracy.*

*В статье рассмотрены вопросы назначения, конструктивных особенностей, методики выбора чувствительных элементов, результаты экспериментального исследования интеллектуального оптоэлектронного датчика температуры с волоконно-оптическими элементами.*

**Ключевые слова:** *оптоэлектронный измеритель температуры, волоконный световод, коэффициент поглощения излучения, полупроводниковый материал, экспериментальные исследования, высокая точность.*

В настоящее время постоянно возрастающая сложность задач автоматизации в различных областях науки и техники при управлении, контроле, диагностике, контроле качества технологических процессов и изделий, измерении температуры в точках объектов, находящихся под высоким напряжением (например, в трансформаторах, турбогенераторах, двигателях), обуславливает соответствующее повышение требований к параметрам измерительной аппаратуры и, особенно, измерительных преобразователей, обладающих возможностями компенсации как собственных погрешностей, так и погрешностей, вызванных внешними воздействиями.

В значительной степени этим требованиям удовлетворяют интеллектуальные измерительные преобразователи, с помощью которых

помимо собственного съёма информации, осуществляется её практически одновременная обработка, фильтрация, сжатие и корректировка.

Интеллектуальный оптоэлектронный измеритель температуры состоит из датчика, представляющего собой волоконный световод, в разрыве которого помещена пластина из полупроводникового материала с коэффициентом поглощения излучения, зависящим от температуры, источника излучения с двумя светодиодами и приёмника излучения со схемой обработки оптического сигнала. Точность датчика  $\pm 1^\circ\text{C}$  в диапазоне измерения от  $-10$  до  $300^\circ\text{C}$ , инерционность 2 с.

С повышением температуры полупроводникового материала, его кривая поглощения оптического излучения сдвигается в сторону более длинных волн, т.е. интенсивность излучения, пропущенного полупроводниковой пластиной, падает с повышением его температуры.

Принцип действия датчика показана на рис.1, где 1 – длина волны излучения, 2 – интенсивность, 3 – спектральное распределение, 4 – граница полосы пропускания, 5 – передача излучения.

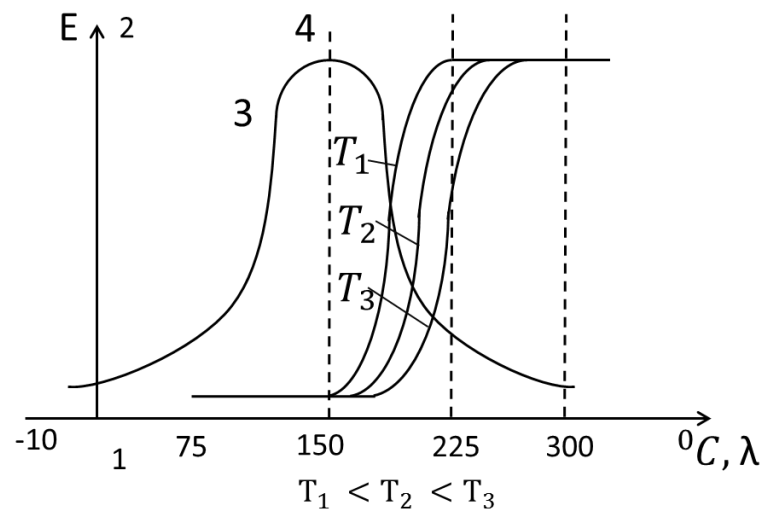


Рис. 1.

На рис. 2 приведена схема оптоэлектронного датчика температуры, где 1 – оптический передатчик (источник излучения), 2 – оптическое волокно, 3 – оптический датчик (чувствительный элемент), 4 – оптический приёмник.

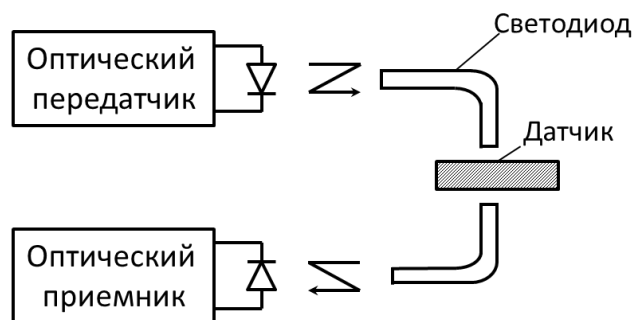


Рис. 2.

Оптический чувствительный элемент представляет собой полупроводниковую пластину между торцами оптического волокна, помещённую в трубу из нержавеющей стали.

Лазерное излучение с постоянной интенсивностью, исходящее из световода на основе AlGaAs, имеющее длину волны, равную 880 нм и ширину спектра 150 нм, направляется через одномодовый волоконный световод на полупроводниковую пластину. Интенсивность прошедшего через пластину излучения изменяется в зависимости от температуры пластинки и затем поступает через выводящий участок световода на приёмник излучения. В ходе экспериментов использовался одномодовый волоконный световод длиной 300 метров.

В ходе эксперимента было проверено множество комбинаций различных источников излучения и полупроводниковых пластин, которые использовались в качестве чувствительных элементов. Результаты показали, что для покрытия широкого диапазона температурных измерений оптимально использовать светодиод на основе AlGaAs с широким спектром излучения 880 нм. Для получения более точных измерений с высокой разрешающей способностью рекомендуется применять лазерный диод. Основное преимущество источника излучения с длиной волны около 880 нм заключается в минимальных потерях в оптическом волокне световода. С целью стабилизации интенсивности и спектра излучения температура и ток питания источника поддерживались постоянными с помощью цепей с внешними обратными связями.

В качестве чувствительных полупроводниковых материалов исследовались поликристаллический CdTe и GaAs.

Комбинация световода на основе AlGaAs и любой из пластин (CdTe и GaAs) подходит для измерений в желаемом диапазоне изменения температуры, так как кривые поглощения полупроводниковых материалов CdTe и GaAs в этом диапазоне не выходят из пределов спектра излучения светодиода.

Экспериментально определенные и расчетные зависимости выходной мощности (пропорциональной выходному напряжению детектора приемника излучения) от измеряемой температуры приведены на рис.3.

Оптическая схема более сложного измерителя с двумя светодиодами, приведены на рис.4, где 1 - генератор импульсов; 2 - схема возбуждения светодиода; 3 – светодиод на основе AlGaAs; 4 - светодиод на основе InGaAsP ; 5 – оптический соединитель; 6 - оптические соединения; 7 -оптический датчик (чувствительный элемент); 8 - приемник оптического излучения (с германиевым лавинным фотодиодом); 9 - усилитель с квантованием и фиксацией сигнала; 10 - делитель; 11 - выходной сигнал; 12 - оптическое волокно.

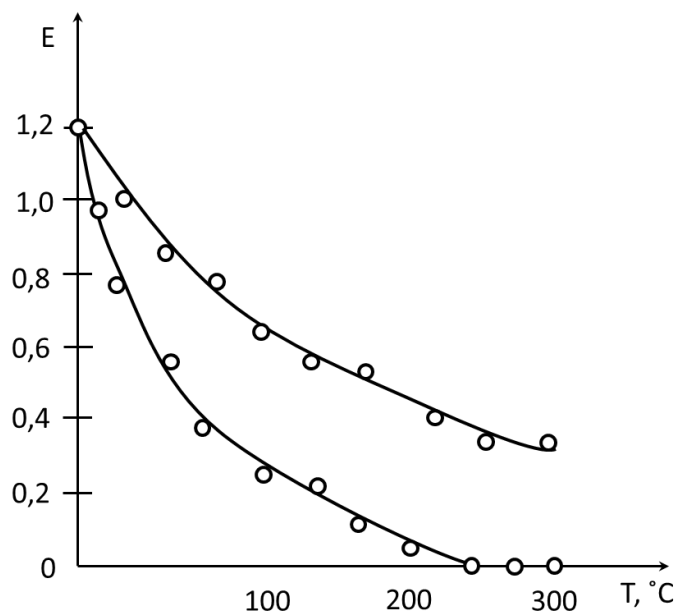


Рис.3.

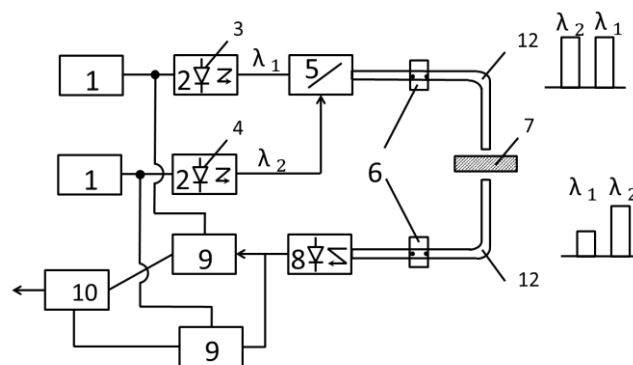


Рис.4.

Основное отличие этого измерителя в том, что в нем вместо одного использованы 2 светодиода с разными длинами волн излучения. Электронная схема измерителя включает генератор импульсов 1, две схемы возбуждения 2 светодиодов 3 и 4, приемник излучения 8, два усилителя с ^

квантованием и фиксацией сигналов 9, а также делитель 10 выходных  $j$  сигналов усилителей 9.

Как показано на рис. 4, от светодиодов 3 и 4 к приемнику излучения 8 через чувствительный элемент 7 посылаются пары световых импульсов с длинами волн излучения  $\lambda_1(\sim 0,88 \text{ мкм})$  и  $\lambda_2(\sim 1,27 \text{ мкм})$ .

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Fiber-optic instrument for temperature measurement. Куума К., - Tuis., Sawada
2. Т., Nunoshita M., IEEE S Quantum Electron 1982,18 №4, p. 676-679.