

## НЕПРЯМЫЕ ЭКСИТОНЫ В GaS

*Г.Л.Беленький, М.О.Годжаев, Э.Ю.Салаев*

В результате исследований спектров дифференциального поглощения слоистого кристалла сульфида галлия показано существование в этом кристалле непрямых экситонов. Обсуждаются причины возможной анизотропии таких экситонов.

Согласно последним теоретическим результатам [1] особый интерес вызывают поиски анизотропных непрямых экситонов в слоистых кристаллах.

Вопрос о существовании в GaS непрямых экситонов является спорным [2,3]. В настоящей работе приводятся прямые доказательства существования в GaS таких экситонов. На рисунке показаны зависимости

$$\frac{1}{J} \frac{dJ}{d\lambda} \text{ от } h\nu \text{ зарегистрированные в поляризованном свете при различ-$$

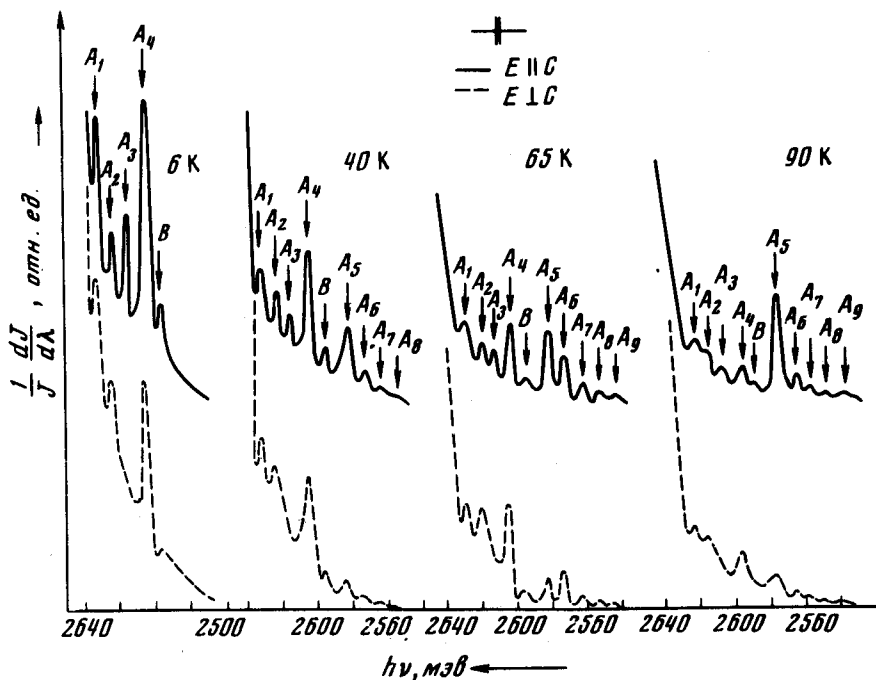
ных температурах ( $J$  – пропускание образца,  $\lambda$  и  $\nu$  – длина волны и частота прошедшего света). Проявление в спектрах  $(1/J)(dJ/d\lambda)$  резкой структуры однозначно свидетельствует о том, что наблюдаемое поглощение света двух поляризаций  $E \parallel C$  и  $E \perp C$  в кристаллах GaS происходит в результате непрямых разрешенных экситонных переходов  $a_i \sim (h\nu - E_{\text{ЭКС}} \pm \hbar\omega_i)^{1/2}$ , здесь  $a$  – коэффициент поглощения,  $\hbar\omega_i$  – энергия эмитируемого или поглощенного фонона,  $E_{\text{ЭКС}}$  – энергетическое положение экситонной зоны.

Положение особенностей  $h\nu_i$   
на спектрах дифференциального поглощения (мэв)

6K	40K	65K	90K	$E_{\text{ЭКС}} - h\nu_i$ ; $h\nu_i - E_{\text{ЭКС}}$ мэв
–	–	2540	2535	51
–	2553	2550	2546	40
–	2561	2559	2553	32
–	2571	2569	2563	22
–	2583	2581	2575	10
2593	2592	2590	2584	–
2604	2603	2600	2594	10
2616	2615	2612	2607	22
2624	2623	2620	2615	30
2632	2631	2627	2623	38

Значение  $E_{\text{ЭКС}} = 2594 \pm 2$  мэв определялось положением пиков на рисунке (таблица) в рамках утверждения о том, что структура  $A_1 - A_4$  обусловлена переходами сопровождающимися эмиссией фононов, а структура  $A_5 - A_9$ , появляющаяся при повышении температуры – перехода-

ми происходящими с поглощением тех же фононов. Такая интерпретация подтверждается и тем, что если воспользоваться симметрией соответствующих состояний в кристалле  $\beta$ -GaSe [4], который является структурным аналогом GaS, то окажется, что фонон участвующий в непрямом переходе будет полносимметричным  $M_1^+$ , таких фононов в GaS согласно теоретикогрупповым вычислениям — четыре. Линия B может являться результатом поглощения света происходящим с участием примеси безфононным образом.



Спектры дифференциального поглощения кристаллов GaS зарегистрированные при различных температурах

Энергетические зоны в слоистых кристаллах типа GaS могут быть в различной степени анизотропными, в зависимости от того, какие орбитали катионов или анионов дают главный вклад в формирование данной зоны. Что же касается дна зоны проводимости в точке M гексагональной зоны Бриллюэна ответственного за не прямые переходы в GaS и GaSe, то это состояние формируется главным образом из расположенных внутри слоя  $P_x$  и  $P_y$  орбиталей атомов аниона и может обладать значительной анизотропией [4, 5].

В заключение отметим, что наличие слабой связи между слоями, в том или ином кристалле не указывает однозначно на то, что экситоны в таком кристалле будут двумерными или будут обладать большой эффективной массой характеризующей движение экситона поперек слоя.

Такая ситуация будет иметь место только тогда, когда вблизи края поглощения кристалла имеются энергетические зоны, сформированные из атомных орбиталей расположенных внутри только одного слоя.

Институт физики  
Академии наук Азербайджанской ССР

Поступила в редакцию  
18 июля 1977 г.

### Литература

- [1] Л.В.Келдыш. Доклад на Всесоюзном семинаре, посвященном экситонам в кристаллах, Черногоровка, декабрь 1976 г.
  - [2] Б.С.Разбирин, М.И.Караман, В.П.Мушинский, А.Н.Старухин. ФТП, 7, 1112, 1973.
  - [3] V.Sasaki, C.Hamaguchi, J.Nakai. J. of the Phys. Soc. Jap., 38, 1698, 1975.
  - [4] M.Shluter. Nuovo Cim., B13, 313, 1973.
  - [5] G.L.Belenkii, R.Kh.Nani, E.Yu.Salacov, R.A.Syleimanov. Phys. Stat.Sol (a), 31, 707, 1975.
-