

Переход металл-диэлектрик в много-долинной электронной системе

Игорь Бурмистров

***Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН
Московский Физико-Технический институт***

Проект 10042 аналитической ведомственной целевой программы “Развитие научного потенциала высшей школы (2007-2008 годы)”

Мероприятие: № 2 «Проведение фундаментальных исследований в области естественных, технических и гуманитарных наук. Научно-методическое обеспечение развития инфраструктуры вузовской науки»

Раздел: № 2.2 «Научно-методическое обеспечение развития инфраструктуры вузовской науки»

Подраздел: № 2.2.2 «Научно-методическое обеспечение международного научного и образовательного сотрудничества. Развитие совместных научных и научно-образовательных программ и проектов с зарубежными партнерами. Развитие научной и академической мобильности в рамках международного сотрудничества. Научно-методическое обеспечение подготовки научных кадров в высшей школе и развития научно-исследовательской работы студентов и аспирантов»

Направление: № 2.2.2.3 «Развитие научной и академической мобильности в рамках международного сотрудничества»

Переход металл-диэлектрик в 2D

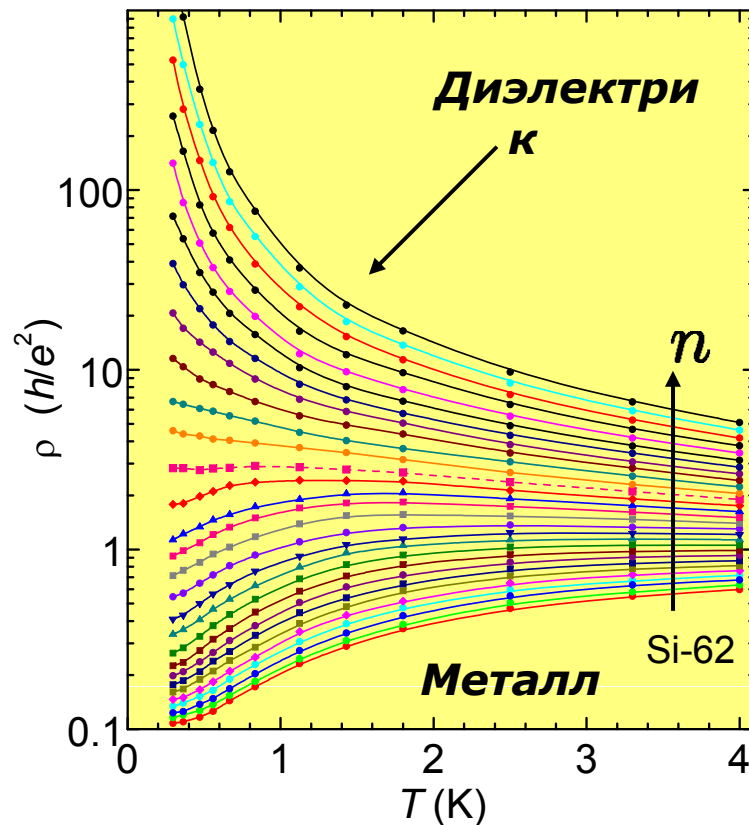
● Введение

Экспериментальное открытие в 2D
электронном газе в Si- МОП структуре

*С.В. Кравченко, Г.В. Кравченко, J.E. Furneaux,
В.М. Пудалов, М. D'Iorio, 1994*

Теория: отсутствие перехода
металл-диэлектрик в системе
свободных (без взаимодействия)
2D электронов

*E. Abrahams, P.W. Anderson, D.C. Licciardello,
T.V. Ramakrishnan, 1979*



Причина расхождения теории и
эксперимента:

Наличие сильного электрон -
электронного взаимодействия

Экспериментальное наблюдение в
других двумерных электронных
системах - существенная роль спина и
долинного изоспина

**Существует квантовый фазовый переход
металл -диэлектрик в 2D сильно-
коррелированной электронной системе**

Теоретическое описание перехода металл-диэлектрик

Уравнения ренорм-группы

А.М. Финкельштейн, 1983

C. Castellani, C. Di Castro, P.A. Lee, M. Ma, 1984

$$\frac{d\rho}{d \ln L/l} = a_1(\gamma, n_v)\rho^2 + a_2(\gamma, n_v)\rho^3 + \dots$$

$$\frac{d\gamma}{d \ln L/l} = b_1(\gamma, n_v)\rho + b_2(\gamma, n_v)\rho^2 + \dots$$

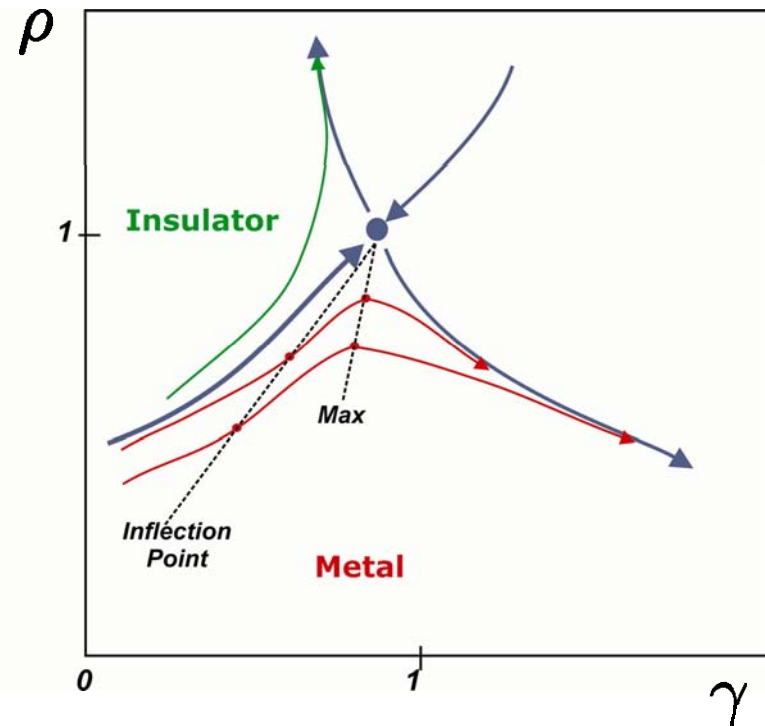
$$\frac{d \ln z}{d \ln L/l} = c_1(\gamma, n_v)\rho + c_2(\gamma, n_v)\rho^2 + \dots$$

ρ - сопротивление

γ - g-фактор

z - эффективная масса

n_v - число долин



РГ диаграмма квантового фазового перехода металл-изолятор

b_2 и c_2 сосчитаны. Например:

$$c_2 = [1 - (4n_v^2 - 1)\gamma] \left\{ 2 + \text{li}_2(1) + (4n_v^2 - 1) \left[\frac{(1 + \gamma) \ln^2(1 + \gamma)}{2\gamma} + \frac{2 + 3\gamma}{\gamma} \text{li}_2(-\gamma) + 2 \right] \right\} - 4n_v^2(4n_v^2 - 1)\gamma[\gamma - \text{li}_2(-\gamma)]$$

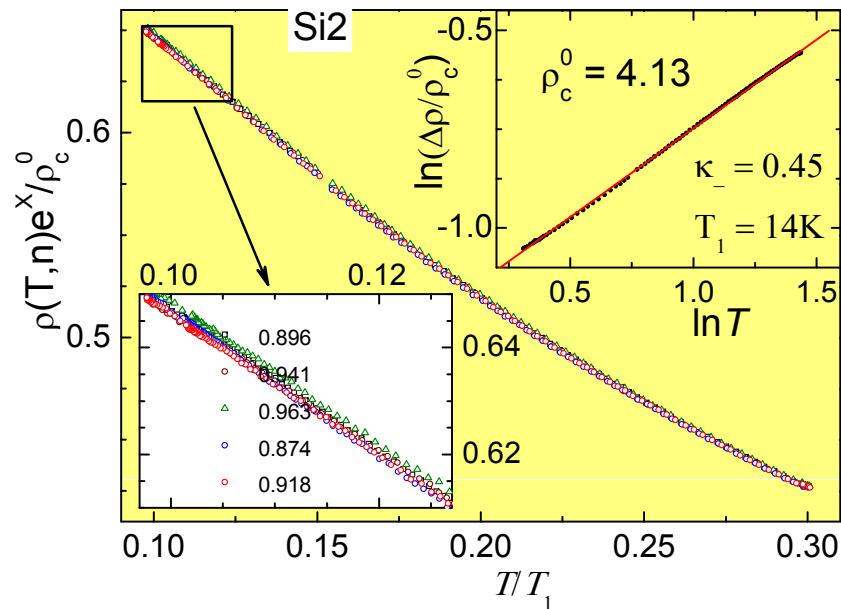
Скейлинговая зависимость

● Сопротивление вблизи перехода $|n - n_c| \ll n_c$

Критические индексы – предсказываются теорией

$$\rho(T, n) = \rho_c^0 e^{-X} (1 - Y).$$

$$X = \left(\frac{T}{T_0} \right)^{-\kappa} \frac{n - n_c}{n_c}, \quad Y = \left(\frac{T}{T_1} \right)^\zeta$$



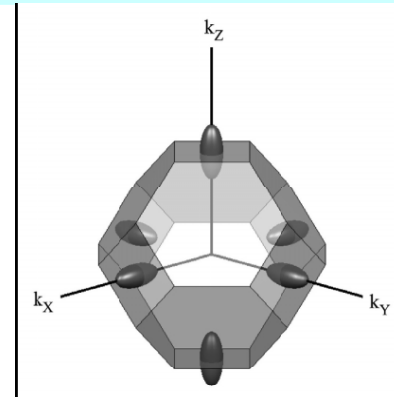
No	$n_c, 10^{11} \text{cm}^{-2}$	T_0, K	κ	T_1, K	ζ	$\rho_c, \frac{\rho_c}{h/e^2}$
Si15	0.86	12	0.82	15	0.24	4.17
Si62	0.94	22	0.74	11	0.5	5.27
Si2	0.89	16	0.73	14	0.45	4.13
Si43	0.92	32	0.61	13.5	0.79	4.14
Si6-14	1.22	26	0.66	15	0.86	2.35

Экспериментальные данные группы В.М. Пудалова (ФИАН)

Д.А. Князев, О.Е. Омеляновский, В.М. Пудалов, И.С. Бурмистров, принято к печати в Phys. Rev. Lett.

Влияние долиного расщепления на сопротивление

● Сопротивление вблизи перехода при наличии долиного расщепления Δ_v



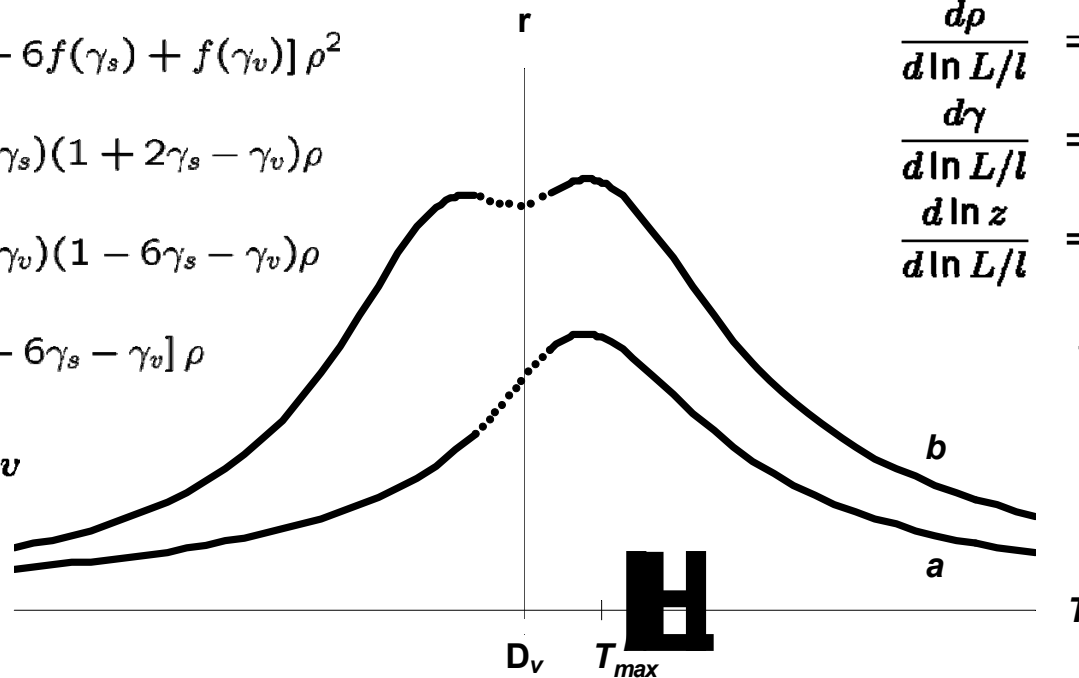
$$\frac{d\rho}{d \ln L/l} = 2[1 + 6f(\gamma_s) + f(\gamma_v)]\rho^2$$

$$\frac{d\gamma_s}{d \ln L/l} = (1 + \gamma_s)(1 + 2\gamma_s - \gamma_v)\rho$$

$$\frac{d\gamma_v}{d \ln L/l} = (1 + \gamma_v)(1 - 6\gamma_s - \gamma_v)\rho$$

$$\frac{d \ln z}{d \ln L/l} = -[1 - 6\gamma_s - \gamma_v]\rho$$

$$T \ll \Delta_v$$



$$\frac{d\rho}{d \ln L/l} = 2[1 + 15f(\gamma)]\rho^2$$

$$\frac{d\gamma}{d \ln L/l} = (1 + \gamma)^2\rho$$

$$\frac{d \ln z}{d \ln L/l} = -[1 - 15\gamma]\rho$$

$$T \gg \Delta_v$$

