

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ He – Ne-ЛАЗЕРА $\lambda = 3,39$ мкм В ДИАПАЗОН $330,5$ нм В ПАРАХ НАТРИЯ

А.Г.Архипкин, А.К.Попов, В.П.Тимофеев

Получено преобразование излучения $\lambda = 3,39$ мкм в диапазон $330,5$ нм в парах натрия при резонансной накачке двухфотонного перехода $3s - 5s$ излучением лазера на красителе $\lambda = 602,4$ нм.

Задача преобразования слабых ИК излучений в оптический и ближний УФ диапазоны, т.е. в области максимальной чувствительности и малой инерционности фотоприемников имеет большое научное и прикладное значение. Поскольку газообразные нелинейные среды можно выбрать прозрачными практически в любой области с большой длиной и апертурой, а условиями синхронизма можно управлять для любого интервала частот, то использование их перспективно для решения указанной задачи.

К настоящему времени известны лишь две экспериментальные работы по апконверсии ИК излучения в газообразных средах. Так, авторы [1] успешно преобразовали излучение CO_2 -лазера в ближний УФ диапазон. В работе [2] было осуществлено преобразование изображения из диапазона $2,9$ мкм в область $455,8$ нм в парах Cs. В качестве источника излучения $2,9$ мкм использовался импульсный параметрический генератор на кристалле LiNbO_3 . Ряд схем преобразования излучения из диапазонов $1,06, 3,39, 10,6$ мкм в видимый и ближний УФ диапазоны были предложены в работах [3–6].

В данной работе сообщается об экспериментальной проверке одной из предсказанных возможностей. Впервые получено преобразование слабого излучения непрерывного He – Ne-лазера на кубической нелинейной газообразной среде в парах натрия в область $330,5$ нм. Помимо иллюстрации широких возможностей апконверсии ИК излучения на кубических нелинейностях газообразных сред для целей спектроскопии, данная задача представляет интерес еще и с точки зрения измерения частот излучения в оптическом диапазоне, поскольку эта частота излучения He – Ne-лазера в настоящее время может быть измерена с высокой точностью.

Для преобразования использовался сильный двухфотонный переход натрия $3s - 5s$ (рис. 1). При этом разностная частота $\nu_s = 2\nu_1 - \nu_R$ оказывается близкой к частоте разрешенного перехода $3s \rightarrow 4p$. В качестве накачки ν_1 , резонансной двухфотонному переходу, использовано излучение

лазера на красителе родамин-В с длиной волны $602,4 \text{ нм}$. Мощность этого лазера на указанной длине волны была 5 кВт , ширина линии 2 см^{-1} .

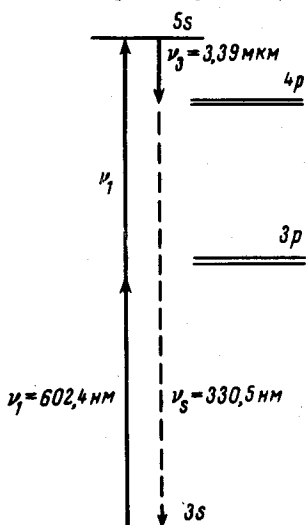


Рис. 1. Схема энергетических уровней атома натрия, дающих основной вклад в преобразование

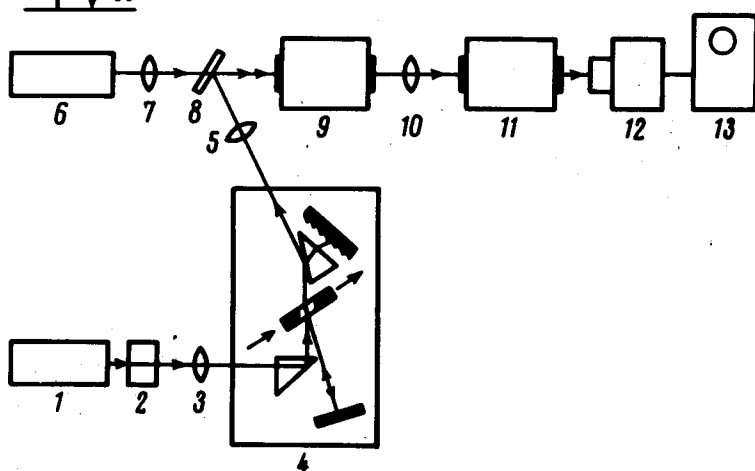


Рис. 2. Блок-схема эксперимента: 1 – Nd:YAG лазер; 2 – кристалл LiNbO_3 ; 3, 5, 7, 10 – фокусирующие системы; 4 – лазер на красителе родамин-В; 6 – He – Ne-лазер; 8 – полупрозрачная пластинка; 9 – кювета с парами натрия; 11 – монохроматор ДМР-4; 12 – фотоумножитель 143ЛУ-ФС; 13 – осциллограф С1-31

Схема эксперимента представлена на рис. 2. Излучение второй гармоники неодимового лазера на гранате служит накачкой лазера на красителе. С помощью полупрозрачной пластинки осуществлялось смешение излучения на длине волны $3,39 \text{ мкм}$ с излучением лазера на красителе. Мощность излучения $\lambda = 3,39 \text{ мкм}$ на входе в кювету составляла 1 мвт . Оба излучения попадали в металлическую нагреваемую кювету с парами натрия и гелия. Гелий не оказывает влияния на процессы преобразования, а лишь препятствует конденсации паров натрия на окнах кюветы. Конденсация паров происходила на сетке из нержавеющей стали, помещенной вдоль стенок кюветы. Сетка играет роль фитиля, возвращающего жидкий конденсат в зону нагрева. Фокусирующие системы

служили для частичного согласования волновых фронтов взаимодействующих пучков. Выделение преобразованного излучения производилось двойным монохроматором ДМР-4, а его регистрация — электронным множителем 14ЭЛУ-ФС и осциллографом С1-31. Длина активной среды в кювете была около 4 см.

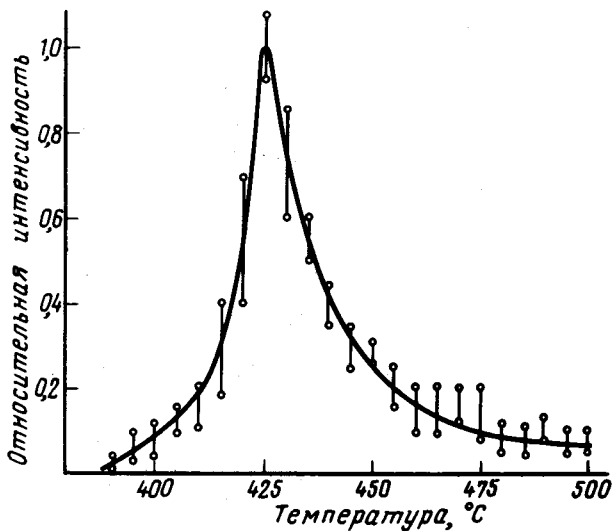


Рис. 3. Кривая зависимости относительной амплитуды сигнала преобразованного излучения от температуры кюветы с парами натрия

На рис. 3 показана кривая зависимости амплитуды сигнала на длине волны 330,5 мкм от температуры кюветы с парами натрия. Пик сигнала наблюдался при температуре 425 °C, что соответствовало концентрации паров 10^{16} см^{-3} и давлению паров натрия 0,7 тор.

Оценка показывает, что эффективность преобразования слабого ИК сигнала $\lambda = 3,39 \text{ мкм}$ составляет величину порядка $10^{-5} \div 10^{-4}$. В этом эксперименте не применялось специальных мер для точного согласования конфокальных параметров пучков, сужению ширины линии и увеличению мощности накачки лазера на красителе. Оптимизация этих параметров позволит увеличить коэффициент преобразования.

Институт физики им. Л.В.Киренского
Академии наук СССР
Сибирское отделение

Поступила в редакцию
22 октября 1977 г.

Литература

- [1] D.M.Bloom, J.T.Yardley, J.F.Young, S.E.Harris. Appl.Phys.Lett., **24**, 427, 1974.
- [2] E.A.Stappaerts, S.E.Harris, J.F.Young Appl. Phys.Lett., **29**, 669, 1976.
- [3] А.К.Попов, В.Р.Тимофеев. Optics Comm., **20**, 94, 1977.
- [4] А.К.Попов, В.П.Тимофеев. Оптика и спектроскопия, **43**, 962, 1977.
- [5] А.К.Попов, В.П.Тимофеев. ЖПС, **27**, 804, 1977.
- [6] В.П.Тимофеев, В.Г.Архипкин, Л.В.Мелкозерова, А.К.Попов. Тезисы докладов на конференции "нелинейные резонансные преобразования частоты лазерного излучения". Красноярск, 7 — 9 сентября 1977 г., стр.32.