

## ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ИЗ ИК ОБЛАСТИ СПЕКТРА В ФИОЛЕТОВУЮ В ПАРАХ КАЛИЯ

М.Е.Мовсесян, А.В.Папоян

Впервые получено преобразование изображения из ИК области спектра (3,66 мкм) в фиолетовую (0,40 мкм) с усилением яркости в ходе вынужденного четырехфотонного параметрического процесса в парах калия.

В<sup>1</sup> было показано, что генерируемое в ходе вынужденного четырехфотонного параметрического процесса (ВЧПП) в парах калия фиолетовое излучение на переходе  $5P_{3/2} \rightarrow 4S_{1/2}$  с частотой  $\omega_\phi = 24720 \text{ см}^{-1}$  ( $\lambda = 0,40 \text{ мкм}$ ) воспроизводит пространственную конфигурацию сечения пучка возбуждающих излучений рубинового лазера ( $\omega_p$ ) и первой стоксовой компоненты его ВКР в нитробензоле ( $\omega_C$ ). В этом процессе два фотона накачки на  $\omega_p = 14400 \text{ см}^{-1}$  ( $\lambda = 0,69 \text{ мкм}$ ) и на  $\omega_C = 13055 \text{ см}^{-1}$  ( $\lambda = 0,77 \text{ мкм}$ ) преобразуются в фотон инфракрасного (ИК) излучения вблизи перехода  $6S_{1/2} \rightarrow 5P_{3/2}$  с частотой  $\omega_{ИК} = 2734 \text{ см}^{-1}$  ( $\lambda = 3,66 \text{ мкм}$ ) и фотон на  $\omega_\phi$ . Надо полагать, что ИК и, соответственно, фиолетовое излучения могут значительно усиливаться за счет процесса гиперкомбинационного рассеяния (ГКР), переводящего атом калия с основного уровня  $4S_{1/2}$  на  $5P_{3/2}$ :  $\omega_{ГКР} = \omega_{ИК} = \omega_p + \omega_C - \omega_\phi$ <sup>2</sup>. В настоящей работе показано, что при введении в кювету с парами калия затравочного излучения на частоте  $\omega_{ИК}$  с пространственной модуляцией сечения пучка получается аналогичная модуляция пучка выходящего из кюветы фиолетового излучения.

Двухфотонное возбуждение паров калия осуществлялось так же, как и в<sup>1</sup>. Возбуждающие излучения направлялись без фокусировки в две последовательно расположенные кюветы длиной по 20 см с парами калия. Интенсивности возбуждающих излучений составляли в первой кювете  $I_p^{(1)} = 15 \text{ МВт/см}^2$ ,  $I_C^{(1)} = 1 \text{ МВт/см}^2$  и во второй —  $I_p^{(2)} = 8 \text{ МВт/см}^2$ ,  $I_C^{(2)} = 0,3 \text{ МВт/см}^2$ . Первая кювета служила источником затравочных излучений на  $\omega_\phi$  и  $\omega_{ИК}$ , вторая — усилителем.

Предварительные исследования показали, что величина коэффициента усиления  $k$ , определенного как

$$k = \frac{I_\phi^{(1,2)}}{I_\phi^{(1)} + I_\phi^{(2)}}$$

где  $I_\phi^{(1)}$ ,  $I_\phi^{(2)}$  — интенсивности фиолетовых излучений первой и второй кювет в отдельности,  $I_\phi^{(1,2)}$  — двух кювет вместе, существенно зависит от наличия затравочного излучения

на  $\omega_{ИК}$ . На рис. 1 приведены зависимости  $k$  от плотности паров калия во второй кювете  $N_K^{(2)}$  при наличии затравок на: а)  $\omega_{ИК}$  и  $\omega_{Ф}$ ; б) только на  $\omega_{Ф}$  (излучение на  $\omega_{ИК}$  отсекалось соответствующим фильтром). Плотность паров калия в первой кювете  $N_K^{(1)}$  составляла  $10^{12} \text{ см}^{-3}$ , что по оценкам соответствует  $I_{Ф}^{(1)} \approx 0,1 \text{ Вт/см}^2$ . Заметим, что в нашем эксперименте усиление наблюдалось начиная с  $N_K^{(2)} = 5 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-3}$ , однако точки на кривых при  $N_K^{(2)} < 3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$  отсутствуют из-за ограниченной чувствительности. Используемая нами аппаратура позволяла регистрировать излучения с энергией  $> 10^{-8} \text{ Дж}$  (мощностью  $> 1 \text{ Вт}$ ). В связи с этим при  $N_K^{(2)} < 3 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$  не было возможности измерения величины  $I_{Ф}^{(2)}$  и, соответственно,  $k$ .

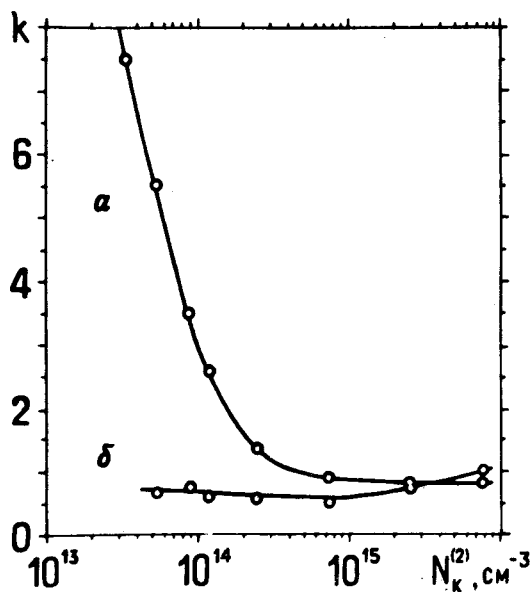


Рис. 1. Зависимости коэффициента усиления  $k$  от плотности паров калия  $N_K^{(2)}$  при наличии затравочных излучений на: а)  $\omega_{ИК}$  и  $\omega_{Ф}$ , б)  $\omega_{Ф}$



Рис. 2. Образец пространственной структуры сечения пучка фиолетового излучения при пространственной модуляции пучка ИК излучения

На основании этих исследований был определен оптимальный режим для преобразования изображения:  $N_K^{(1)} = 10^{12} \text{ см}^{-3}$ ,  $N_K^{(2)} = 10^{13} \text{ см}^{-3}$ . Так как в этих условиях величины  $I_{\Phi}^{(1)}$ ,  $I_{\Phi}^{(2)}$  ниже порога регистрации, можно лишь оценить порядок значения  $k \sim 50$ .

Для пространственной модуляции пучка затравочного излучения на  $\omega_{ИК}$  между кюветами устанавливался светофильтр БС-15 с четырьмя наклеенными на него квадратными стеклянными пластинками. Пропускание этого объекта для излучений на  $\omega_p$ ,  $\omega_c$  и  $\omega_{\Phi}$  было близко к 100 %, для  $\omega_{ИК}$  —  $\approx 70$  % на участках без стекла и  $< 0,1$  % — со стеклом. Для регистрации фиолетового изображения плоскость выходного окна второй кюветы отображалась объективом на фотопленку РФ-3. Возбуждающие излучения полностью отсекались фильтром СЗС-22. Образец полученной картины приведен на рис. 2.

Преобразование изображения в подобной системе получено, насколько нам известно, впервые. В ряде работ, например <sup>3</sup>, сообщалось о преобразовании изображения в парах металлов методом ап-конверсии. Преимущество предложенной схемы по сравнению с ап-конверсией состоит в том, что число преобразованных фотонов может превышать число введенных в преобразователь ИК фотонов. Усиление яркости изображения на частоте затравочного излучения получено в ряде активных сред газоразрядных лазеров на парах металлов <sup>4</sup>. Таким образом, в предложенной схеме сочетаются преобразование частоты излучения и усиление яркости при передаче изображения.

Авторы благодарят С.В.Шмавонян за помощь в проведении работы.

#### Литература

1. Земсков К.И. и др. КСФ, 1988, № 12, 22.
2. Малакян Ю.П. КЭ, 1985, 12, 1365.
3. Newton J.H., Young J.F. IEEE J. of Quantum Electronics, 1980, 16, 268.
4. Пасманик Г.А. и др. Оптические системы с усилителями яркости. Горький: ИПФ АН СССР, 1988.