

# Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

Е. М. Дианов, Т. Г. Мамедов, И. А. Щербаков, Измерение вероятностей излучательных переходов из метастабильного состояния  $\text{Nd}^{3+}$  в силикатных стеклах, *Квантовая электроника*, 1975, том 2, номер 1, 133–135

<https://www.mathnet.ru/qe10742>

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением  
<https://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 18.97.14.84

19 мая 2025 г., 05:08:50



Е. М. Дианов, Т. Г. Мамедов, И. А. Щербаков

**ИЗМЕРЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ ПЕРЕХОДОВ ИЗ МЕТАСТАБИЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ  $Nd^{3+}$  В СИЛИКАТНЫХ СТЕКЛАХ**

Пассивные характеристики лазерных стекол во многом определяют генерационные параметры лазеров на стекле. Одной из важнейших характеристик лазерного материала является вероятность излучательных переходов из метастабильного состояния активного иона.

Матрицы, активированные  $Nd^{3+}$ , имеют три интенсивные полосы люминесценции в спектральных областях 0,88, 1,06 и 1,35 мкм, соответствующие переходам из метастабильного состояния  ${}^4F_{3/2}$  на уровни основного мультиплета  ${}^4I_{9/2}$ ,  ${}^4I_{11/2}$  и  ${}^4I_{13/2}$ . В матрице стекла поле лигандов расщепляет рассматриваемые уровни на 2, 5, 6 и 7 штарковских компонент соответственно. Широкие полосы люминесценции со слабо разрешенной структурой являются следствием значительного неоднородного уширения уровней иона  $Nd^{3+}$ . В спектрах же поглощения при  $T=4,2$  К в области 0,88 мкм наблюдаются две хорошо разрешенные линии, соответствующие переходам с основной штарковской компоненты уровня  ${}^4I_{9/2}$  на возбужденный дублет  ${}^4F_{3/2}$ . Это обстоятельство позволяет по такому спектру определить вероятность резонансного перехода и выделить этот переход в спектре резонансной люминесценции, записанном также при  $T=4,2$  К. Знание соотношений интенсивностей всех люминесцентных переходов дает возможность определить полную излучательную вероятность переходов с метастабильного уровня. Сравнение этих результатов с результатами измерения времени жизни возбужденного метастабильного состояния позволяет сделать вывод о величине квантового выхода люминесценции с этого метастабильного состояния. Заметим, что в силикатных стеклах, в отличие от широко применяемых в лазерной технике кристаллов  $Y_3Al_5O_{12} : Nd^{3+}$  [1, 2], квантовый выход люминесценции  $Nd^{3+}$   $\eta$  значительно меньше единицы [3, 4]. Увеличение  $\eta$  является первостепенной задачей для повышения эффективности лазеров на стекле с неодимом. Решение этой задачи требует создания методик определения  $\eta$ . В работах [2, 5] описаны методики определения величины излучательной вероятности переходов с метастабильного состояния, основанные на схеме, изложенной выше, и проведены измерения кинетики распада метастабильного состояния в большом динамическом диапазоне. В этих же работах сообщаются результаты измерений, проведенные на стекле марки ЛГС-28. Обращается внимание на тот факт, что результаты измерений соотношений интенсивностей люминесценции в различных полосах у различных авторов отличаются более чем в 2 раза. В настоящей работе, используя методики, описанные в [2, 5], мы провели измерения соотношений интенсивности люминесценции различных переходов, определили абсолютные значения вероятностей этих переходов, измерили кинетику дезактивации метастабильного состояния  $Nd^{3+}$   ${}^4F_{3/2}$  в диапазоне изменения интенсивности люминесценции  $10^3$  на силикатных стеклах марок ЛГС-24, ЛГС-28, ЛГС-247 с концентрацией активатора 2 вес. %. Результаты, полученные на стеклах указанных марок, сравниваются с результатами измерений, выполненных на стекле марки ED-2. Концентрация активатора в стекле этой марки составляла 3,1 вес. %.

Кривые распада метастабильного состояния  $Nd^{3+}$  в исследуемых стеклах представлены на рисунке. Экспоненциальный распад наблюдается только на конечных стадиях процесса. Константы экспоненциального рас-



4. Е. М. Дианов, Б. В. Ершов, Ю. П. Пименов, В. Б. Федоров. *ДАН СССР*, 184, 321 (1969).
5. Е. М. Дианов, А. М. Прохоров, В. П. Самойлов, И. А. Щербаков. *ДАН СССР*, 215, 1341 (1974).
6. P. H. Sarnies, J. N. Sandol, S. Parke. *J. Phys. D.*, 4, 1642 (1971).

Физический институт  
им. П. Н. Лебедева АН СССР

Поступило в редакцию  
12 июля 1974 г.

УДК 621.378.32

М. М. Макогон, В. И. Сердюков

## СВИПИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ В ЛАЗЕРЕ С АКТИВНОЙ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Ранее мы сообщали о получении квазинепрерывной генерации в рубиновом лазере с активной отрицательной обратной связью [1]. При оптимальной глубине обратной связи была получена генерация гладкого импульса с глубиной модуляции интенсивности  $M \leq 10\%$  и мгновенной шириной спектра не более  $0,01 \text{ см}^{-1}$  (разрешающая способность измерительной аппаратуры, используемой в эксперименте). В отличие от лазера, работающего в режиме свободной генерации, где в первом пичке возбуждается широкий спектр частот ( $\sim 0,5 \text{ см}^{-1}$ ), а изменение частоты от пичка к пичку (скачок частоты)  $\Delta\nu \sim (L/l)\delta\nu_M$  ( $l$  — оптическая длина активного элемента,  $L$  — длина резонатора, у нас  $L/l=4,5$ ,  $\delta\nu_M \approx 0,006 \text{ см}^{-1}$  — межмодовый интервал), в [1] узкий спектр излучения (1—2 моды,  $\leq 0,01 \text{ см}^{-1}$ ) наблюдался с самого начала генерации, а скачок частоты  $\Delta\nu$  составлял примерно  $(1,5 \dots 3) \delta\nu_M$ , т. е.  $\sim (L/2l)\delta\nu_M$ .

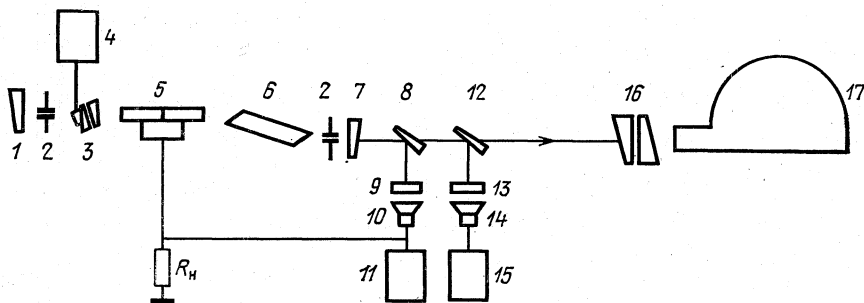


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

1 — плотное зеркало; 2 — диафрагмы  $\varnothing 1,8 \text{ мм}$ ; 3 — интерферометр с пьезокерамическим элементом; 4 — генератор ГЗ-18; 5 — модулятор МЛ-3; 6 — активный элемент; 7 — выходное зеркало; 8, 12 — отводящие зеркала; 9, 13 — рассеиватели и нейтральные фильтры; 10, 14 — фотоэлементы типа ФЭК-09; 11 — блок питания ФЭК-09; 15 — осциллограф С8-2; 16 — регистрирующий интерферометр; 17 — скоростной фоторегистратор СФР. -

Для выяснения обнаруженных особенностей нами было проведено экспериментальное исследование лазера с активной отрицательной обратной связью и управлением частотой излучения.

Схема экспериментальной установки представлена на рис. 1. В качестве активного элемента использовался рубиновый элемент повышенного качества с брюстеровскими торцами и с сапфировыми наконечниками (длина активной части  $l=120 \text{ мм}$ ). Для исключения нерегулярной селекции мод использовались зеркала только на клиновидных подложках. Угол наклона  $\alpha$  модулятора МЛ-3 составлял приблизительно  $40 \dots 60'$ . Свиapiro-