

*Письма в ЖЭТФ, том 16, вып. 3, стр. 144. — 147.*

*5 августа 1972 г.*

**СВЕРХЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ И ГЕНЕРАЦИЯ СТИМУЛИРОВАННОГО  
ИЗЛУЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ВНУТРЕННЕГО ОТРАЖЕНИЯ**

*Б. Я. Коган, В. М. Волков, С. А. Лебедев*

Принято считать, что коэффициент отражения света  $R$  от границы раздела двух сред есть величина меньшая или равная единице.

Цель настоящего сообщения – показать, что при внутреннем отражении света от границы между прозрачной средой и средой с инверсной населенностью возможны случаи, когда  $R \gg 1$ , что позволяет создать лазер внутреннего отражения.

1. Схема опыта показана на рис. 1. Активный элемент был выполнен в виде призмы (1) из стекла К-8, основание которой имело контакт с раствором (2) родамина 6G в смеси нитробензола и этилового спирта (4 : 1). Концентрация красителя составляла  $10^{-3}$  моль/литр. Герметизация раствора осуществлялась с помощью специального "кармана", снабженного теплообменником, через который прокачивалась термостатированная вода.

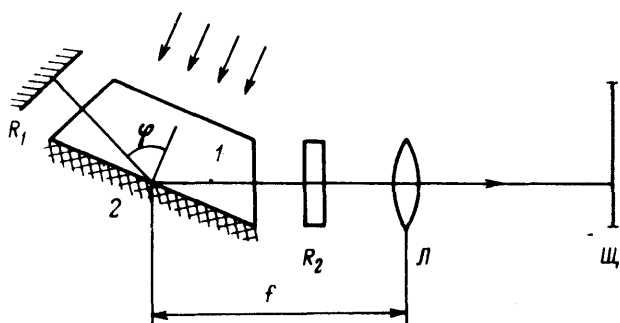


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – призма; 2 – активная среда;  $R_1$  и  $R_2$  – зеркала;  $L$  – линза ( $f = 10$  см);  $\Psi$  – щель спектрографа. Направление накачки показано стрелками

Зеркала (99 и 50%) устанавливались таким образом, чтобы ось резонатора совпадала с ходом луча, испытывающего внутреннее отражение от границы призмы с раствором красителя. Угол отражения  $\phi$  составлял приблизительно  $89^\circ$ . Для накачки было использовано излучение второй гармоники неодимового ОКГ, сфокусированное на поверхности раствора при помощи цилиндрической линзы. Энергия накачки составляла  $\sim 0,1$  дж.

2. При правильном выборе показателя преломления  $n$  раствора (грубая регулировка  $n$  достигалась путем подбора соотношения компонентов растворителя, а более точная – изменением температуры) наблюдалась генерация излучения в области люминесценции раствора. Расходимость светового пучка несколько превышала дифракционную и составляла приблизительно  $\sim 10^{-2}$  рад.

Световой пучок проектировался на входную щель спектрографа СТЭ-1 таким образом, чтобы лучи, выходящие из генератора под разными углами попадали на различные по высоте участки щели. Это давало возможность одновременно регистрировать спектры излучения при различных углах падения света на границу призмы с раствором красителя. На рис. 2 показаны спектрально-угловые характеристики излучения при различных температурах раствора. Спектр генерации состоит обычно из небольшой группы узких линий, положение которой

зависит от показателя преломления и, следовательно, от температуры раствора. Положение полосы люминесценции при этом остается постоянным, однако, меняется характер угловой зависимости интенсивности люминесценции. На фотографиях виден участок спектра, на котором направление излучения люминесценции ограничено сверху по углу  $\phi$  критическим углом, величина которого зависит от длины волны. Генерация происходит на тех длинах волн, для которых направление критического угла совпадает с осью резонатора. Поскольку величина критического угла сильно зависит от показателя преломления жидкости, путем изменения температуры раствора на несколько градусов удается осуществлять перестройку частоты излучения в пределах полосы люминесценции.

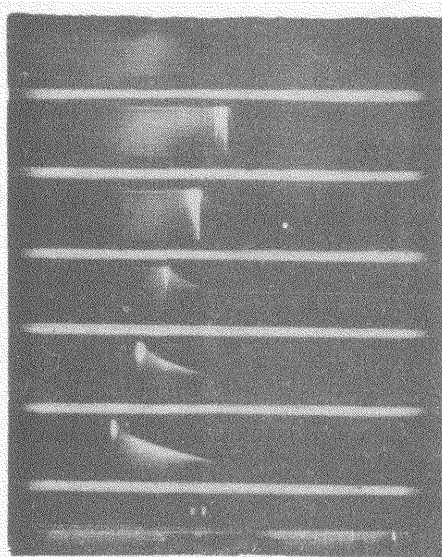


Рис. 2. Спектры генерации при различных температурах: а – 13°C; б – 14°C; в – 15°C; г – 16°C; д – 17°C; е – 18°C; ж – спектр ртутной лампы

3. При отсутствии зеркал резонатора вместо генерации наблюдалась направленная сверхлюминесценция с широким спектром. Расходимость излучения сверхлюминесценции по углу  $\phi$  составляла приблизительно  $10^{-2}$  рад, что говорит о резкой зависимости коэффициента усиления от величины этого угла. По азимутальному же углу изменение интенсивности было небольшим, так что излучение располагалось по поверхности конуса с углом при вершине равным  $2\phi$ . Особенно хорошо это наблюдается при замене призмы на стеклянную полусферу и применении светового пучка накачки с круглым сечением. В этом случае анизотропия распределения излучения сверхлюминесценции по азимутальному углу определяется лишь поляризацией излучения накачки.

При изменении температуры направление излучения сверхлюминесценции следует закону изменения критического угла для границы внутреннего отражения.

При соответствующем выборе температуры удавалось получить генерацию в резонаторе, где роль зеркал играют боковые грани призмы. Значит, коэффициент отражения на границе стекло – раствор достигал в этом случае величины  $R > 25$ .

Применение схемы внутреннего отражения представляется нам целесообразным, и в первую очередь, тогда, когда активная среда представляет собой тонкий слой, как это имеет место, например, в полупроводниковых ОКГ.

Институт  
органических полупроводников  
и красителей

Поступила в редакцию  
23 июня 1972 г.

---