Эффективная масса и g –фактор электронов в широких квантовых ямах HgTe: Осцилляции Шубникова – де Гааза

Гудина С.В.¹, Боголюбский А.С.¹, **Неверов В.Н.¹**, Шелушинина Н.Г.¹, Подгорных С.М.¹,
Туруткин К.В.¹, Якунин М.В.^{1,2}, Михайлов Н.Н.³, Дворецкий С.А.³

¹ ИФМ УрО РАН, 620108, Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, 18

² ИЕН УрФУ, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19

³ ИФП СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, 13

DOI 10.34077/Semicond2019-235

Уникальной особенностью квантовой ямы HgTe является то, что при достаточно большой ширине ее край зоны проводимости образован состояниями р-типа (полоса Г8), а не состояниями s-типа (полоса Г6), как в обычных гетеросистемах. [1]. Проведены исследования осцилляций Шубникова - де Гааза (SdH) при температурах (2-10) К в магнитных полях до 2,5 Тл в квантовой яме HgTe шириной 20,3 нм с перевернутой зонной структурой, выращенной на подложке GaAs с ориентацией (013). Структура симметрично легирована In на расстоянии 10 нм от квантовой ямы. Концентрация и подвижность электронов исследованных систем составили $1.5 \times 10^{15} \text{ м}^{-2}$ и $22 \text{ м}^2/\text{В с}$, соответственно.

Анализ температурной зависимости амплитуды ШдГ в слабых полях, $B < 0.8 \text{ Т}$, дает значения $m_c/m_0 = (0.022 \pm 0.002)$ в соответствии с результатами других авторов [2, 3], но противоречит теоретическими оценками [4, 5] и экспериментальным результатам анализа активационной проводимости в режиме квантового эффекта Холла (КЭХ) ($m_c/m_0 = (0.037 \pm 0.005)$ и $g = (75 \pm 5)$) [6].

В исследуемой структуре проводимость осуществляется электронами первой размерноквантованной подзоны Н1 с чрезвычайно малой эффективной массой m_c/m_0 и большим значением g -фактора [2, 3], так что зеемановское расщепление превышает орбитальное. Это означает, что зеемановское расщепление, появиться в осцилляциях ШдГ в меньших магнитных полях, чем циклотронное. Поэтому мы считаем, что для исследуемой КЯ HgTe «правильная» эффективная масса может быть получена только в достаточно сильных магнитных полях, когда вырождение (перекрывание) уровней Ландау полностью снято.

Действительно, в этой области магнитных полей, при $B > 1,4 \text{ Тл}$, анализ осцилляций ШдГ дает величину $m_c/m_0 = (0.034 \pm 0.002)$, которая согласуются с активационным анализом КЭХ [6], измерениями циклотронного резонанса [7] и теоретическим оценкам [4, 5]. Для оценки g -фактора на уровне Ферми мы используем соотношение Wimbauer et al. [5] для подзоны Н1: $g - 6\kappa = 2[m_0/m_c - (\gamma_1 + \gamma)]$ (здесь γ_1 , γ и κ есть постоянные Латтинжера), который учитывает смешивание легких и тяжелых состояний носителей при $k_{\parallel} = 0$. Для $m_c/m_0 = (0.034 \pm 0.002)$ мы получаем $g = (76.7 \pm 3.5)$, значения которого находятся в хорошем согласии с [6].

Работа выполнена в рамках государственного задания МИНОБРНАУКИ России (тема «Электрон», № АААА-А18-118020190098-5) при частичной поддержке РФФИ (проект № 18-02-00172)

[1] M. Konig, H. Buhmann, L. Molenkamp et al. // *J. Phys. Soc. Japan*, V. 77, 031007 (2008).

[2] E.B. Olshanetsky et al. // *Pis'ma v JETP* V. 84, 661 (2006).

[3] M.V. Yakunin, S.M. Podgornyykh et al. // *Physica E*, V. 42, 948 (2010).

[4] Y. Guldner, C. Rigaux, M. Grynberg, A. Mycielski // *Phys. Rev. B*, V. 8, 3875 (1973).

[5] T. Wimbauer, K. Oettinger, A.L. Efros et al. // *Phys. Rev. B*, V. 50, 8889 (1994).

[6] S.V. Gudina, V.N. Neverov, E.G. Novik et al. // *Low Temperature Physics*, V. 43, 605 (2017).

[7] K. E. Spirin, A. V. Ikonnikov, A. A. Lastovkin et al. // *JETP Letters* V. 92, 63 (2010).