

## ВАКУУМНАЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ $\text{LaF}_3$

*Л.И.Девяткова, П.М.Лозовский, В.В.Михайлин,  
Т.В.Уварова, С.П.Чернов, А.В.Шепелев,  
П.Б.Эссельбах*

Исследована УФ и ВУФ люминесценция монокристаллов  $\text{LaF}_3$ , активированных редкими землями. Впервые обнаружена ВУФ полоса свечения при 1740А, приписанная переходам  $5d \rightarrow 4f$  иона  $\text{Nd}^{3+}$  и характеризующаяся высоким квантовым выходом (более 50%).

В настоящее время ведутся интенсивные исследования лазеров ультрафиолетового и вакуумного ультрафиолетового диапазонов, необходимых для лазерной фотохимии, биологии, разделения изотопов и лазерного термояда.

Твердотельные активные среды для таких лазеров, обладающие целым рядом потенциальных достоинств, таких как большие удельные энергии, наименее изучены, что связано с трудностью их получения и исследования.

Возможными твердотельными активными средами для ультрафиолетовых и вакуумных ультрафиолетовых лазеров являются монокристаллы  $\text{LaF}_3$ , активированные редкими землями, так как первый пик поглощения матрицы лежит при 11,5 эв. Переходы многих трехзарядных ионов редких земель лежат в ультрафиолетовой и вакуумной ультрафиолетовой области. Кроме того, кристаллы  $\text{LaF}_3$  допускают изменение концентрации активатора в широких пределах, что позволяет варьировать свойства таких активных сред.

Люминесценция исследовалась на установке [1], состоящей из мощного водородного лазера [2], работающего с частотой повторения импульсов порядка 30 иц, криостата и монохроматора по схеме Сейя – Намиона. Излучение кристалла, пройдя монохроматор, попадало на люминофор с постоянным квантовым выходом в исследуемой области спектра (салицилат натрия). Свечение люминофора регистрировалось ФЭУ и записывалось самописцем. При измерении времени высвечивания использовался специальный ФЭУ. Исследуя вакуумную ультрафиолетовую и ультрафиолетовую люминесценцию при длинах волн  $\lambda \leq 3000 \text{ \AA}$   $\text{LaF}_3$ , активированного различными редкими землями, мы обнаружили для монокристаллов  $\text{LaF}_3$ , активированных Nd, ранее не известную вакуумную ультрафиолетовую полосу свечения. Обнаруженная вакуумная ультрафиолетовая полоса имеет по нашим оценкам квантовый выход более 50%. Спектр свечения  $\text{LaF}_3 : \text{Nd}^{3+}$  в исследованной области длин волн приведен на рис. 1. Кроме интенсивной вакуумной ультрафиолетовой полосы имеются слабые ультрафиолетовые полосы свечения. Полосы по форме асимметричны и являются сложными. При охлаждении до азотных температур в вакуумной ультрафиолетовой полосе хорошо

разрешаются два сильных максимума. На рис. 1 приведены нижние термы  $4f$  конфигурации  $\text{Nd}^{3+}$  в матрице  $\text{LaF}_3$  [3]. Стрелками показаны наблюдаемые переходы. Обнаруженные полосы свечения мы идентифицировали с переходами  $4S^2 5d^1 \rightarrow 4f^3$  иона  $\text{Nd}^{3+}$ . Поскольку эти переходы являются разрешенными, времена жизни должны быть короткими. Это согласуется с измеренными временами высвечивания, которые оказались не более  $20 \text{ нсек}$ , что является пределом временного разрешения используемой аппаратуры. Положение края  $4f^2 5d^1$  состояния получено из спектра возбуждения в работе [4] и равно  $60 \cdot 10^3 \text{ см}^{-1}$ .

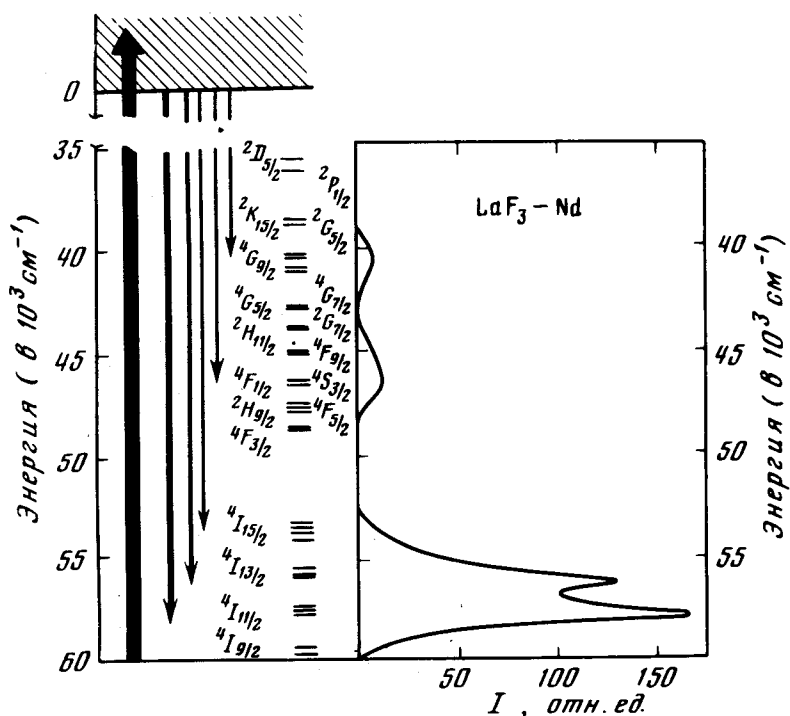


Рис. 1

Источниками накачки, кроме вакуумных ультрафиолетовых лазеров, могут быть синхротронное излучение, гамма-излучение импульсных реакторов, излучение плазменного фокуса магнитоплазменного компрессора.

Нами проведены также исследования люминесценции  $\text{LaF}_3 : \text{Pr}^{3+}$ . Полученный спектр имеет две очень сильные группы линий при  $2500$  и  $2700 \text{ \AA}$ , а также несколько существенно более слабых коротковолновых полос и представлен на рис. 2. На этом же рисунке приведены нижние термы конфигурации  $4f^2$  иона  $\text{Pr}^{3+}$ . Стрелками показаны наблюдаемые переходы, которые мы идентифицировали как переходы из состояния  $S^0$  конфигурации  $4f^2$ . Квантовый выход для каждой линии из групп  $2500$  и  $2700 \text{ \AA}$  порядка  $10\%$  и в общем превышает величину  $50\%$ . Измеренное время высвечивания равно  $0,7 \text{ мсек}$ . Аналогичные данные получены для этого кристалла в работе [5] при нелазерном возбуждении.

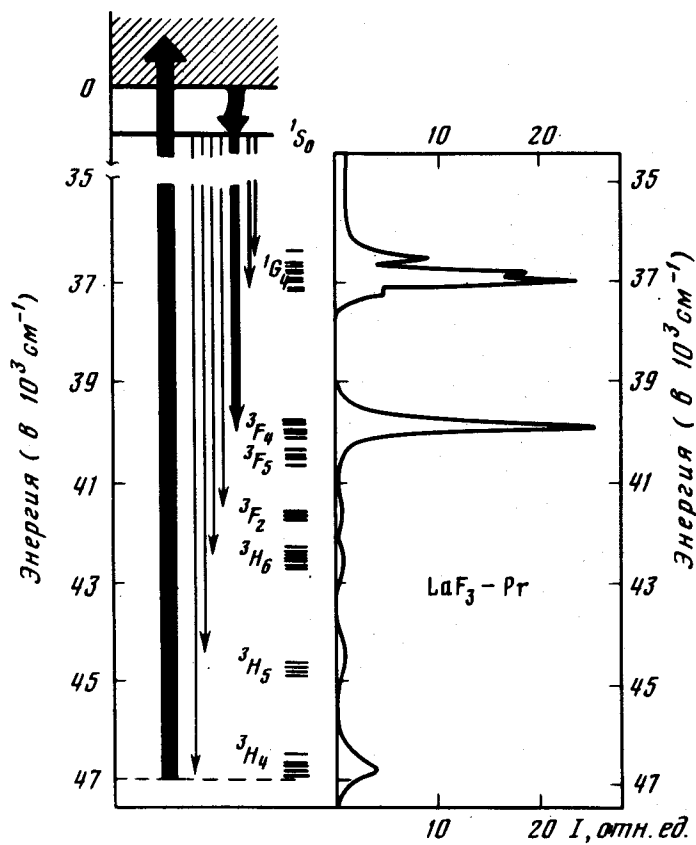


Рис. 2

В заключение отметим, что имеющиеся в настоящее время кристаллы, выращенные нами, имеют размеры в длину порядка 10 см и диаметр 1 см, что позволяет получить очень высокое значение выходной мощности и энергии генерации.

Авторы с благодарностью вспоминают Рема Викторовича Хохлова, по инициативе и при постоянной поддержке которого проводились данные исследования.

Московский  
государственный университет  
им. М. В. Ломоносова

Поступила в редакцию  
23 марта 1978 г.

### Литература

- [1] П. М. Лозовский, В. В. Михайлин, А. А. Плачев, Р. В. Хохлов, С. П. Чернов, П. Б. Эссельбах. Письма в ЖТФ, **2**, 587, 1976.
- [2] П. М. Лозовский, С. П. Чернов, П. Б. Эссельбах. Квантовая электроника, **4**, 7, 1977.
- [3] А. А. Каминский. Лазерные кристаллы. М., изд. Наука, 1975.
- [4] К. Н. Yang, J. D. Deluca. Appl. Phys. Lett., **29**, 499, 1976.
- [5] L. R. Elias, W. S. Heaps, W. M. Yen. Phys. Rev., **B8**, 4989, 1973.