

## ФОТОЭДС, ИНДУЦИРОВАННАЯ ИМПУЛЬСОМ ФОТОНА ПРИ ОПТИЧЕСКИХ ПЕРЕХОДАХ МЕЖДУ УРОВНЯМИ ЛАНДАУ

*А.Ф.Кравченко, А.М.Палкин, В.Н.Созинов, О.А.Шегай*

В антимониде индия электронного типа впервые экспериментально обнаружена резонансная знакопеременная фотоэдс при оптических переходах между уровнями Ландау. Эффект возникает из-за селективного по направлению скоростей фотовозбуждения электронов и различия их времен релаксации по импульсу на разных уровнях Ландау.

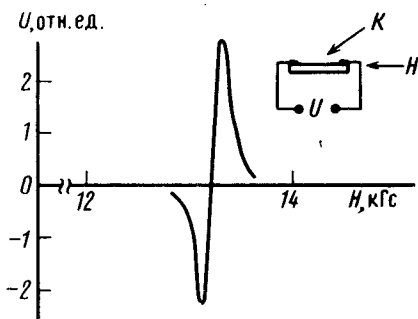
В работе <sup>1</sup> впервые было теоретически предсказано возникновение светоиндуцированного дрейфа частиц, если их рассеяние в буферной среде в возбужденном и невозбужденном состояниях различно. Аналогичное явление — возникновение фототока (или фотоэдс) в полупроводниках при оптических переходах электронов между уровнями Ландау, было предсказано в работах <sup>2, 3</sup>. Суть эффекта заключается в селективном возбуждении электронов из-за эффекта Доплера и различии их подвижностей на разных уровнях Ландау.

Нами были проведены эксперименты по наблюдению этого эффекта в условиях циклотронного резонанса. Образец, невырожденного антимонида индия помещался в криостат при  $T = 4,2$  К между полюсами электромагнита. Источником излучения служил субмиллиметровый лазер с длиной волны излучения  $\lambda = 119$  мкм. Излучение к образцу подводилось по металлическому световоду и падало на образец (плоскость (211)) под углом к поверхности  $\sim 30^\circ$ . Магнитное поле было направлено параллельно плоскости образца. В такой геометрии при равномерном освещении образца отсутствует ЭДС вдоль поверхности, связанная с неоднородным поглощением излучения в объеме образца.

Сигнал, индуцированный составляющей импульса фотона в направлении магнитного поля  $K_{\parallel}$ , снимался с контактов, как показано на рисунке. Для устранения фоновой подсветки от тепловых частей криостата образец закрывался черным полиэтиленом, а контакты были защищены от попадания лазерного излучения. Перед образцом устанавливался поляризатор таким образом, чтобы вектор электрического поля излучения, падающего на образец, был параллелен поверхности, что устраняло возможную ЭДС, связанную с поверхностным фотогальваническим эффектом <sup>4</sup>. Подстройка энергетического расстояния между уровнями Ландау под фиксированную частоту лазерного излучения осуществлялось магнитным полем. Измерение сигнала ЭДС производилось усилителем с синхронным детектором при модуляции излучения лазера частотой 500 Гц.

При изменении магнитного поля в области циклотронного резонанса возникает ЭДС, показанная на рисунке. ЭДС меняет знак при переходе через точку циклотронного резонанса  $H_c = \omega_0 m^* c / e$  ( $\omega_0$  — частота падающего излучения,  $m^*$  — эффективная масса электронов).

При изменении направления падающего излучения, когда составляющая импульса фотона вдоль направления магнитного поля  $K_{\parallel}$  изменяет знак, изменяется полярность исследуемой фотоэдс. Было установлено, что при  $H < H_c$  дрейф электронов происходит против направления падающего излучения, а при  $H > H_c$  в обратном направлении. Такое поведение фотоэдс можно объяснить тем, что время релаксации на верхнем уровне Ландау меньше, чем на нижнем.



Зависимость фотоэдс от магнитного поля в области циклотронного резонанса

Действительно, хотя в нашем случае столкновительная ширина перехода более чем на порядок превышает доплеровскую, тем не менее при  $H > H_c$  с большей вероятностью происходят переходы электронов с импульсами, направленными против  $K_{\parallel}$ . При этом результирующий поток электронов будет определяться нескомпенсированными электронами с импульсами по направлению  $K_{\parallel}$  на нижнем уровне Ландау, где время релаксации по импульсу больше. При  $H < H_c$  преимущественно возбуждаются электроны с импульсами по направлению  $K_{\parallel}$  и основной вклад в ЭДС дают электроны на нижнем уровне с импульсами против  $K_{\parallel}$ , что приводит к изменению полярности ЭДС.

Несколько большая величина пика справа от циклотронного резонанса, по-видимому, обусловлена влиянием обычного эффекта увлечения, симметричного относительно расстройки магнитного поля от поля циклотронного резонанса.

Авторы благодарят Э.М.Скока, А.М.Шалагина, Л.И.Магарилла, М.В.Энтина за обсуждение результатов, Л.С.Быкова за помощь в проведении экспериментов, В.И.Сапцова за помощь в создании субмиллиметрового лазера.

#### Литература

1. Гельмуханов Ф.Х., Шалагин А.М. Письма в ЖЭТФ, 1979, 29, 773.
2. Скок Э.М., Шалагин А.М. Письма в ЖЭТФ, 1980, 32, 201.
3. Дыхне А.М., Росляков В.А., Старостин А.Н. ДАН СССР, 1980, 254, 599.
4. Альперович В.Л., Белиничер В.И., Новиков В.Н., Терехов А.С. Письма в ЖЭТФ, 1980, 31, 581.