

06;07  
©1994

## СТИМУЛИРОВАННАЯ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В СЕЛЕНИДЕ ГАЛЛИЯ

*Г.И.Абуталыбов*

Процесс экситон-экситонного взаимодействия, приводящий к неупругому рассеянию экситонов, часть из которых диссоциирует на свободные электрон и дырки, а другая — рекомбинирует излучаясь [<sup>1-3</sup>], обнаружен впервые в спектрах электролюминесценции селенида галлия при 77 К, стимулированного излучения.

В настоящем сообщении приводятся результаты низкотемпературного исследования спектров электролюминесценции в GaSe при различных напряженностях прикладываемого к образцу электрического поля  $E$  в геометриях наблюдения:  $\mathbf{q} \perp \mathbf{C}$  и  $\mathbf{q} \parallel \mathbf{C}$ , где  $\mathbf{q}$  — волновой вектор излучения,  $\mathbf{C}$  — оптическая ось кристалла.

Эксперименты проводились на выращенных методом Бриджмена-Стокбаргера образцах GaSe размерами  $3 \times 5 \times 0.1$  мм с удельным сопротивлением  $10^5 - 10^6$  Ом · см при 300 К, получаемых простым скалыванием вдоль плоскости спайности. Контакты ставились на свежесколотую поверхность, электродом служил сплав In-Ga. В соответствии с результатами рентгеноструктурного анализа для исследований выбирались образцы, где  $\varepsilon$ -политип наиболее превалировал над другими модификациями.

На рис. 1 представлена серия спектров электролюминесценции GaSe при 77 К в двух геометриях наблюдения ( $\mathbf{q} \perp \mathbf{C}$ ,  $\mathbf{q} \parallel \mathbf{C}$ ) по мере увеличения напряженности прикладываемого электрического поля. На рис. 2 и 3 представлены зависимости интенсивности излучения линии  $A$  от напряженности электрического поля ( $\mathbf{q} \parallel \mathbf{C}$ ) и длин волн ( $\mathbf{q} \perp \perp \mathbf{C}$ ) в увеличенном масштабе. Энергетическое положение наблюдаемых линий электролюминесценции следующее:  $A$  — 595,  $B$  — 615,  $B$  — 667,  $\Gamma$  — 688 нм.

Анализ представленных результатов показал, что в области края фундаментального поглощения обнаружено два канала ( $A$  и  $B$ ) стимулированного излучения, соответственно работающих при различных значениях напряженности прикладываемого электрического поля, т. е. в кристаллах GaSe существует два механизма инверсной заселенности с разным пороговым напряжением.

Интенсивность излучения (отн. ед.)

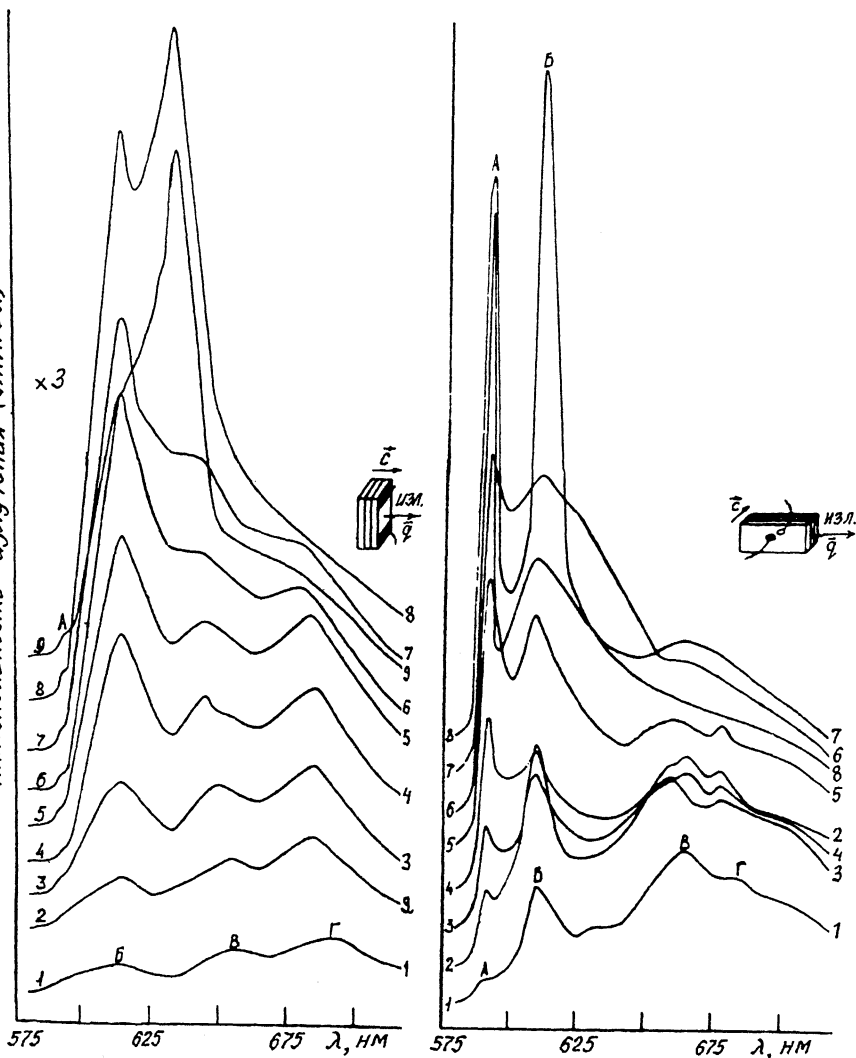


Рис. 1. Спектры электролюминесценции GaSe при 77 К в двух геометриях наблюдения:

$q \perp C$ : 1 — 450, 2 — 530, 3 — 550, 4 — 660, 5 — 720, 6 — 760, 7 — 820, 8 — 840 В/см;  $q \parallel C$ : 1 — 230, 2 — 280, 3 — 340, 4 — 390, 5 — 450, 6 — 500, 7 — 560, 8 — 670, 9 — 780 В/см.

Для линий А и В суперлинейная зависимость от  $E$  исключает примесное излучение, излучательную рекомбинацию связанного экситона и фоновую реплику свободного экситона. Несовпадение энергетических положений А, В и линии фотолуминесценции, обусловленных излучательной рекомбинацией свободных прямых и непрямых экситонов, а

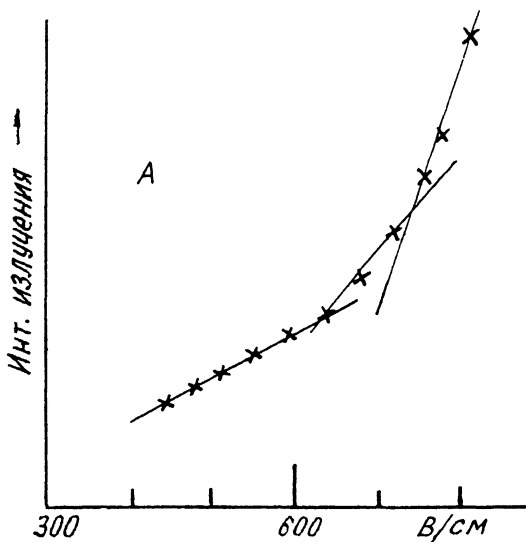


Рис. 2. Зависимость интенсивности излучения (линия А  $q \perp C$ ) от напряженности электрического поля.

также суперлинейная зависимость интенсивности при  $720 < E \leq 820$  В/см в геометрии  $q \perp C$  и при  $450 < E \leq 670$  В/см в  $q \parallel C$ , сужение, поляризованность и направленность излучения линий А и В характеризуют обнаружение стимулированного излучения вследствие экситон-экситонного взаимодействия [1,3,5].

В противоположность к сказанному линиям В и Г не может быть благодаря совместным экситонным процессам, вследствие отсутствия стимуляции даже при высоких значениях напряженности прикладываемого электрического поля и удаленности от области экситонных переходов. Коротковолновый сдвиг с ростом  $E$  и длинноволновое смещение с увеличением времени задержки момента регистрации относительно возбуждающего импульса показывают, что наиболее подходящим объяснением возникновения линий В и Г может являться рекомбинация через донорно-акцепторные пары (ДАП).

В заключение отметим, что усиление оптического спектра и сильный внешний квантовый выход различных оптических усилительных процессов был измерен с приведением доказательства практического интереса к этому материалу как когерентному источнику, что непосредственно ведет к работе лазера в слоистых соединениях.

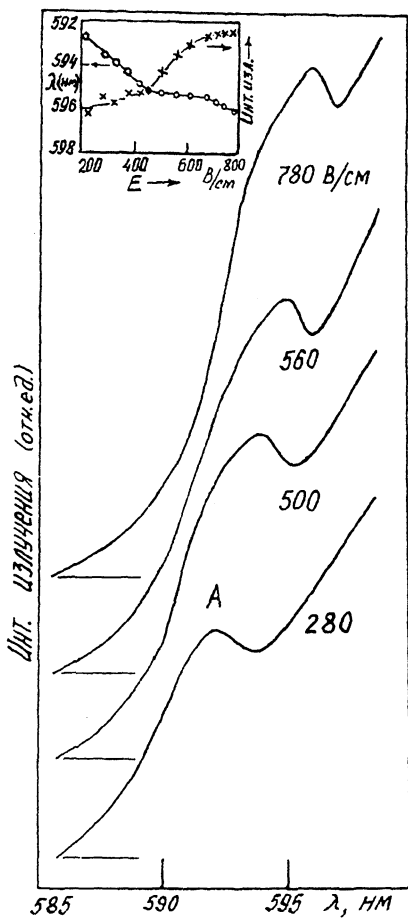


Рис. 3. Зависимость интенсивности от длины волны излучения (линия A  $q \parallel C$ ) в электрическом поле.  
 На вставке — зависимости интенсивности и длины волны излучения от напряженности электрического поля.

## Список литературы

- [1] *Mayde D., Manu H.* // Phys. Rev. Lett. 1970. V. 24. P. 890.
- [2] *Kukimoto H., Shionoya S., Kamejima T.* // J. Phys. Soc. Jap. 1971. V. 30. P. 1662.
- [3] *Ugumori T., Masuda K., Namba S.* // Phys. Lett. 1972. V. 38A. P. 117.
- [4] *Ugumori T., Masuda K., Namba S.* // Sol. St. Commun. 1973. V. 12. N 5. P. 389-391.
- [5] *Закс Е., Гальперин А.* // Изв. АН СССР. Сер. физич. 1973. Т. 37. В. 3. С. 551-555.

Институт физики  
Баку, Азербайджан

Поступило в Редакцию  
17 марта 1994 г.  
В окончательной редакции  
13 октября 1994 г.

---