

Влияние макроскопических неоднородностей на поведение сверхпроводящих пленок вблизи B_{c2} (численное моделирование)

П. Н. Кропотин
А. Ю. Миронов
Т. И. Батурина



Институт Физики Полупроводников СО РАН

XI-я Конференция молодых ученых
«Проблемы физики твердого тела и высоких давлений»

Double reentrant superconductor-insulator transition in thin TiN films

N. Hadacek, M. Sanquer, and J.-C. Villegier

CEA-DSM-DRFMC-SPSMS, CEA-Grenoble, 17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex, France

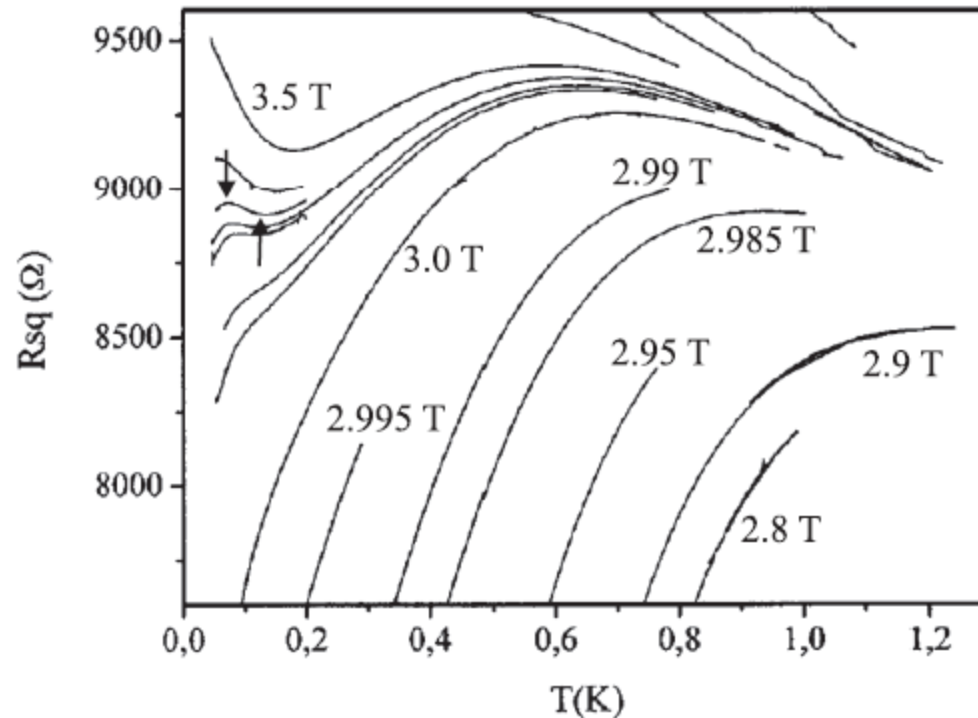


FIG. 5. Top: Resistance per square versus temperature for various perpendicular magnetic fields for the TiN NH63 sample (detail of Fig. 4, top). From bottom to top the magnetic field is 0, 0.6, 1.0, 1.3, 1.4, 1.5, 1.57, 1.60, 1.615, 1.625, 1.635, 1.64, 1.645, 1.65, 1.7, 1.8, 1.9, 2.4 T.

ОБЗОРЫ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

Квантовый фазовый переход сверхпроводник – изолятор

В.Ф. Гантмахер, В.Т. Долгополов

Воспроизводимость и происхождение двойного возвратного перехода, наблюдавшегося в некоторых плёнках TiN в работе [113], пока неясны

Неоднородность по толщине, как результат магнетронного напыления

VOLUME 93, NUMBER 21

PHYSICAL REVIEW LETTERS

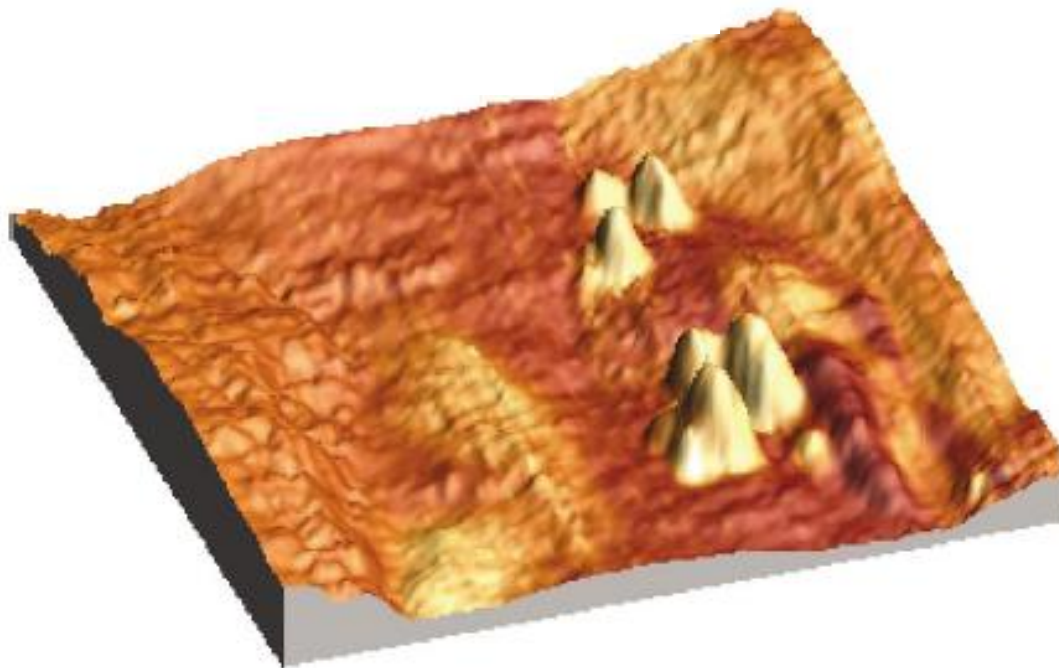
week ending
19 NOVEMBER 2004

Anomalous Proximity Effect in an Inhomogeneous Disordered Superconductor

W. Escoffier, C. Chapelier, N. Hadacek, and J.-C. Villégier

CEA-DSM-DRFMC-SPSMS, CEA Grenoble, 17 rue des Martyrs, 38054 Grenoble Cedex 9, France

STM, участок
размером
 250×250 нм²
пленки TiN,
полученной
методом
магнетронного
напыления.
Толщина пленки
100 нм,
максимальная
амплитуда по
высоте 2 нм.



Сверхпроводящие флуктуации при низких температурах вблизи B_{c2}

Theory

V. M. Galitski, A. I. Larkin, PRB 63, 174506 (2001)

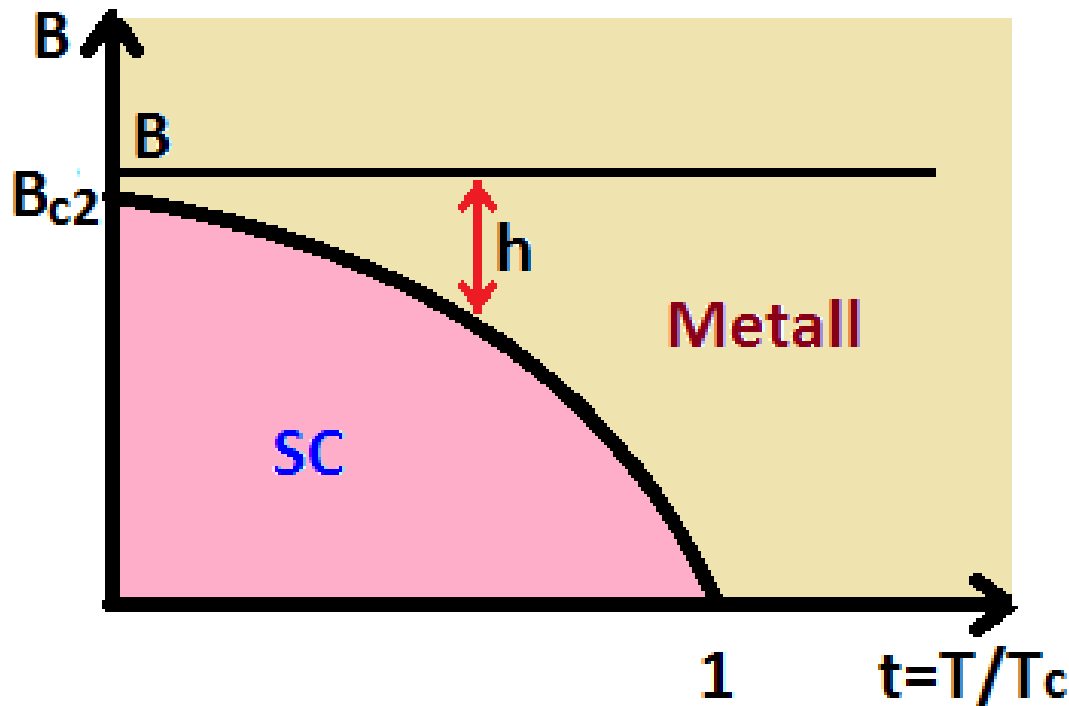
$$\frac{\Delta G}{G_{00}} = \frac{4}{3} \left[-\ln \frac{r}{h} - \frac{3}{2r} + \psi(r) + 4(r\psi'(r) - 1) \right]$$

$$G_{00} = e^2 / (2\pi^2 \hbar), \gamma = 1.781$$

$$t = \frac{T}{T_c}$$

$$h = \frac{(B - B_{c2}(t))}{B_{c2}(0)}$$

$$r = \frac{1}{2\gamma} \frac{h}{t}$$

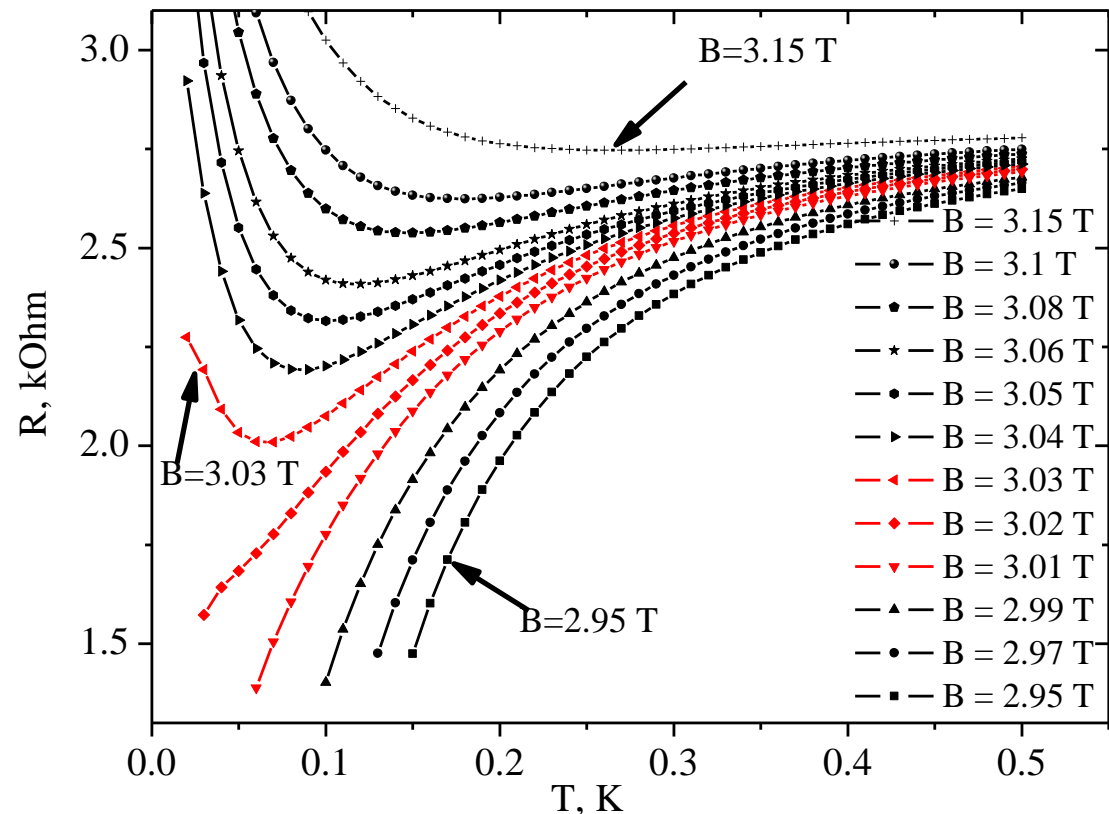
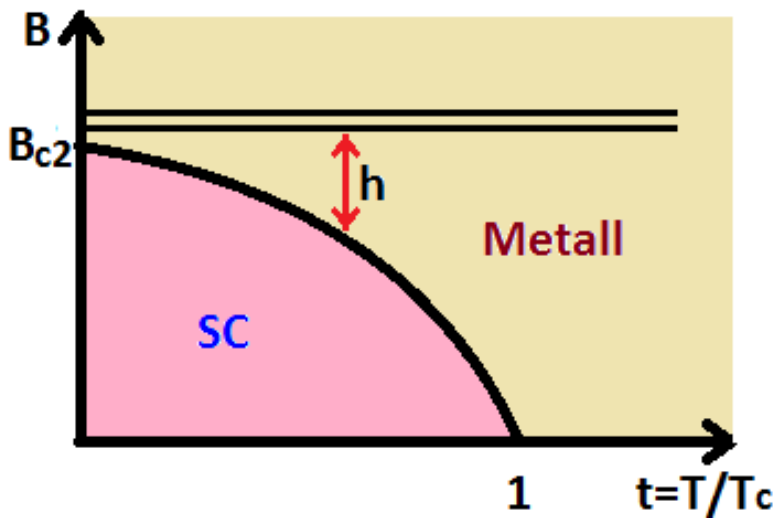


Сверхпроводящие флуктуации при низких температурах вблизи B_{c2}

Theory

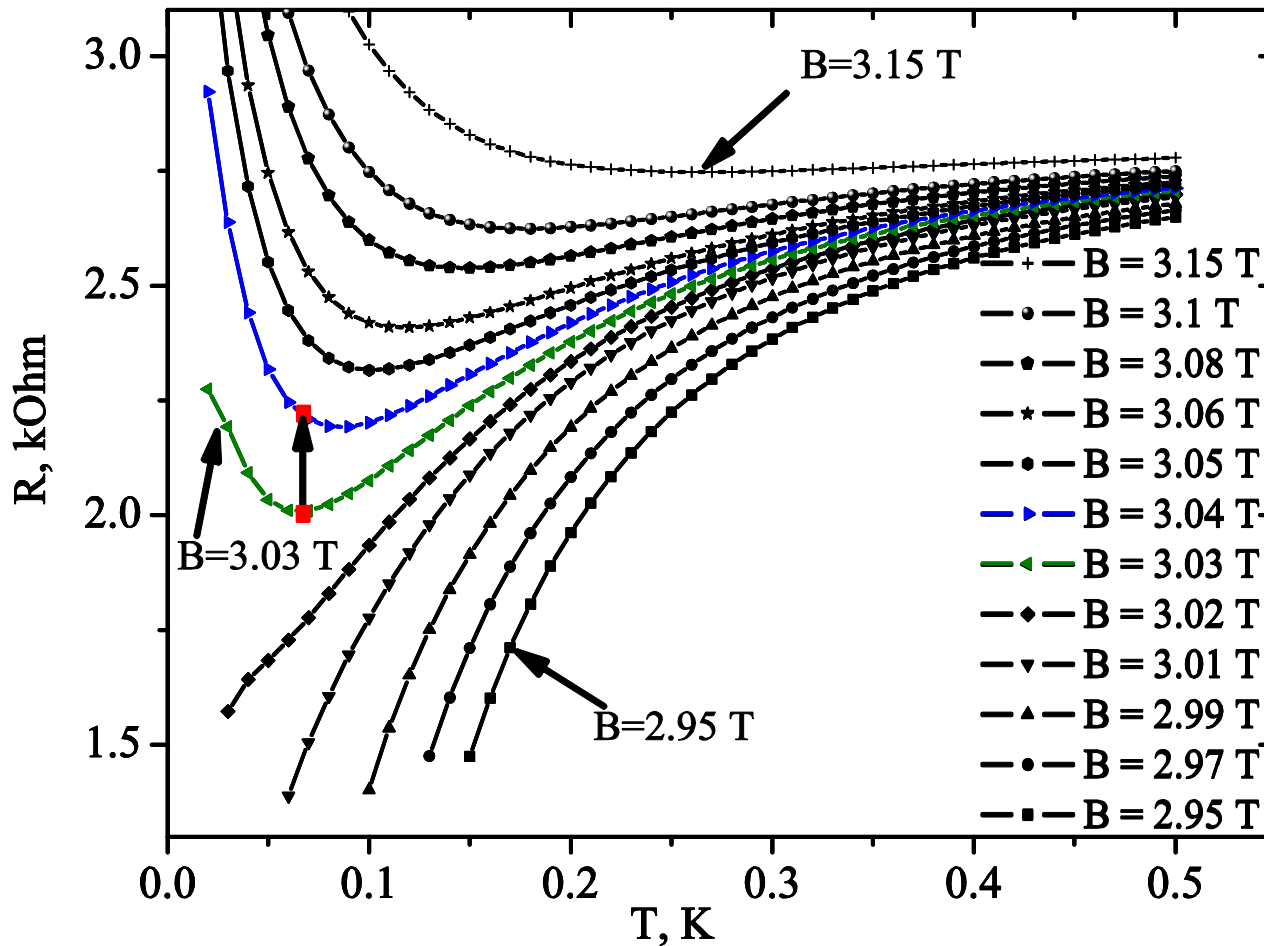
V. M. Galitski, A. I. Larkin, PRB 63, 174506 (2001)

$$\frac{\Delta G}{G_{00}} = \frac{4}{3} \left[-\ln \frac{r}{h} - \frac{3}{2r} + \psi(r) + 4(r\psi'(r) - 1) \right]$$



Сверхпроводящие флуктуации при низких температурах вблизи B_{c2}

!!! Зависимости являются немонотонными вблизи B_{c2} !!!

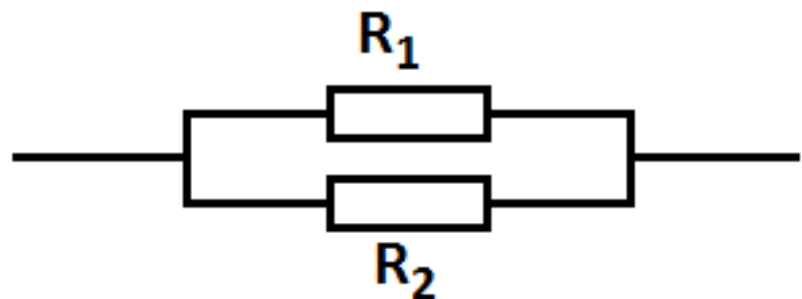


!!! достаточно
изменения
магнитного
поля на долю
процента !!!

3.04 Тл \rightarrow 2.2 кОм
3.03 Тл \rightarrow 2 кОм

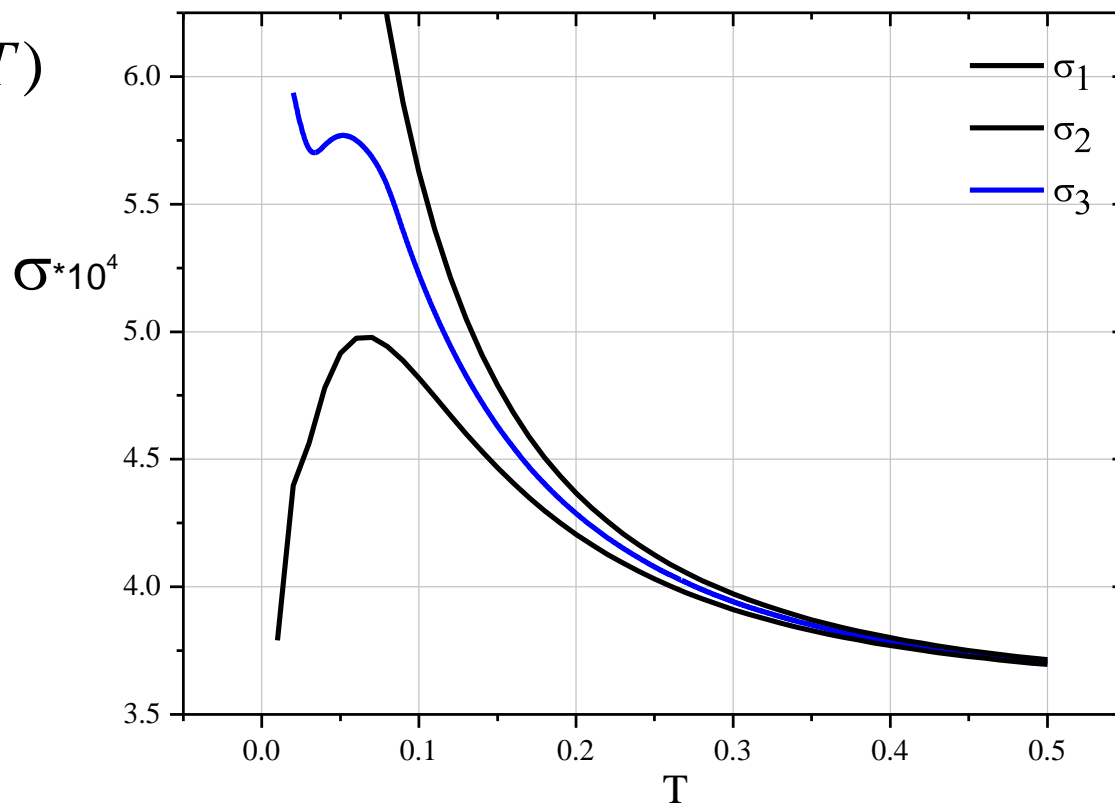
0.33% \rightarrow 10%

Интересное предположение



$$\Rightarrow B_{c2}^1, B_{c2}^2; T_c^1, T_c^2$$

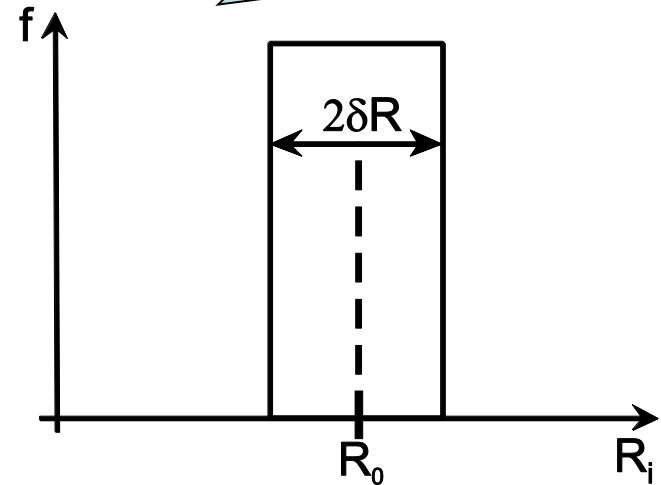
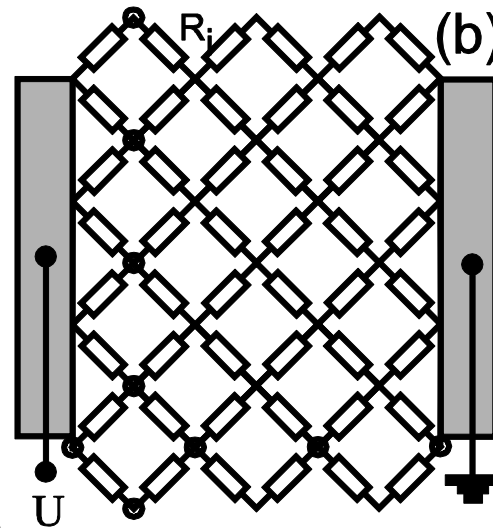
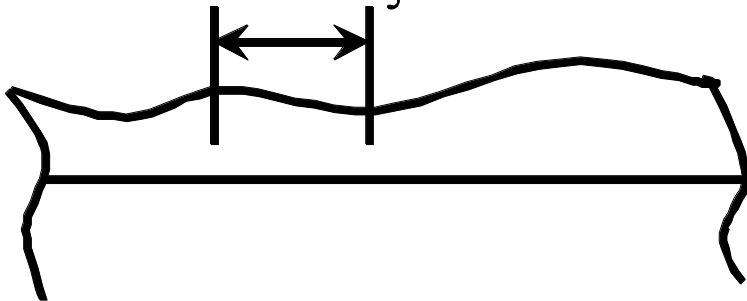
$$(\sigma_1(T) + \sigma_2(T)) / 2 = \sigma_3(T)$$



Модель макроскопически неоднородной двумерной системы

L – характерный масштаб
неоднородности толщины.
 l – длина свободного пробега
 ξ – сверхпроводящая длина
когерентности

$$L \gg \xi \gg l$$



Зависимость критической температуры от сопротивления

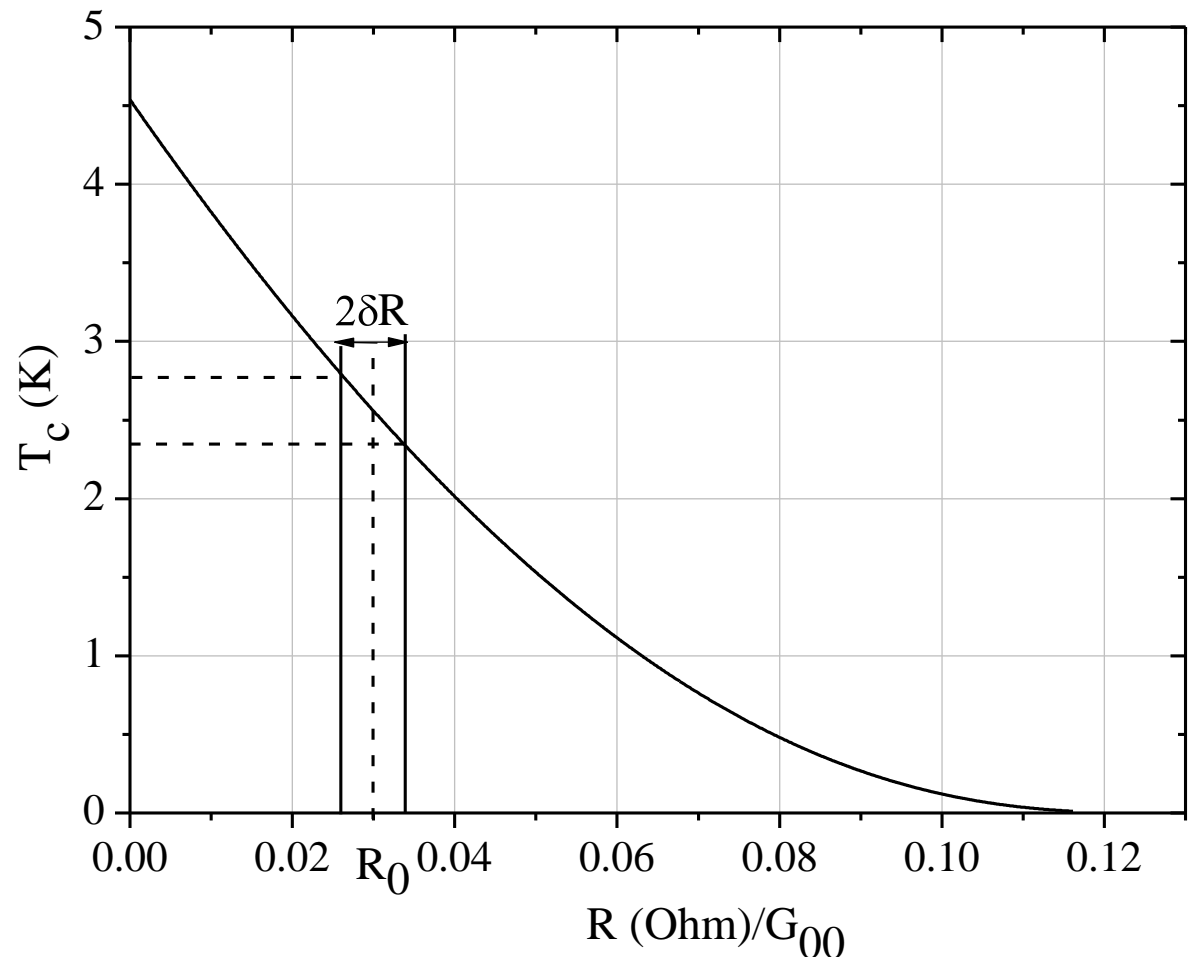
$$\ln \left(\frac{T_c}{T_{c0}} \right) = \frac{1}{|\gamma|} - \frac{1}{\sqrt{2}r} \ln \left(\frac{-r/4 - \sqrt{r/2}}{\gamma - r/4 + \sqrt{r/2}} \right)$$

$$r = G_{00} \cdot R$$

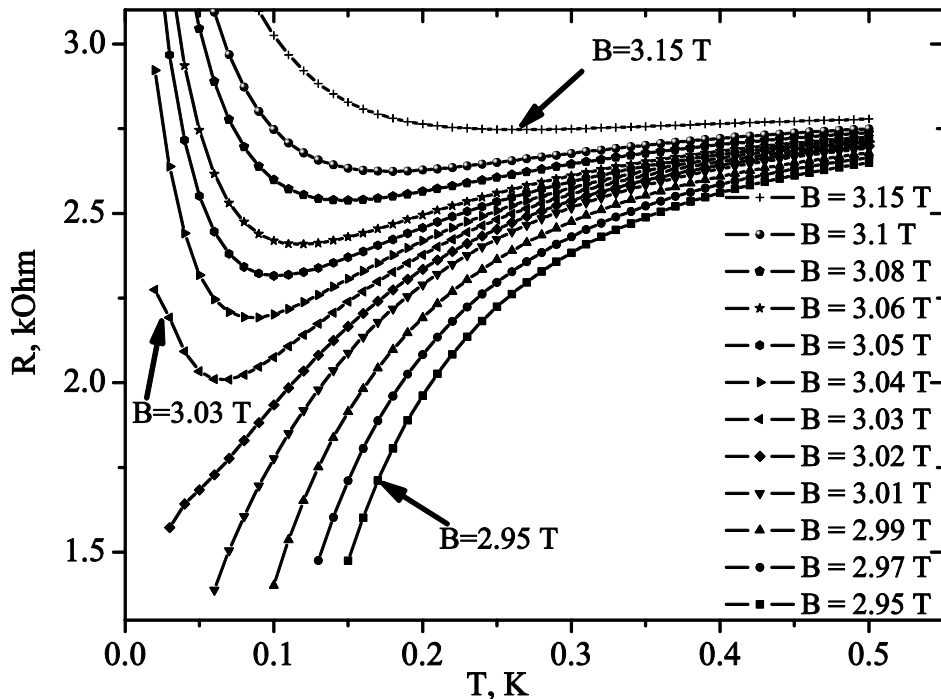
$$G_{00} = e^2 / (\pi^2 \hbar)$$

$$\gamma = 1 / \ln (T_{c0} \tau / \hbar)$$

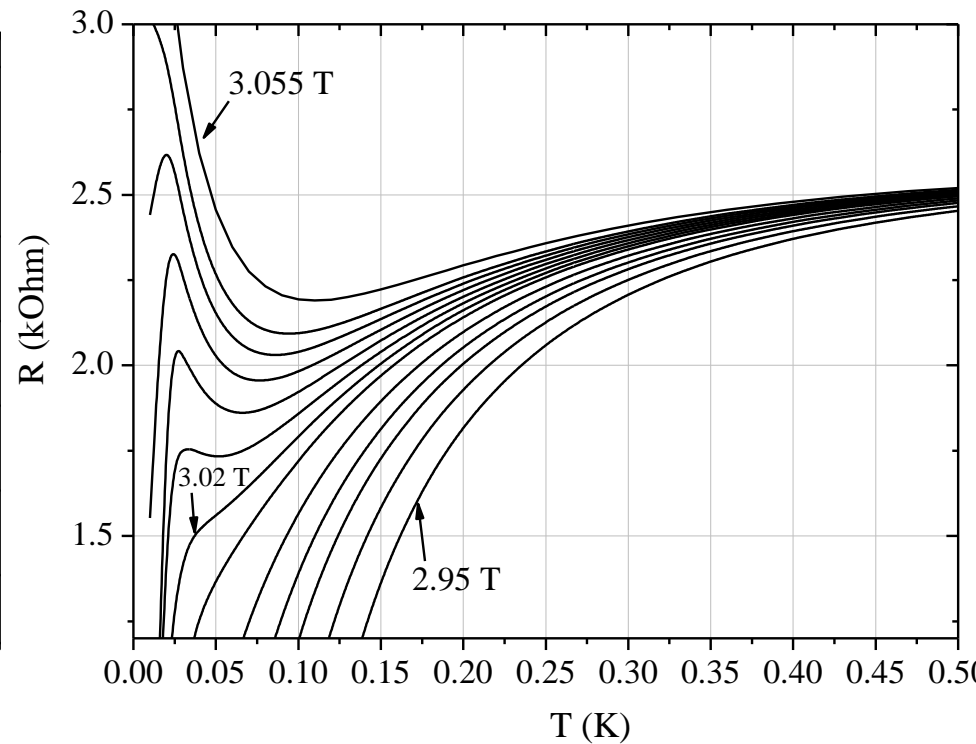
$$\frac{T_c}{B_{c2}} \propto D$$



Двойной возвратный переход



$$\delta R / R = 0$$



$$\delta R / R = 0.02$$

Для сеток размером 100x100 показано, что при возникновении разброса в равномерном распределении сопротивления, зависимость полного сопротивления сетки от температуры приобретает немонотонный характер, называемый двойным возвратным переходом.

ОБЗОРЫ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

Квантовый фазовый переход сверхпроводник – изолятор

В.Ф. Гантмахер, В.Т. Долгополов

Воспроизводимость и происхождение двойного возвратного перехода, наблюдавшегося в некоторых плёнках TiN в работе [113], пока неясны