

УДК 681.5.08

**МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОБРАЗЦА ТЕРМООПТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

**Залесский В.Б., Конойко А.И., Кравченко В.М., Кузьмицкая А.С.**

*ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника»  
Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** В данной работе представлена методика измерения характеристик и технические параметры экспериментального образца термооптического преобразователя выполненного на базе интерферометра Фабри-Перо. Испытания проводились на измерительном оборудовании лаборатории фотоэлектроники ГНПО «Оптика, оптоэлектроника и лазерная техника» в соответствии с программой и методикой испытаний на спектрофотометре PV1251B.

**Ключевые слова:** термооптический преобразователь, инфракрасное излучение, спектральные характеристики, методика измерения.

**PROCEDURE FOR MEASURING THE CHARACTERISTICS OF AN EXPERIMENTAL SAMPLE OF A THERMO-OPTICAL CONVERTER**

**Zalesky V., Konoiko A., Kravchenko V., Kuzmitskaya H.**

*SSPA "Optics, Optoelectronics, and Laser Technology"  
Minsk, Belarus*

**Abstract.** This paper presents a technique for measuring the characteristics and technical parameters of an experimental sample of a thermo-optical converter based on a Fabry-Perot interferometer. The tests were carried out on the measuring equipment of the photoelectronic laboratory of the State Scientific and Production Association "Optics, Optoelectronics and Laser Technology" in accordance with the program and test procedure on the Spectrophotometer PV1251B.

**Key words:** thermo-optical converter, infrared radiation, spectral characteristics, measurement method.

Спектрофотометр PV 1251 представляет собой универсальный спектрофотометр широкой области применения с диапазон длин волн от 315 до 1100 нм. Он оснащен двойным монохроматором с дифракционными решетками 1200 штр/мм. В качестве источника света применяет галогенная лампа.

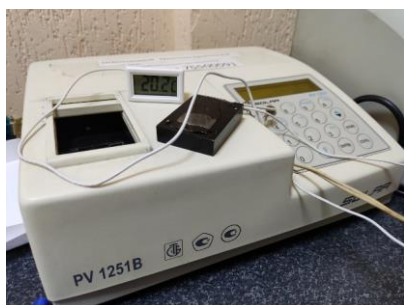


Рисунок 1 – Внешний вид спектрофотометра PV1251B и термопары

Для оценки технических параметров термооптического преобразователя требуется измерить спектральную зависимость коэффициента пропускания от длины волны  $T(\lambda)$  при комнатной температуре ( $t_1$ ). Выделить требуемый промежуток. Измерить  $T(\lambda)$  на данном промежутке. Определить величину длины волны, соответствующую пику коэффициента пропускания на промежутке ( $\lambda_1$ ).

Затем включить нагрев образца и дождаться повышения его температуры на 20°C, определить температуру после нагрева ( $t_2$ ) и измерить  $T(\lambda)$ .

Измерить величину длины волны после нагрева, соответствующую пику коэффициента пропускания на промежутке  $\lambda_2$ . Разность температур  $\Delta t$  и длин волн  $\Delta \lambda$  определяются по формулам (1) и (2) соответственно:

$$\Delta t = t_2 - t_1. \quad (1)$$

$$\Delta \lambda = |\lambda_1 - \lambda_2|. \quad (2)$$

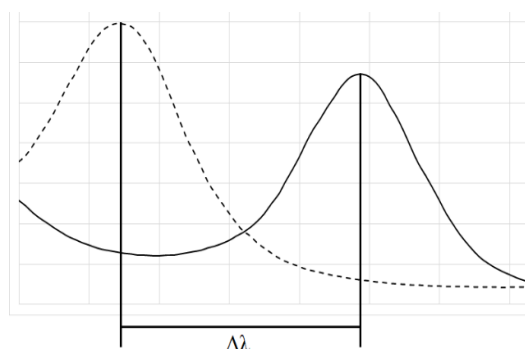


Рисунок 2 – Смещение пика зависимость пропускания от длины волны после нагрева образца

Коэффициент перестройки экспериментального образца ТООП  $k_T$  определяется смещение пика  $T(\lambda)$  на 1 °С и находится по формуле:

$$k_T = \Delta \lambda / \Delta t. \quad (3)$$

Для оценки крутизна преобразования инфракрасного излучения требуется найти наиболее линейный участок на спаде графика спектра пропускания, как это показано на рис. 3.

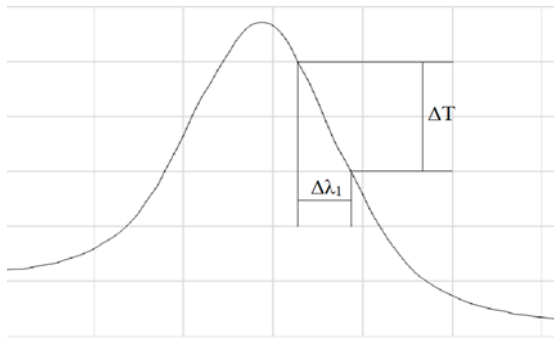


Рисунок 3 – Крутизна преобразования инфракрасного излучения по крутизне кривой спектра пропускания

Затем определить изменение длины волны  $\Delta\lambda_1$  и величины коэффициента пропускания  $\Delta T$  на данном участке. Крутизну преобразования инфракрасного излучения по крутизне кривой спектра пропускания  $k_p$  можно найти по формуле:

$$k_p = \frac{\Delta T k_T}{\Delta\lambda_1} k_c, \quad (4)$$

где  $k_c$  – коэффициент, учитывающий уменьшения интенсивности падающего излучения на рабочую поверхность ТОП из-за наличия под рабочей базой ТОП светонепроницаемой области имеющего размеры того же порядка, что сканирующий световой пучок ( $2 \times 5$  мм), по оценке  $k_c = 3$ .

В итоге были получены следующие технические параметры:

Таблица 1. Технические параметры экспериментального образца

Максимальный коэффициент пропускания микрорезонатора	0,7
Диапазон изменения рабочей температуры	20 °С
Температурный сдвиг полосы спектрального пропускания микрорезонатора	17,5 нм
Коэффициент перестройки экспериментального образца ТОП	0,875 нм/°С
Крутизна преобразования ИК-излучения	17,81 %/°С

Спектральные зависимости коэффициента пропускания экспериментального образца термооптического преобразователя (ТОП) при изменении температуры показаны на рис. 4.

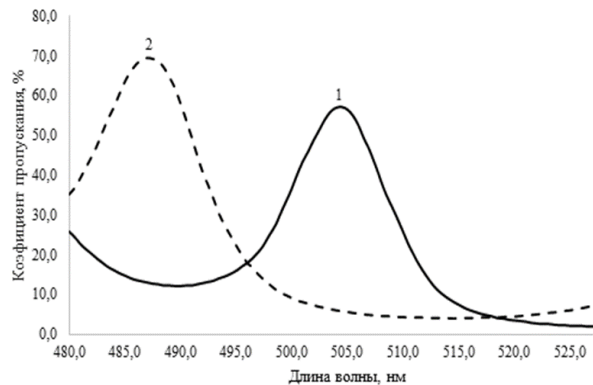


Рисунок 4 – Спектральные зависимости коэффициента пропускания экспериментального образца термооптического преобразователя при изменении температуры (1 – 25,9 °С, 2 – 45,9 °С)

Отношение смещения пика коэффициента пропускания к изменению температуры определяет коэффициент перестройки экспериментального образца ТОП, который составляет  $k_T = 0,875$  нм/°С. Это значение в 14,53 раз превышает коэффициент перестройки фильтра, описанного в литературе [7], который составлял порядка 0,06 нм/°С

#### Литература

1. Тарасов, В. В. Современные проблемы инфракрасной техники / В. В. Тарасов, Ю. Г. Якушенков // М. : МИИГА и К. – 2011. – 84 с.
2. Борн, М. Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф; перевод с англ. С. Н. Бреус, А. И. Головашкин, А. А. Шубин ; под ред. Г. П. Мотулевич // М. : Наука, – 1973. – С. 719.
3. Smith, S. D. Design of Multilayer Filters by Considering Two Effective Interfaces / S. D. Smith // Journal of the optical society of America. – 1958. – Vol. 48, № 1. – P. 43–50.
4. Мустель, Е. П. Методы модуляции и сканирования света / Е. П. Мустель, В. Н. Парыгин // М. : Наука, 1970. – С. 296.
5. Ярив, А. Оптические волны в кристаллах / А. Ярив, П. Юх; перевод с англ. С. Г. Кривошлыкова, Н. И. Петрова ; под ред. И. Н. Сисакяна // М. : Мир, - 1987. – С. 616.
6. Novel low-cost uncooled infrared camera / Ming Wu [et al.] // Infrared Technology and Applications XXXI. – 2005. – Vol. 5783 – P. 69401I-1.
7. Erdtmann, M. Uncooled dual-band MWIR/LWIR optical readout imager / M. Erdtmann, L. Zhang, G. Jin // SPIE Proc. – 2008. – Vol. 6940. – P. 694012-1-11.