

УДК 621.375.826

А.Н.Софронов (4 курс, каф. ФППиНЭ), В.А.Шалыгин, к.ф.-м.н., доц.

## ИНДУЦИРОВАННАЯ ТОКОМ ОРИЕНТАЦИЯ СПИНА ДЫРОК В ТЕЛЛУРЕ

ABSTRACT: Spin polarization of holes in tellurium under conditions of electrical current transmission is calculated. The nonequilibrium distribution function of holes and the average value of hole spin are found. The spin polarization degree is linear with respect to the current and equals to 0.35% at the current density of 1000 A/cm<sup>2</sup>

Процессы спиновой ориентации привлекают большое внимание в последние годы в связи с возможным применением в области спинтроники. Наиболее часто для создания в полупроводнике ориентированных по спину носителей заряда используется возбуждение циркулярно-поляризованным светом. Другую возможность получить отличный от нуля средний спин электронов или дырок может обеспечить протекание электрического тока в полупроводнике. В полупроводниках  $A_3B_5$  спиновая ориентация может быть вызвана либо за счет прецессии спина в магнитном поле, вызванном током; либо за счет тех механизмов рассеяния носителей заряда, при которых время релаксации импульса зависит от спина [1]. В гиротропных полупроводниках, обладающих более низкой симметрией, возможен более простой механизм спиновой ориентации, когда сдвиг функции распределения в  $\mathbf{k}$ -пространстве непосредственно вызывает изменение среднего спина дырок. Этот эффект был впервые теоретически предсказан в [2], а затем экспериментально обнаружен в теллуре оптическим методом [3]. Однако в указанных работах не была найдена степень спиновой ориентации дырок.

В настоящей работе проведен расчет величины среднего спина дырок, который появляется при протекании тока в теллуре. Рассмотрен кристалл теллура р-типа с пространственной группой симметрии  $D_3^4$ , который в отсутствие тока вращает плоскость поляризации света вправо (при распространении света вдоль оси  $C_3$ ). Согласно [3], протекание тока в таком кристалле индуцирует поворот плоскости поляризации влево, если ток сонаправлен со светом. Ветви валентной зоны теллура  $M_1'$  и  $M_2'$  невырождены и содержат линейные по  $k_z$  члены ( $k_z$  – компонента волнового вектора вдоль оси  $C_3$ ). Волновая функция дырок в зоне  $M_1'$  представляет собой суперпозицию состояний с моментом  $m_z = \pm 3/2$ , причем спин дырки однозначно связан с ее волновым вектором. При  $k_z < 0$  доминируют состояния с  $m_z = +3/2$ , а при  $k_z > 0$  – с  $m_z = -3/2$ . Рассчитан средний спин дырок, возникающий при протекании тока вдоль оси  $C_3$ . Неравновесная функция распределения была найдена из кинетического уравнения Больцмана в приближении времени релаксации (рис.1). Показано, что средний спин пропорционален плотности тока (рис.2). Току  $j = 1000$  А/см<sup>2</sup> (максимальный ток, при котором экспериментально исследовалась индуцированная током оптическая активность в теллуре [3]) при  $T = 77$  К соответствует проекция спина  $m_z = 5,4 \cdot 10^{-3}$ . Рассчитана также температурная зависимость среднего спина для различных механизмов рассеяния.

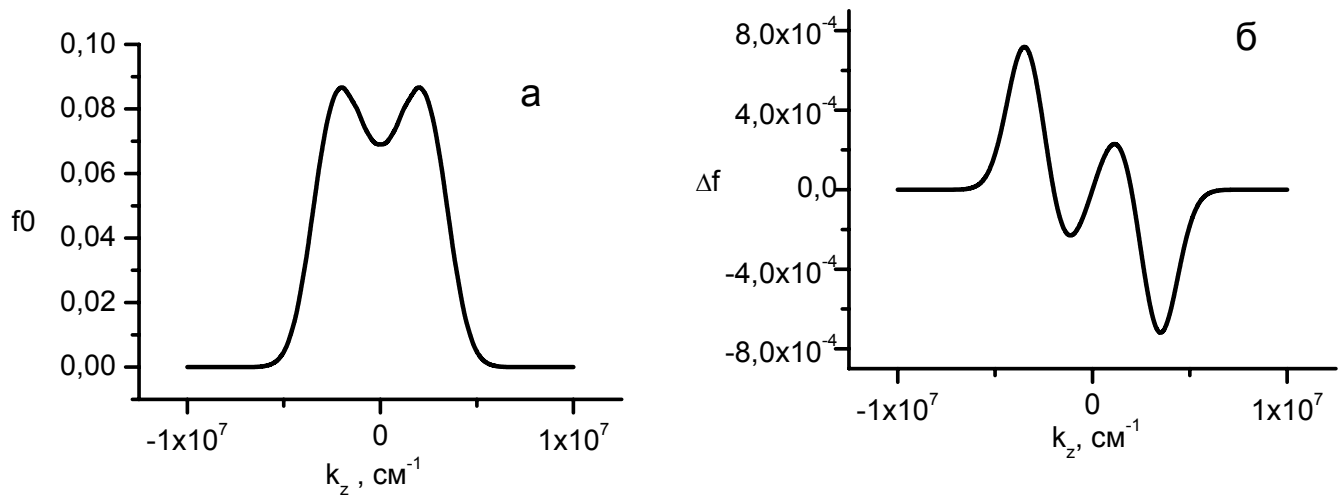


Рис.1: Равновесная функция распределения (а) и неравновесная добавка к функции распределения при протекании тока (б). Расчет при  $T = 77 \text{ K}$ ,  $p = 3.2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$ ,  $j = 1000 \text{ A/см}^2$

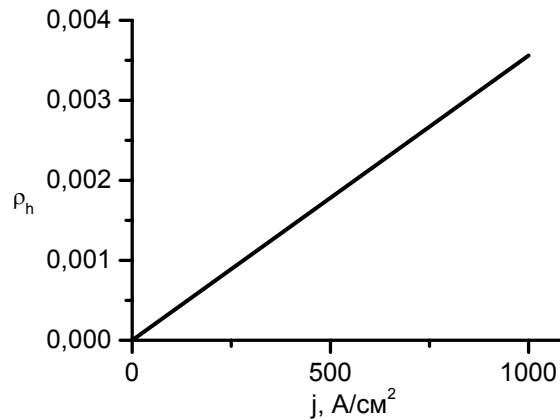


Рис. 2: Зависимость степени спиновой ориентации дырок от плотности тока ( $T = 77 \text{ K}$ ).

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. А.Г.Аронов, Ю.Б.Лянда-Геллер, Г.Е.Пикус. ЖЭТФ, 100 (1991), 973.
2. Е.Л.Ивченко, Г.Е.Пикус // Письма в ЖЭТФ, 27 (1978), 640.
3. Л.Е.Воробьев, Е.Л.Ивченко, Г.Е.Пикус, И.И.Фарбштейн, В.А.Шалыгин, А.В.Штурбин. Письма в ЖЭТФ, 29 (1979), 485.