

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВИДИМОЕ В ШИРОКОМ  
СПЕКТРАЛЬНОМ ДИАПАЗОНЕ НА МОНОКРИСТАЛЛЕ  $\text{LiNbO}_3$

М. Д. Баранов, А. Ф. Ломзин, Д. И. Маш, В. В. Морозов,  
А. Н. Ораевский, Ф. С. Файзуллов

Преобразование ИК излучения в видимое при оптическом смещении его в нелинейном кристалле с мощным лазерным лучом накачки и последующей регистрацией приемником видимой области имеет ряд преимуществ перед прямым детектированием ИК излучения.

Это связано прежде всего с тем, что приемники видимого диапазона малоинерционны, обладают высокой чувствительностью, низким уровнем шумов и позволяют работать при комнатной температуре.

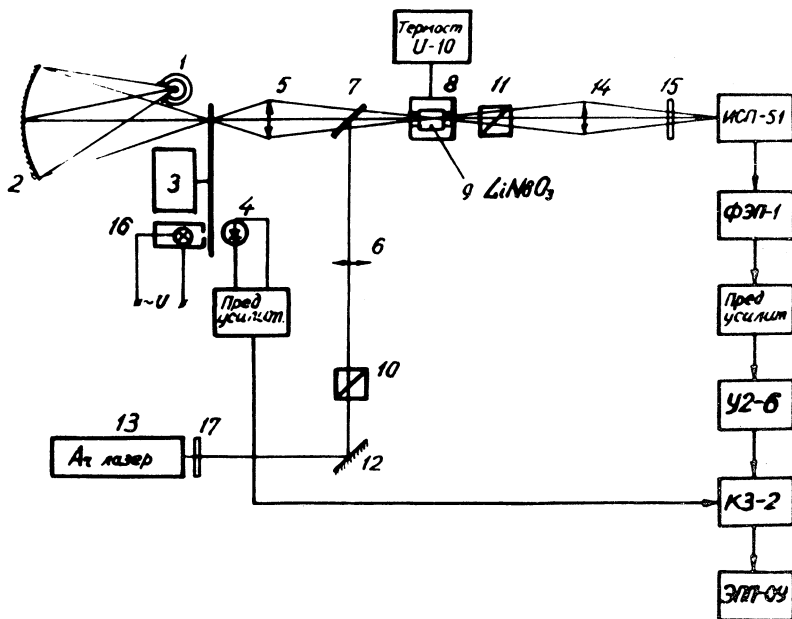
Методу оптического смещения частот (ОСЧ) в настоящее время посвящено много работ (см. напр. /1-3/). В работах /4,5/ проиллюстрирована возможность практического применения метода оптического смещения частот для астрономических наблюдений и спектроскопических исследований.

Взаимодействие ИК излучения с излучением накачки эффективно лишь в узкой спектральной полосе, определяемой условиями синхронизма /1/. Варьируя оптические параметры кристалла изменением его температуры или наложением постоянного электрического поля, можно перестроить частоту преобразуемого ИК излучения лишь в ограниченных пределах.

Нами осуществлено преобразование ИК излучения в видимое в диапазоне длин волн от 2,4 мк до 4,4 мк на монокристалле  $\text{LiNbO}_3$  специальной геометрии /6/ при фиксированной температуре кристалла.

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1. Она является модификацией установки работы /7/. ИК излучение ши-

рокопосного источника, глобара I, смешивалось в кристалле  $\text{LiNbO}_3$  с лазерным излучением на длине волны  $4880 \text{ \AA}$ . Нами были использованы аргоновый лазер, работающий в непрерывном режиме с выходной

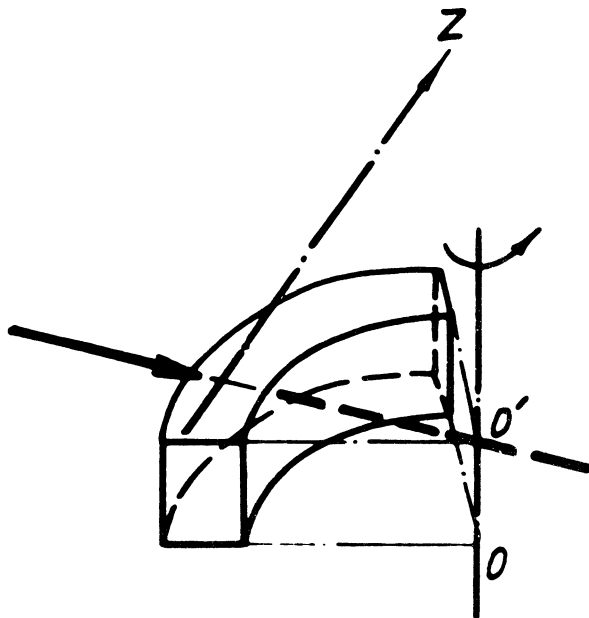


Р и с. 1. Схема установки. 1 - глобар; 2 - сферическое зеркало; 3 - модулятор; 4 - фотодиод; 5, 6, 14 - линзы; 7 - кремниевая пластинка; 8 - термокамера; 10, 11 - поляризаторы; 12 - плоское зеркало; 15, 17 - фильтры.

мощностью 0,5 вт, и монокристалл промышленного образца. Оба излучения фокусировались в кристалл с помощью двух линз 5 и 6. Кристалл находился в термостатируемой камере 8, температура которой поддерживалась с точностью  $0,1^\circ\text{C}$ .

Спектр суммарного сигнала исследовался спектрометром ИСП-51 с фотоэлектрической приставкой ФЭП-1 и системой синхронного детектирования. Фильтры 15, 17 использовались для подавления спонтанного фона и засветки, создаваемой лазерным излучением на суммарной частоте.

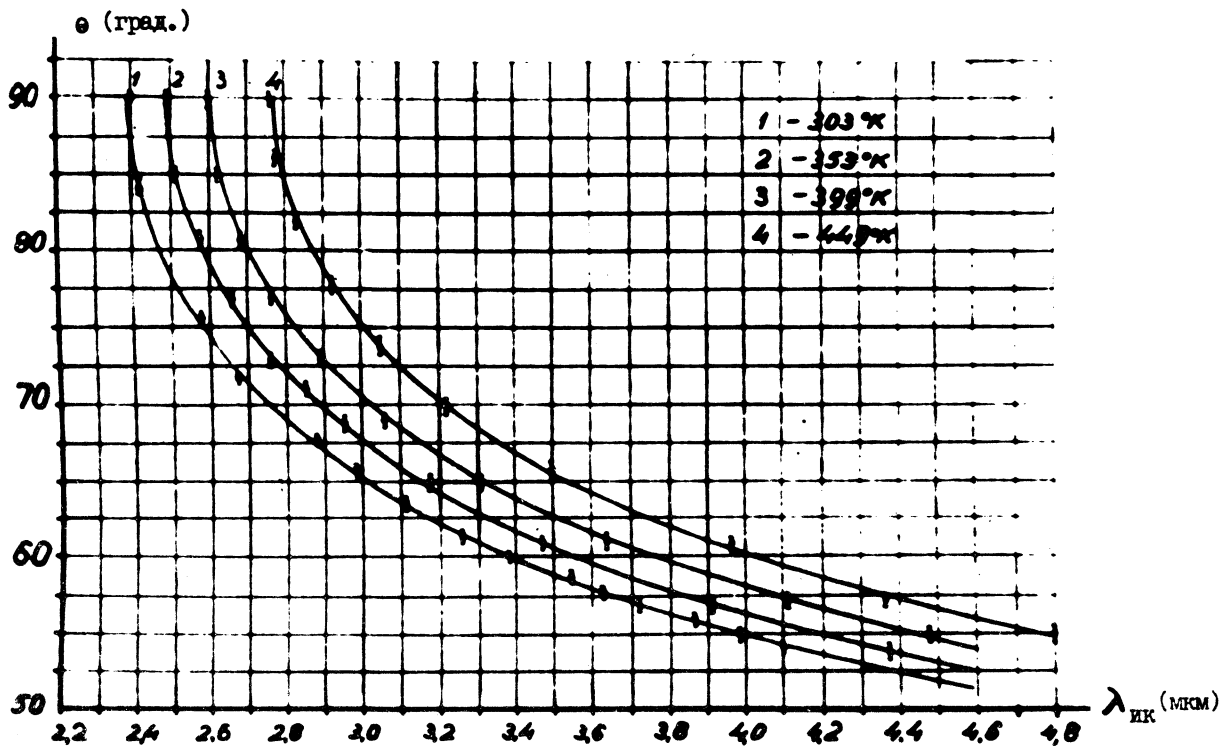
Кристалл был расположен на специальном столике, который мог вращаться внутри термокамеры. Точность отсчета поворота столика была  $\sim 0,25^\circ$ . Форма кристалла указана на рис. 2.



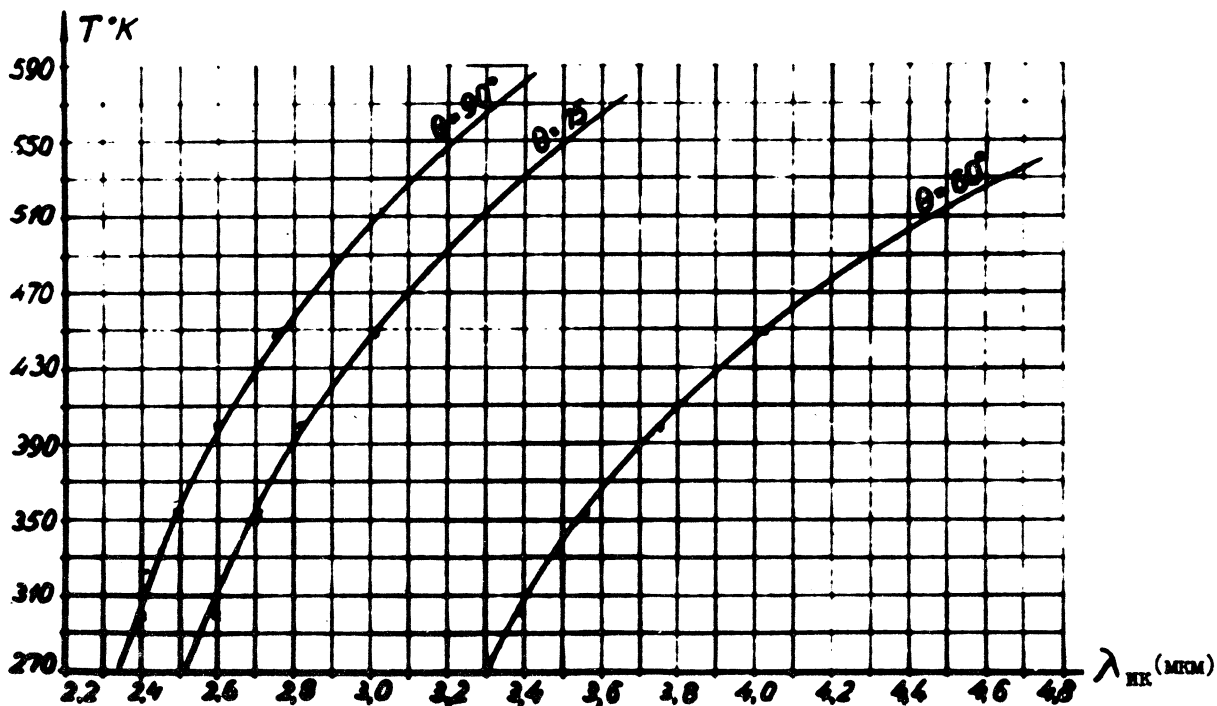
Р и с. 2. Форма кристалла.  $Z$  - оптическая ось кристалла; стрелка - направление взаимодействующих волн (при падении лучей на вогнутую поверхность расхождений в результатах не было обнаружено);  $OO'$  - ось вращения кристалла; радиусы кривизны внешней и внутренней поверхностей соответственно равны 25 и 20 мм; высота кристалла - 10 мм.

Совпадение оси вращения столика с центром кривизны передней и задней поверхностей кристалла обеспечивало нормальное падение лучей на его поверхность при каждом повороте столика. Взаимодействие лучей в кристалле осуществлялось по типу „сое“.

На рис. 3 представлены расчетные и экспериментальные значения углов синхронизма для центров взаимодействующих ИК полос при температурах 30, 80, 126, 176  $^\circ\text{C}$ .



Р и с. 3. Зависимость угла фазового согласования от длины волны взаимодействующего ИК излучения. Сплошные линии - рассчитанные зависимости; точки - экспериментальные значения.



Р и с. 4. Зависимость длины волны взаимодействующего ИК излучения от температуры для разных углов синхронизма.

Поскольку 90°-ный синхронизм обеспечивает минимальное значение длины волны взаимодействующего ИК излучения, мы смогли определить это направление с достаточной точностью.

Для расчета зависимости углов фазового синхронизма от длины волны ИК излучения и температуры нами были использованы дисперсионные и температурные зависимости показателей преломления обыкновенного  $n_o$  и необыкновенного  $n_e$  лучей, приведенные в работе /8/. Расчеты были выполнены на ЭВМ. Кривые на рис. 3 позволяют определить зависимость угла синхронизма от длины волны ИК излучения при заданной температуре и диапазон перестройки ИК излучения изменением температуры при любом угле синхронизма.

Из рис. 3 видно, что даже при комнатной температуре поворотом кристалла можно осуществить преобразование ИК излучения в видимое вплоть до ИК границы прозрачности кристалла.

Следует отметить, что с нагревом кристалла минимальная длина волны взаимодействующего ИК излучения смещается в сторону более длинных волн.

На рис. 4 показана температурная перестройка длины волны преобразуемого ИК излучения для различных значений угла синхронизма.

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность Н. Г. Басову за интерес к работе.

Поступила в редакцию

21 декабря 1971 г.

#### Л и т е р а т у р а

1. J. Warner. *Opto-Electronics*, 3, 37 (1971).
2. D. A. Kleinman, J. D. Boyd. *J. Appl. Phys.*, 40, 546 (1969).
3. Э. С. Воронин, М. И. Дивлекеев, Ю. А. Ильинский, В. С. Соломатин, В. В. Бадиков, А. А. Годовиков. *Квантовая электроника*, # 1, 151 (1971).
4. Ronald A. Andrews. *J. Quant. Electr.*, QE-6, No. 1, 68 (1970); W. B. Gandrud, J. D. Boyd, E. Buehler. *J. Quant. Electr.*, QE-7, No. 6, 307 (1971); *IEEE/OSA 1971, Conference on Laser Engineering and Application.*

5. Е. Н. Антонов, М. А. Большов, В. Е. Колосников, Д. Н. Никогосян. Письма в ЖЭТФ, 41, 23 (1971).
6. Б. В. Бокуть, Н. С. Казак, А. С. Лугина, А. Е. Савкин. Журнал прикладной спектроскопии, 12, 2, 223 (1970).
7. В. П. Клевев, Д. И. Маш, В. В. Морозов, Д. Н. Никогосян, А. Н. Ораевский. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 5, 38 (1970).
8. M. U. Hobden, J. Warner. Phys. Letts., 22, 243 (1966).