Фотонные реплики нижней ступени кондактанса квантового точечного контакта в терагерцовом диапазоне

Ткаченко О.А.¹, Бакшеев Д.Г.², Ткаченко В.А.^{1,2,3}, Квон З.Д.^{1,2}

¹ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

² Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2

³ Новосибирский государственный технический университет, 630072, Новосибирск,

DOI 10.34077/Semicond2019-357

Недавно найдена гигантская терагерцовая фотопроводимость туннельного точечного контакта (ТТК) в двумерном электронном газе (ДЭГ). Монотонное поведение кондактанса ТТК (без особенностей по затворному напряжению V_g) было объяснено в рамках теории фотон-ассистированного прохождения электрона через барьер $[V+A\cdot\cos(\omega t)]/ch^2(x/W)$ с подобранными значениями V, A, W и начальной энергии электрона E [1]. Однако были возможны и другие объяснения внешне простого отклика ТТК на облучение образца микроволнами [2]. Расчетом для тех же V, A, W и частот f от 0.7 до 1.7 ТГц мы обнаружили, что на расширенном интервале по V_g , т.е. по $V-E$ появляются фотонные реплики основной ступени коэффициента прохождения $D(E)$, отвечающей пределу $A=0$ [3] (рис.1). Положение фотонных реплик дается формулой $|E-V|=n\hbar\omega$ ($n=1,2,3$) и не зависит от конкретных значений A (рис.1a). На зависимости dD/dE реплики видны как горбы, отошедшие вниз и вверх по E от основного пика (рис.1b). Появление фотонных реплик объяснено квазиклассическим торможением электрона с исходной энергией E при его переходе в канал с энергией, близкой к вершине барьера V . Переход сопровождается поглощением/испусканием квантов $\hbar\omega$ при $\omega > 1/\tau$, где $\tau = \pi W(m^*/2V)^{1/2}$ – время туннелирования в приближении ВКБ. Видно, что при $\hbar\omega=1$ мэВ $\approx \hbar/\tau$ фотонные ступени исчезают: вместо эквидистантных горбов на зависимости dD/dE присутствует лишь широкий максимум (рис.1b). Если кондактанс ТТК описывается формулой Ландауэра $G=D\cdot 2e^2/h$ [1,2], то экспериментальное наблюдение предсказанных в [3] реплик поможет установить механизм терагерцовой фотопроводимости.

Рис.1.– Фотонные реплики основной ступени коэффициента прохождения при $E=V=30$ мэВ: $D(E)$ при $W=115$ нм, $\hbar\omega=6.7$ мэВ и разных A (a), $D'(E)$ при $W=100$ нм, $A=4$ мэВ и разных $\hbar\omega$ (b). Положение реплик показано вертикальным пунктиром.

[1] M. Otteneder, Z. D. Kvon, O. A. Tkachenko et al., *Phys. Rev. Applied.* **10**, 014015 (2018).

[2] О. А. Ткаченко, В. А. Ткаченко, З. Д. Квон, *Письма в ЖЭТФ*, **102**, 417 (2015).

[3] О. А. Ткаченко, В. А. Ткаченко, Д. Г. Бакшеев, З. Д. Квон, *Письма в ЖЭТФ*, **108**, 422 (2018).