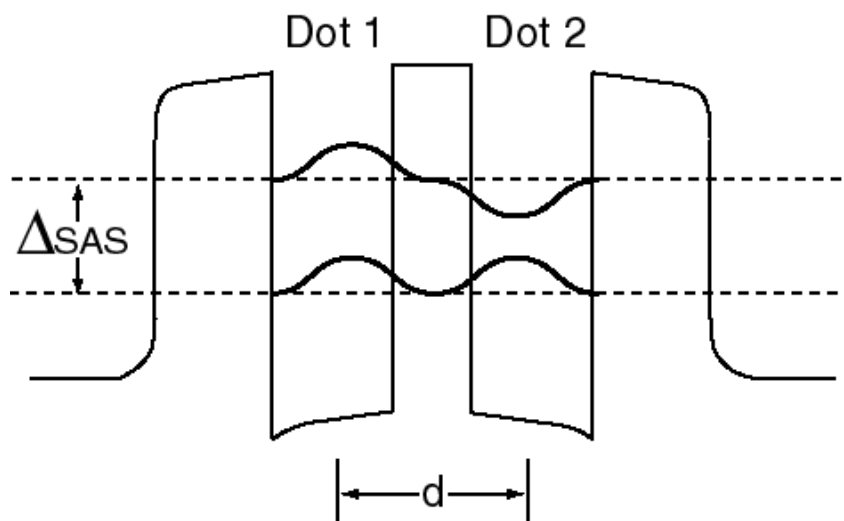
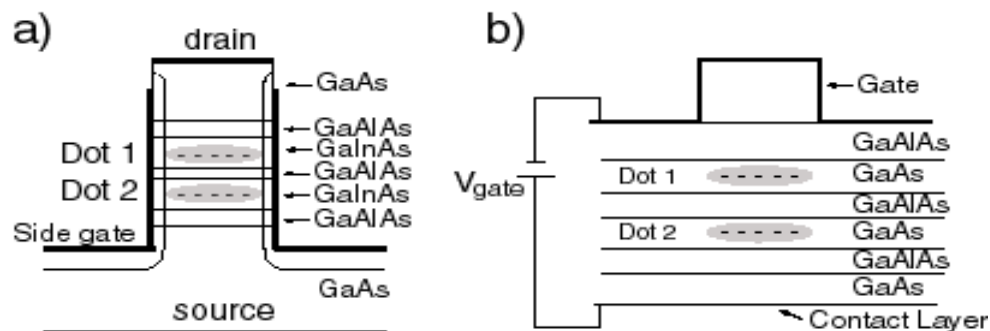


# СТАБИЛЬНОСТЬ КВАНТОВОГО ХОЛЛОВСКОГО СОСТОЯНИЯ В ДВОЙНОЙ ВЕРТИКАЛЬНО- СВЯЗАННОЙ КВАНТОВОЙ ТОЧКЕ

*А.А. Васильченко*

*Кубанский государственный технологический университет*

# ДВЕ ВЕРТИКАЛЬНО-СВЯЗАННЫЕ КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ



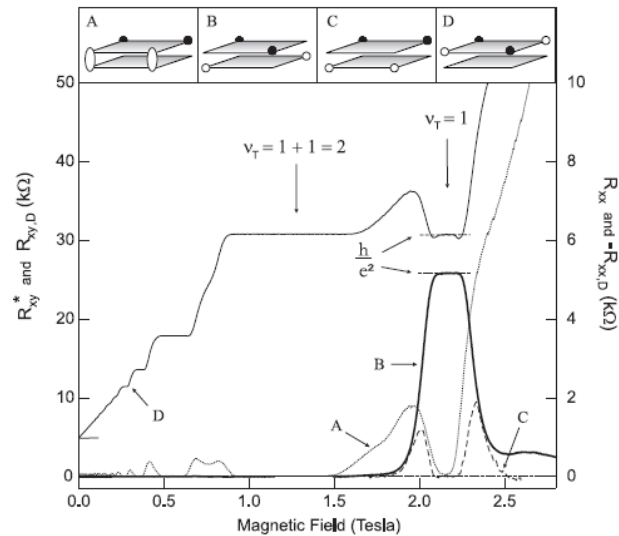


FIG. 1. Conventional and Coulomb drag resistances of a low density double layer 2DES. Trace A: Conventional longitudinal resistance  $R_{xx}$  measured with current in both layers. Trace B: Hall drag resistance  $R_{xy,D}$ . Trace C: Longitudinal drag resistance  $R_{xx,D}$ ; sign reversed for clarity. Trace D: Hall resistance  $R_{xy}^*$  of single current-carrying layer (displaced vertically by 5k $\Omega$  for clarity). Trace B reveals the quantization of Hall drag in the  $\nu_T=1$  excitonic QHE. Insets schematically illustrate the measurement configurations: Current is injected and withdrawn at the open dots; voltage differences between the solid dots are recorded. Traces A,B, and D obtained at  $T = 20$ mK; trace C at 50mK. Layer densities:  $N_1=N_2=2.6 \times 10^{10}\text{cm}^{-2}$ , giving  $d/\ell=1.6$  at  $\nu_T=1$ .

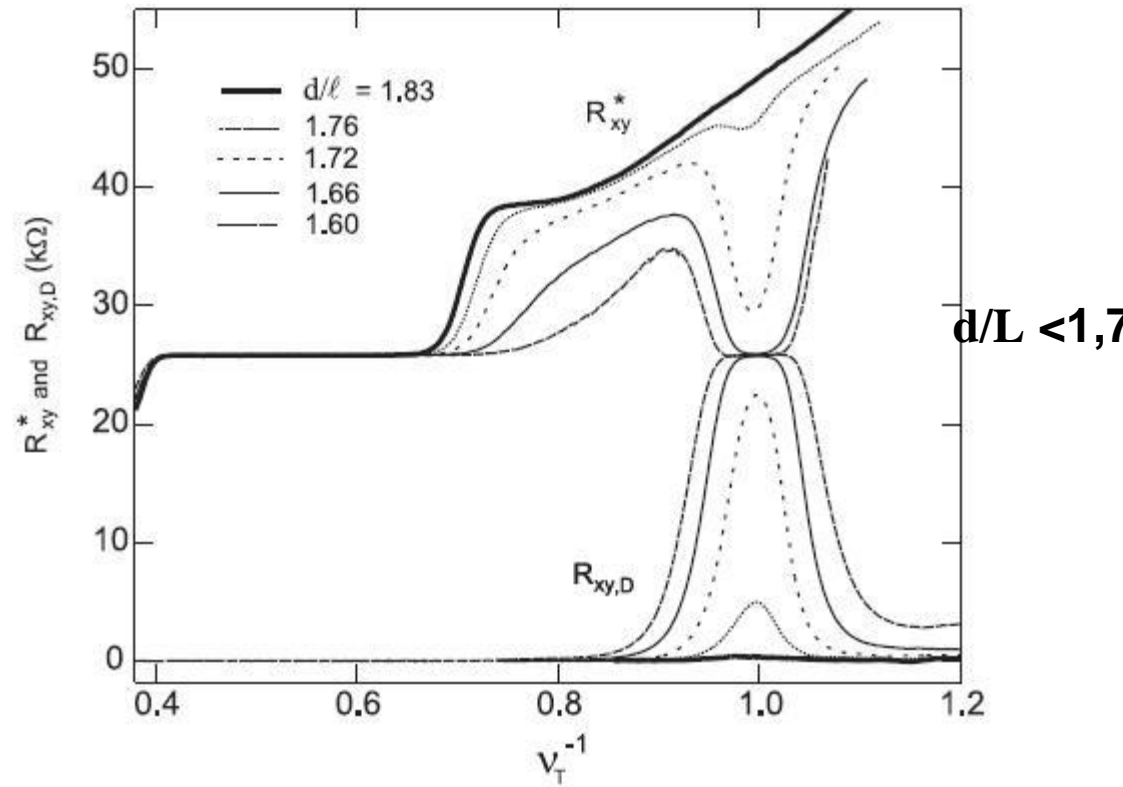
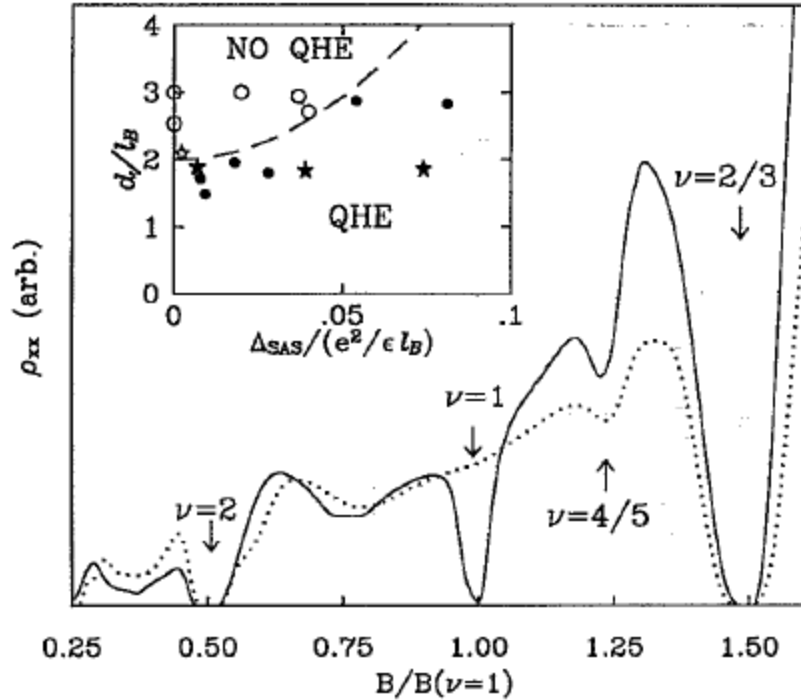


FIG. 2. Collapse of  $\nu_T=1$  Hall drag quantization and second  $h/e^2$  plateau in  $R_{xy}^*$  at large  $d/\ell$ . Layer densities  $N_1=N_2=2.6, 2.8, 3.0, 3.2$ , and  $3.4 \times 10^{10}\text{cm}^{-2}$ , giving  $d/\ell=1.6, 1.66, 1.72, 1.76$  and  $1.83$  respectively, at  $\nu_T = 1$ . Measurement temperature  $T=30$ mK.



$$d/L < 2$$

FIG. 1. The resistivity,  $\rho_{xx}$ , at 0.3 K vs magnetic field (normalized by the field at  $\nu = 1$ ) for two similar samples. In one ( $d_b = 30 \text{ \AA}$ ,  $N_{\text{tot}} = 1.26 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ ) a strong QHE at  $\nu = 1$  is found, while in the other ( $d_b = 40 \text{ \AA}$ ,  $N_{\text{tot}} = 1.45 \times 10^{11} \text{ cm}^{-2}$ ) the  $\nu = 1$  QHE is absent. Inset: The phase diagram at  $\nu = 1$ . The solid symbols represent samples that show a  $\nu = 1$  QHE, open symbols denote those that do not. (The two  $\rho_{xx}$  traces are taken from the samples represented as the leftmost open and solid stars.)

$$E = T + \int (V_c(r,0) + V_c(r,d))n(r)dr + 2 \int \varepsilon_x \left( \frac{1}{2} \right) n(r)dr -$$

$$\sum_m \int \left( \frac{1}{2} \varepsilon_x \left( \frac{1}{2} \right) + V_{c,m}(r,0) + V_{c,m}(r,d) \right) n_m(r) dr + 2 \int V(r) n(r) dr - \Delta_{sas} / 2(N_s - N_a)$$

$$V_c(r,d) = 2 \int \frac{n(r') dr'}{\sqrt{|r-r'|^2 + d^2}} \quad V_{c,m}(r,d) = 2 \int \frac{n_m(r') dr'}{\sqrt{|r-r'|^2 + d^2}}$$

$$\left\{ -\frac{\partial^2}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{r^2}{4L^4} + \frac{m^2}{r^2} - \frac{m}{L^2} + V_{eff}(r) \right\} \psi_m(r) = E_m \psi_m(r)$$

где  $V_{eff}(r) = V_c(r,0) + V_c(r,d) - V_{c,m}(r,0) - V_{c,m}(r,d) + 2\alpha \left( \frac{1}{2} \right) n(r) + V(r)$

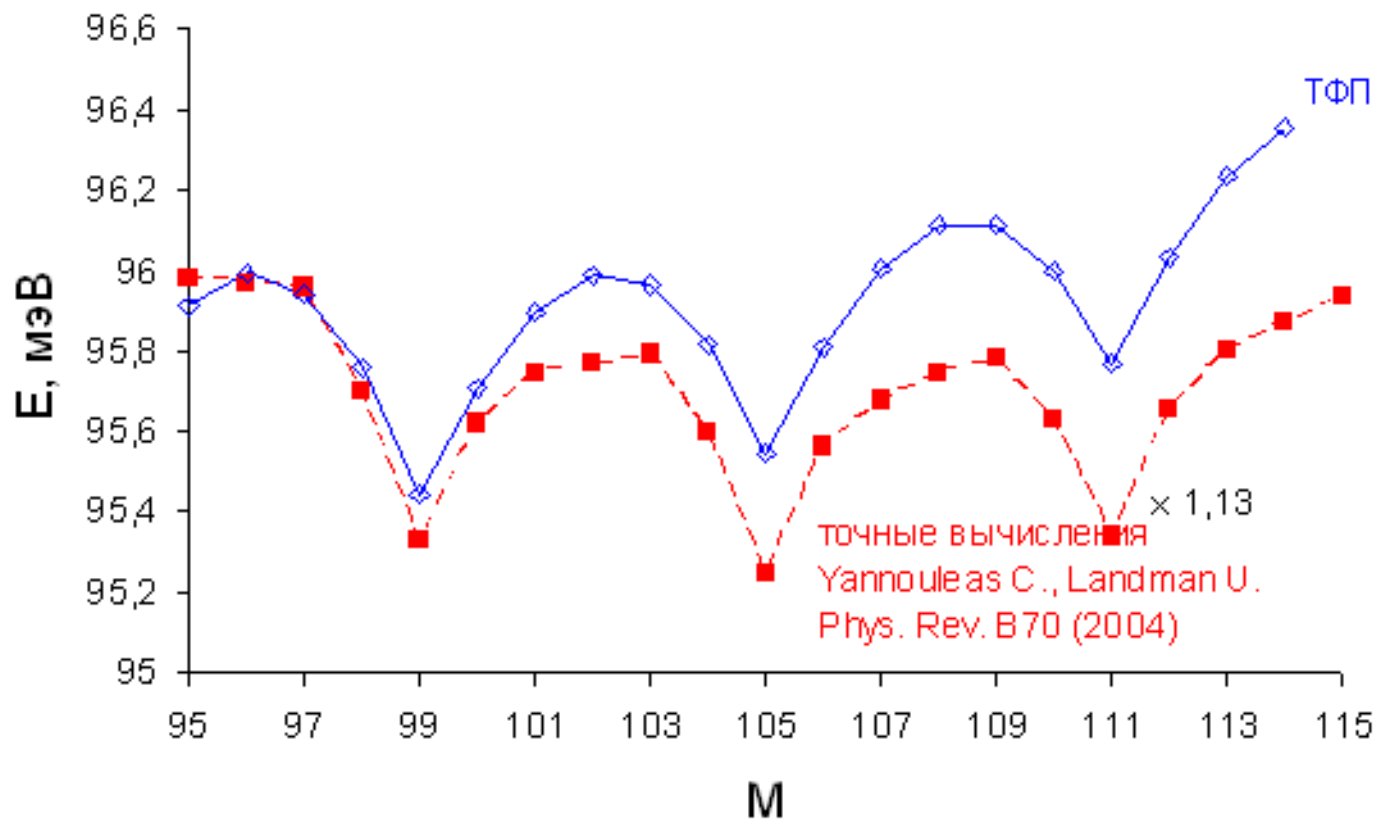
$$V(r) = \frac{\omega_0^2}{4} r^2$$

$$n_m(r) = |\psi_m(r)|^2 / 2$$

$$n(r) = \sum_{occ m} n_m(r)$$

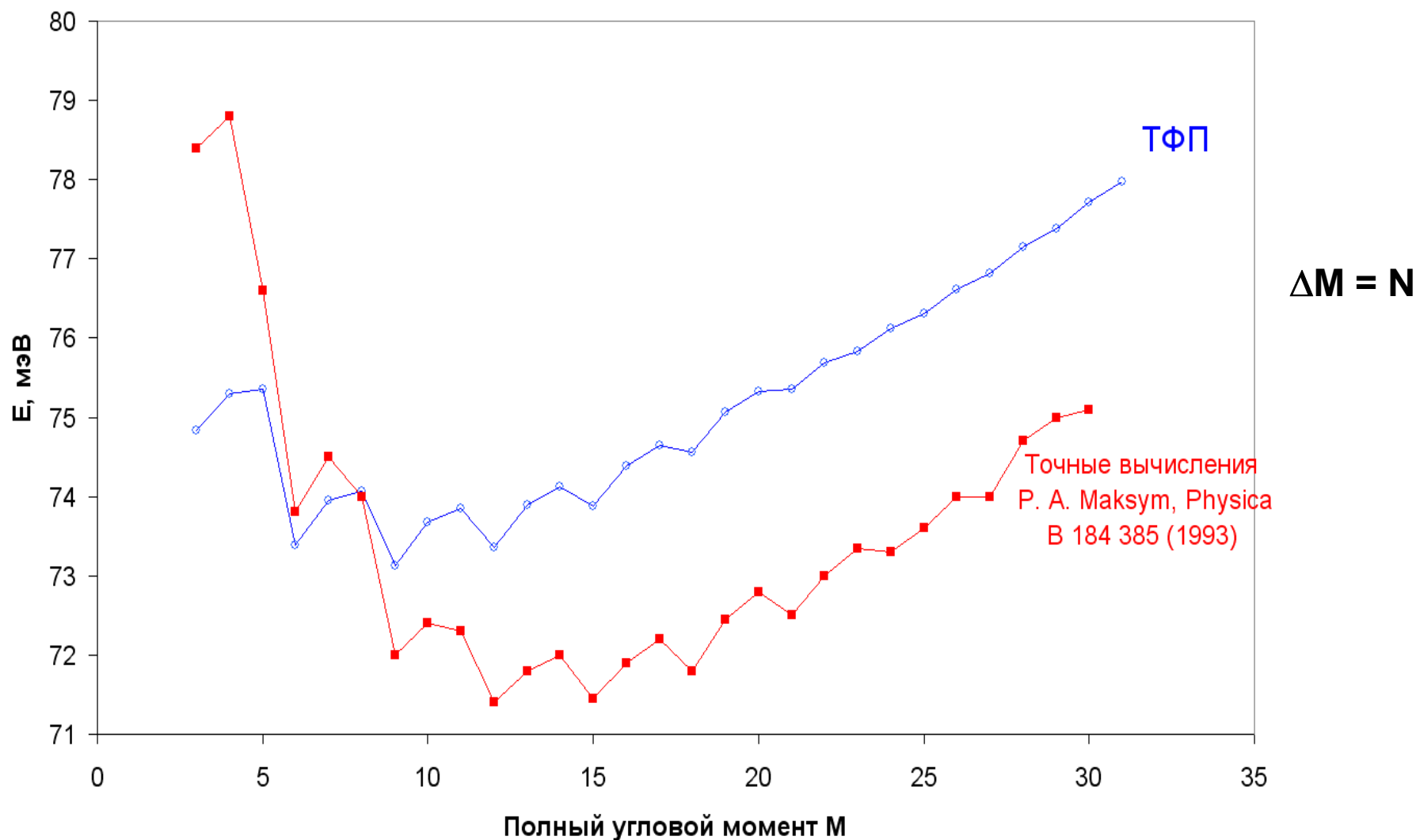
# Сравнение результатов ТФП с точными результатами

$$\Delta M = N-1$$

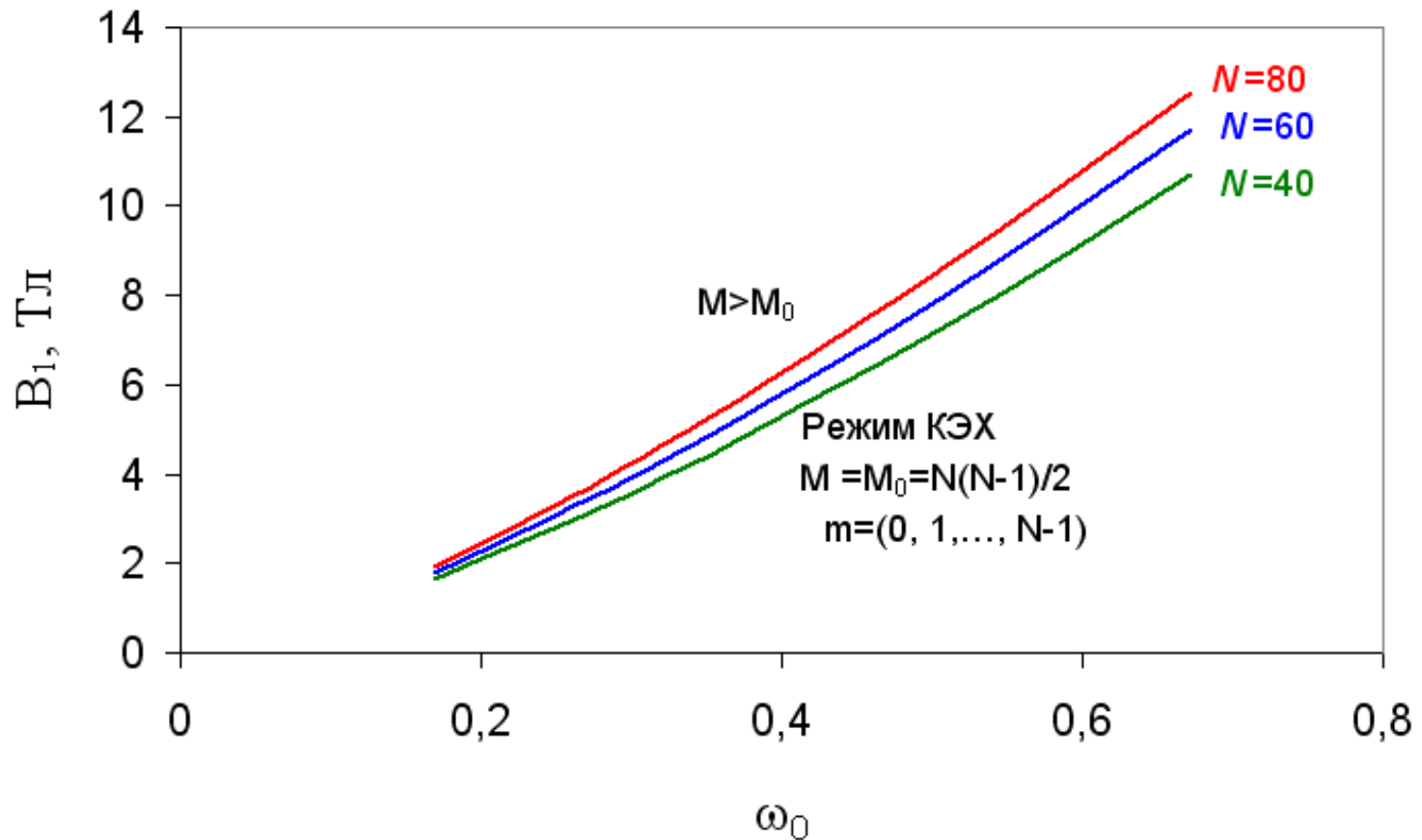


Зависимость энергии от суммарного углового момента всех электронов ( $N=7$ ,  $B=18,8$  Тл,  $\hbar\omega_0=4$  мэВ): ■ — точный результат, ○ — ТФП.

# Сравнение результатов ТФП с точными результатами

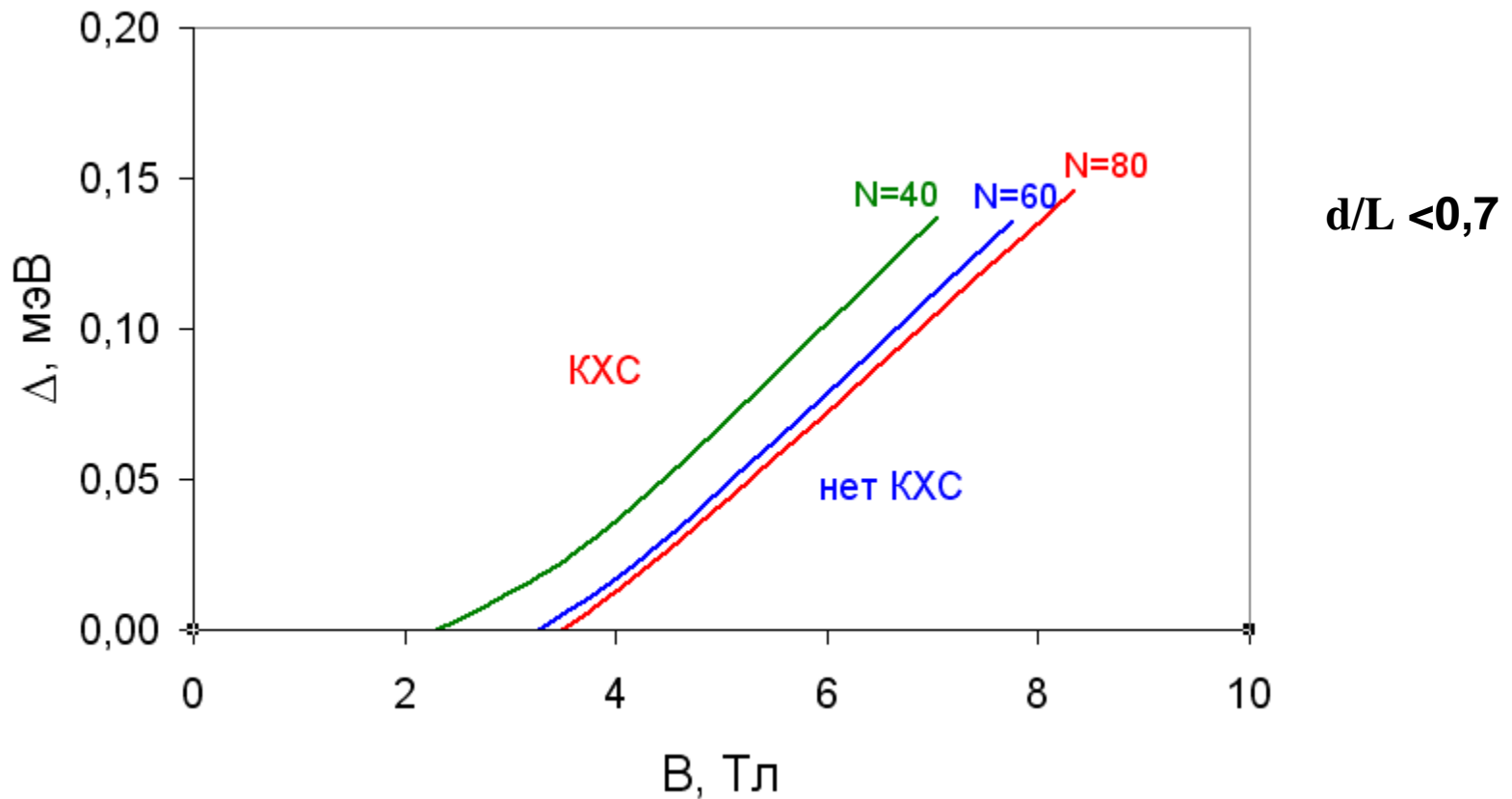


Зависимость полной энергии от суммарного углового момента всех электронов ( $N=3$ ,  $B=20$  Тл,  $\hbar\omega_0=4$  мэВ).

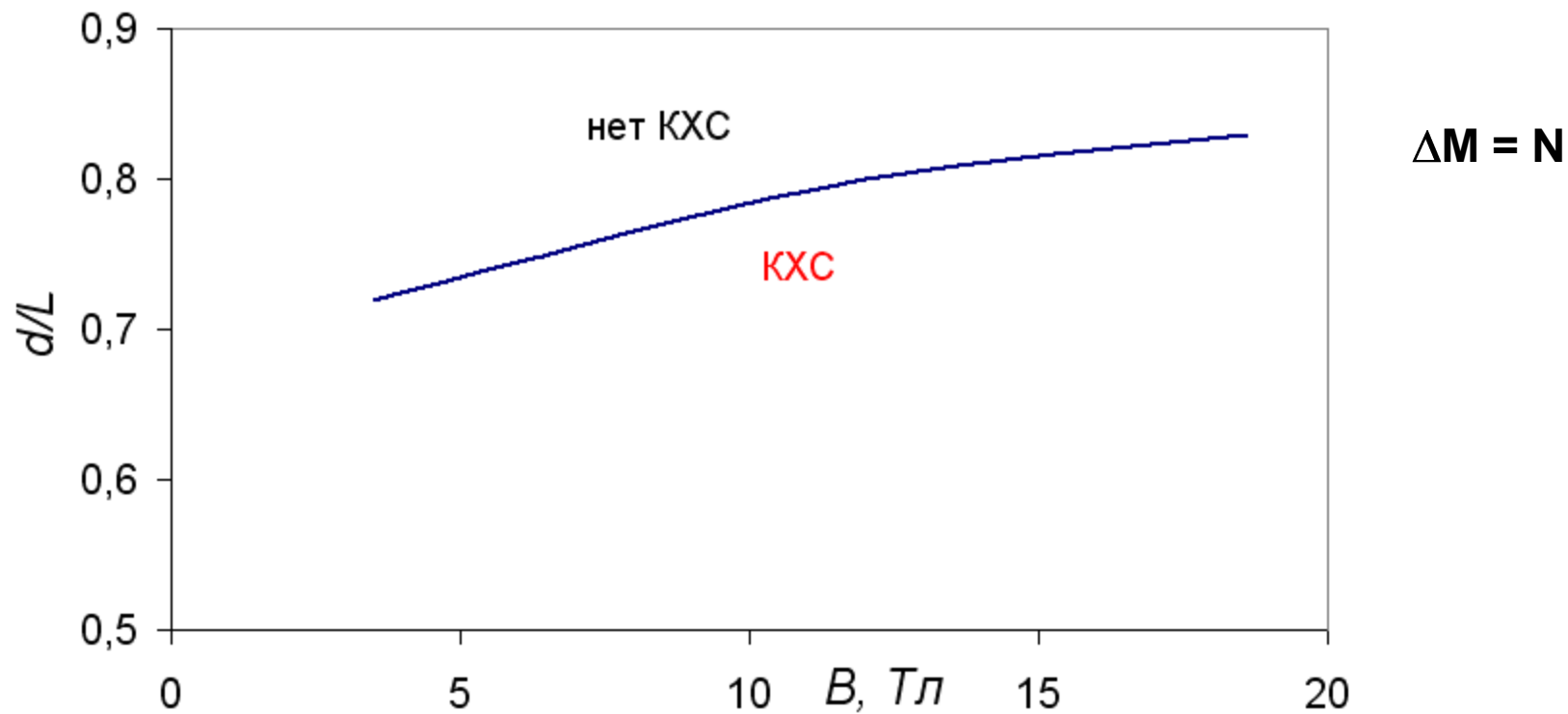


*Переход из состояния с конфигурацией электронов  $(0, 1, \dots, N-1)$  в состояние с конфигурацией  $(1, 2, \dots, N)$  ( $d = 1$ )*



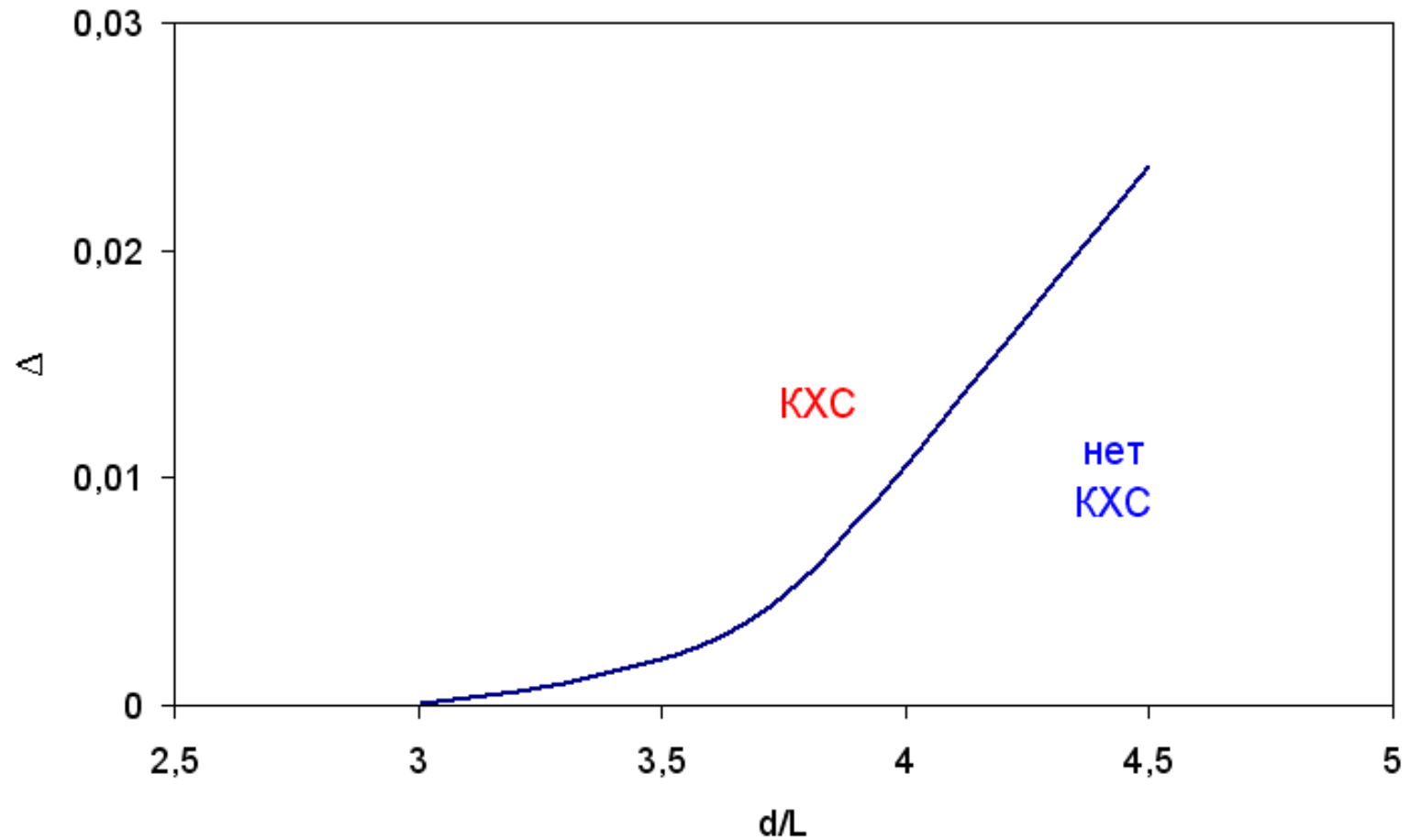


*Зависимость величины минимальной туннельной щели от магнитного поля ( $d = 1$ ).*



*Зависимость отношения  $d/L$ , при котором происходит переход в KXS, от магнитного поля ( $N=80$ ,  $\Delta=0$ ,  $d=0,5\dots 1$ )*

$$V(r) = 2z_0 / \sqrt{r^2 + d^2 / 4}$$



Фазовая диаграмма перехода из квантового холловского состояния при  $z_0 = -1$ ,  $d = 2,8$

Квантовое холловское состояние является стабильным  
при  $\Delta = 0$

1. ТФП  $d/L < 0,7$
2. ТФП с примесью  $d/L < 3$  ?
3. Эксперимент  $d/L < 1,7 - 2$  ?