Фотогальванический эффект в киральных краевых каналах

Дурнев М.В.¹, Тарасенко С.А.¹, Планк Х.², Кандуссио С.², Пернул Дж.², Дантчер К.-М.²,
Мёнш Э.², Санднер А.², Эромс Дж.², Вайс Д.², Бельков В.В.¹, Ганичев С.Д.²

¹ ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН, 194021, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 26

² Университет Регенсбурга, 93053, Регенсбург, Германия

DOI 10.34077/Semicond2019-484

На краях двумерных проводящих систем, помещенных в сильное магнитное поле, когда выполнены условия квантового эффекта Холла, формируются одномерные электронные каналы, направление движения в которых определяется направлением приложенного магнитного поля. В таких киральных каналах носитель заряда движется баллистически, что приводит к квантованию поперечной проводимости системы.

В работе представлена теоретическая модель возникновения постоянного тока при освещении киральных краевых каналов электромагнитной волной. В рамках модели падающее излучение с частотой, меньшей циклотронной, приводит к непрямым оптическим переходам внутри кирального канала. В результате формируются неравновесные электроны и дырки, которые за счёт дисперсии скорости в киральном канале приводят к возникновению диссипативного вклада в краевой фототок, который может быть измерен экспериментально. Модель предсказывает ряд особенностей поведения такого краевого фототока по сравнению с фототоком, возникающим в слабых магнитных полях: в частности, направление фототока определяется направлением магнитного поля и не зависит от типа проводимости (электронной или дырочной) в системе [1]. Изменение поляризации излучения приводит лишь к изменению величины фототока, оставляя неизменным его направление.

В работе также представлены экспериментальные данные по краевому фототоку, возникающему при освещении краёв графена, находящегося в режиме квантового Холла, терагерцовым излучением [1]. Наблюдаемый фототок течёт в противоположных направлениях на противоположных краях образца, и в соответствие с предсказаниями модели, направление тока не меняется при переходе от электронной проводимости к дырочной (который осуществляется с помощью изменения напряжения на затворе образца), но меняется при смене знака магнитного поля. В работе разработана количественная теория краевого фототока, возникающего в киральных каналах в графене, выполнены расчеты величины фототока в зависимости от положения уровня Ферми, частоты и поляризации падающего излучения. Сравнение с экспериментальными данными позволило извлечь время энергетической релаксации носителей заряда в киральных каналах в графене.

[1] H. Plank, M. V. Durnev, S. Candussio et al., *2D Materials* 6, 011002 (2019).

Рис.1. Механизм возникновения краевого фототока в киральном электронном канале. Дисперсия уровней Ландау рассчитана для графена с краем типа «armchair».