

# ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

УДК 535.317

## СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ТЕПЛООВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

© 2004 г. Е. В. Толстов; В. В. Криштоп, канд. физ.-мат. наук; В. И. Строганов, доктор физ.-мат. наук

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск

Приведены спектральные характеристики тепловизора с преобразованием излучения в нелинейно-оптическом кристалле. Тепловизор работает в ближней ИК области спектра (0,8–2 мкм). Используются кристаллы  $\text{LiNbO}_3$ ,  $\text{LiNbO}_3:\text{Cu}$ ,  $\text{LiJO}_3$ ,  $\alpha\text{-HJO}_3$ , КТР.

Коды OCIS: 120.6820.

Поступила в редакцию 01.07.2003.

Преобразование теплового (инфракрасного) изображения и излучения в нелинейных оптических кристаллах перспективно в связи с возможностью создания простых и надежных тепловизоров и радиометров.

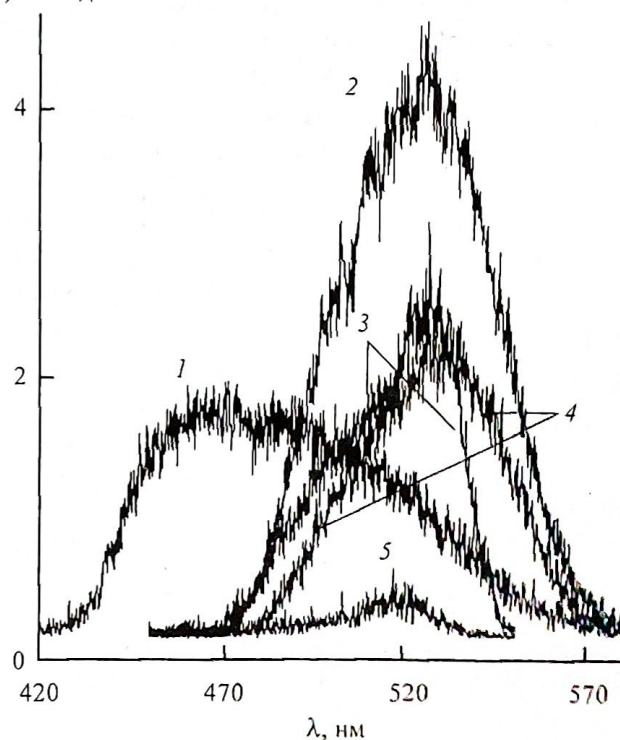
Тепловизоры на нелинейном кристалле с тепловой накачкой можно реализовать в нескольких вариантах [1–6]. В одном из них в качестве накачки используется часть излучения от теплового объекта. Разделение осуществляется условно. Например, излучение с длинами волн 0,8–1,1 мкм – накачка, а с длинами волн 1,1–2 мкм – излучение от теплового объекта. Устройство такого тепловизора наиболее простое. Изображение теплового объекта формируется ИК объективом в нелинейном оптическом кристалле, который преобразует изображение по спектру в видимую область. Изображение мнимое, что требует применения окуляра для создания действительного изображения [6].

Целью данной работы является исследование особенностей процессов ап-конверсии в различных нелинейно-оптических кристаллах ( $\text{LiNbO}_3$ ,  $\text{LiNbO}_3:\text{Cu}$ ,  $\text{LiJO}_3$ ,  $\alpha\text{-HJO}_3$ , КТР), используемых в тепловизоре описанного выше типа.

В качестве объекта ИК излучения во всех случаях использовалась одна и та же лампа накаливания с вольфрамовой нитью небольшого размера. Преобразованное в тепловизоре излучение через монохроматор МСД-2 попадает на фотоэлектронный умножитель ФЭУ-29. Сигнал с фотоэлектронного умножителя усиливается селективным усилителем У2-8, настроенным на частоту модуляции ИК излучения. Тепловизор, монохроматор и фотоэлектронный умножитель помещены в светонепроницаемую камеру. Усиленный сигнал оцифровывается и вводится в IBM-совместимый компьютер. Как оказалось, спектр преобразованного излучения от одно-

го и того же ИК объекта при одинаковых условиях регистрации в сильной степени зависит от типа используемого кристалла, его толщины, среза и типа взаимодействия.

В тепловизоре использованы следующие нелинейно-оптические кристаллы:  $\text{LiNbO}_3$  (толщина 11 мм),  $\text{LiNbO}_3:\text{Cu}$  (толщина 1 мм) – в обоих случаях ось пучка ИК лучей перпендикулярна оптической оси кристалла;  $\text{LiJO}_3$  (толщина 12 мм), ось пучка под углом  $30^\circ$  к оптической оси;  $\alpha\text{-HJO}_3$  (толщина 12 мм), ИК излучение распространяется в плоско-  
 $I$ , отн. ед.



Спектры преобразованного излучения в различных нелинейно-оптических кристаллах, используемых в тепловизоре. Кристаллы: 1 – КТР, 2 –  $\text{LiJO}_3$ , 3 –  $\text{LiNbO}_3$ , 4 –  $\alpha\text{-HJO}_3$ , 5 –  $\text{LiNbO}_3:\text{Cu}$ .

сти  $YZ$ ; КТР (толщина 10 мм), ИК излучение распространяется в плоскости  $XY$ . В первых четырех случаях реализован тип взаимодействия  $oo \rightarrow e$ , для КТР —  $oe \rightarrow e$ .

Видно, что спектры преобразованного излучения в этих кристаллах при одном и том же падающем ИК спектре существенно различаются (см. рисунок). Причиной различия спектров (положения максимумов в спектре), прежде всего, является неодинаковое значение длины волны  $\lambda_0$ , служащей границей раздела между спектром накачки и спектром объекта. Значение  $\lambda_0$  определяется выбранным срезом кристалла [6].

Спектр преобразованного излучения формируется обычно почти симметрично относительно  $\lambda_0/2$ , а интенсивность быстро спадает при удалении от  $\lambda_0/2$  из-за резкого уменьшения спектральной ширины синхронизма. Такое поведение характерно для взаимодействия первого типа ( $oo \rightarrow e$ ) [6]. В случае кристалла КТР используется второй тип взаимодействия ( $oe \rightarrow e$ ), для которого спектральная ширина синхронизма остается неизменной в широкой области длин волн. Спектр в этом случае значительно шире, чем в предыдущем случае.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Троилин В.И., Строганов В.И. Оптико-электронная система измерения температуры с визуализацией теплового изображения // Изв. вузов. Приборостроение. 1990. Т. 33. № 5. С. 83–85.
2. Кривошеков Г.В., Колпаков Ю.Г., Самарин В.И., Строганов В.И. Преобразование оптического излучения с широким спектром в нелинейных кристаллах // ЖПС. 1979. Т. 30. № 5. С. 884–889.
3. Строганов В.И., Троилин В.И. Преобразование немонахроматического широкополосного ИК изображения в нелинейных кристаллах иодата и формиата лития // ЖПС. 1989. Т. 50. № 2. С. 297–301.
4. Илларионов А.И., Строганов В.И., Троилин В.И. Преобразование ИК изображения без искажения его линейных размеров методами нелинейной оптики // Опт. и спектр. 1988. Т. 64. В. 6. С. 1366–1368.
5. Троилин В.И., Строганов В.И., Илларионов А.И. Зависимость эффективности преобразования от геометрических размеров ИК изображения в нелинейных кристаллах // Опт. и спектр. 1990. Т. 68. В. 8. С. 711–713.
6. Троилин В.И. Преобразование немонахроматического широкополосного инфракрасного изображения в нелинейных кристаллах // Автореф. канд. дис. Хабаровск, ДВГАПС, 1994. 16 с.