

# 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

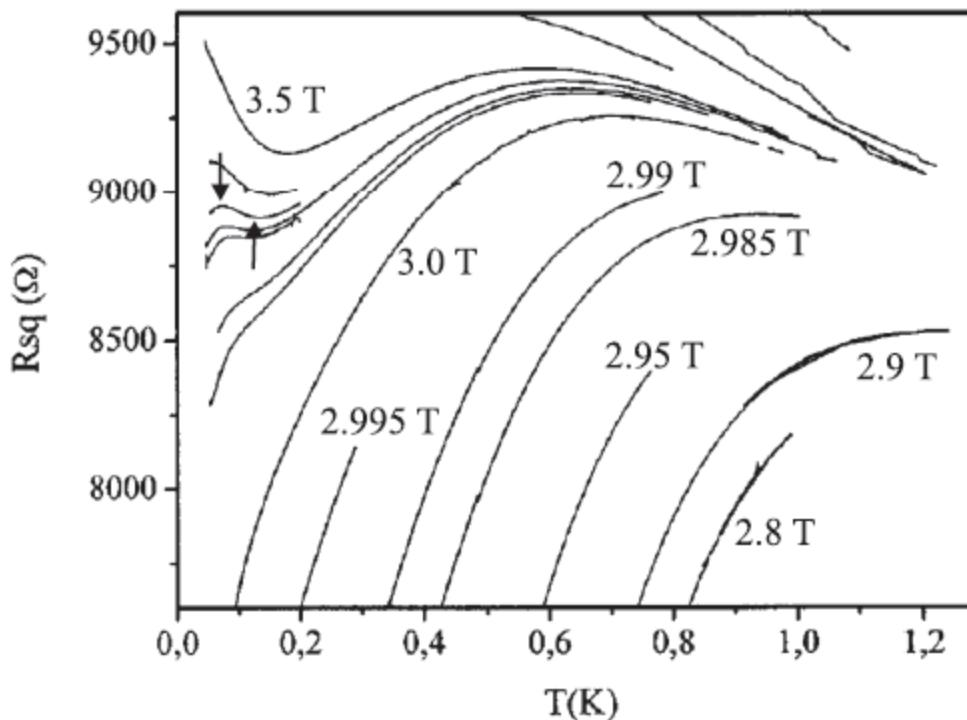


FIG. 5. Top: Resistance per square versus temperature for various perpendicular magnetic fields for the TiN NH63 sample (detail of Fig. 4, top). From bottom to top the magnetic field is 0, 0.6, 1.0, 1.3, 1.4, 1.5, 1.57, 1.60, 1.615, 1.625, 1.635, 1.64, 1.645, 1.65, 1.7, 1.8, 1.9, 2.4 T.

ОБЗОРЫ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

**Квантовый фазовый переход сверхпроводник – изолятор**

В.Ф. Гантмахер, В.Т. Долгополов

Воспроизведи-  
мость 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

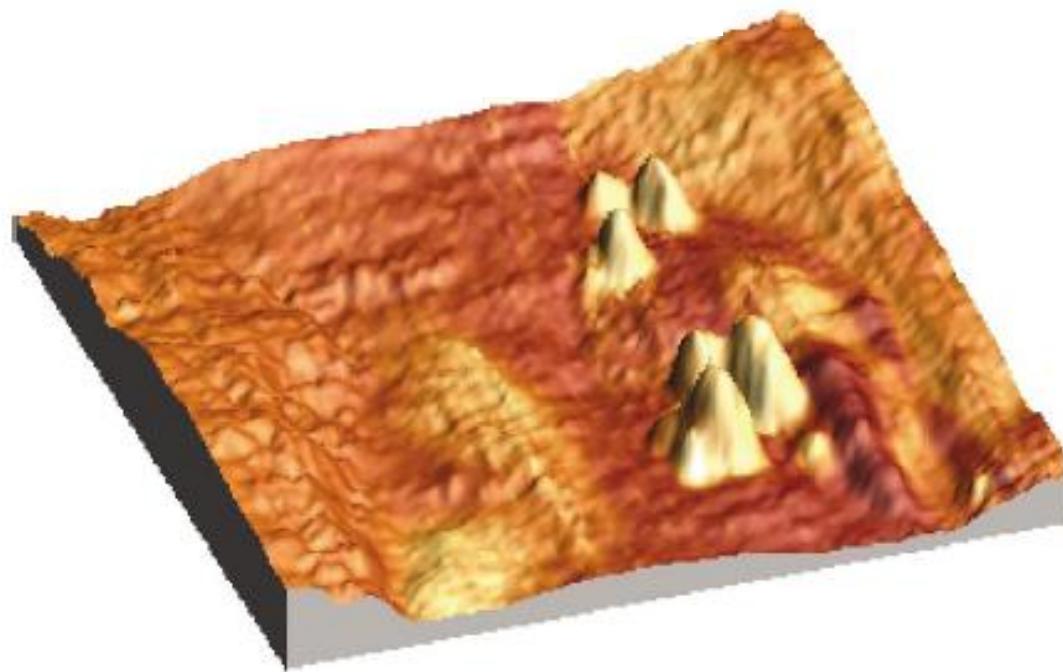
week ending  
19 NOVEMBER 2004

## 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  
250x250 нм<sup>2</sup>  
пленки TiN,  
полученной  
методом  
магнетронного  
напыления.  
Толщина пленки  
100 нм,  
максимальная  
амплитуда по  
высоте 2 нм.



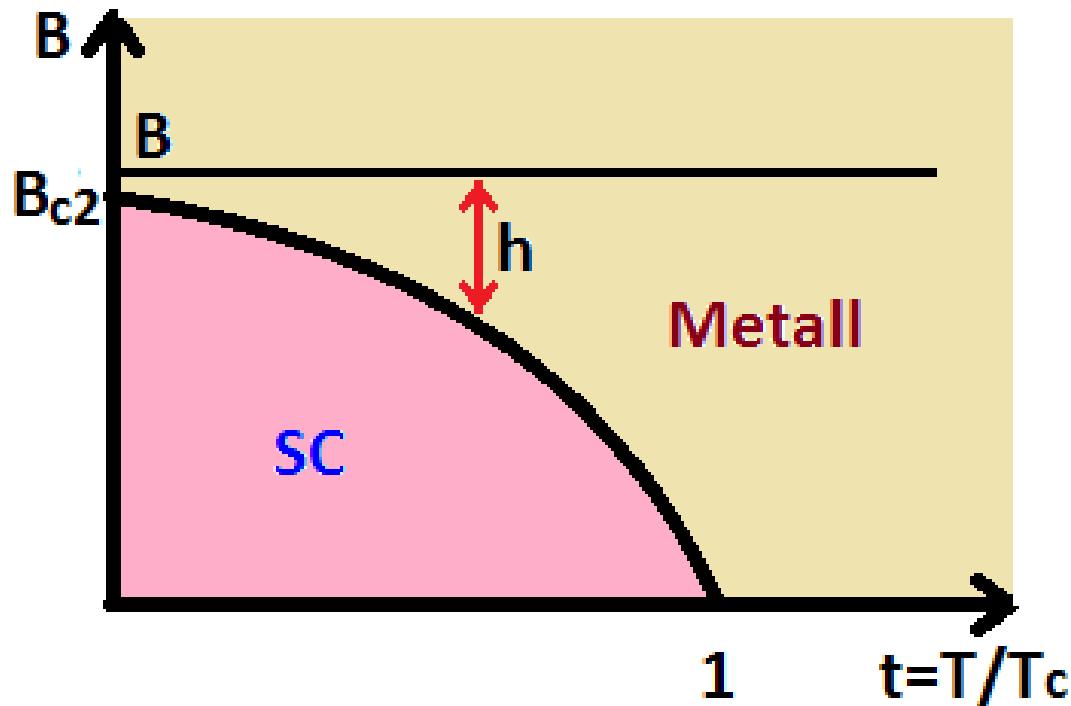
# Сверхпроводящие флюктуации при низких температурах вблизи $B_{c2}$

Theory

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

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

$$G_{00} = e^2 / (4\pi^2 \hbar), \gamma = 1.781$$



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

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

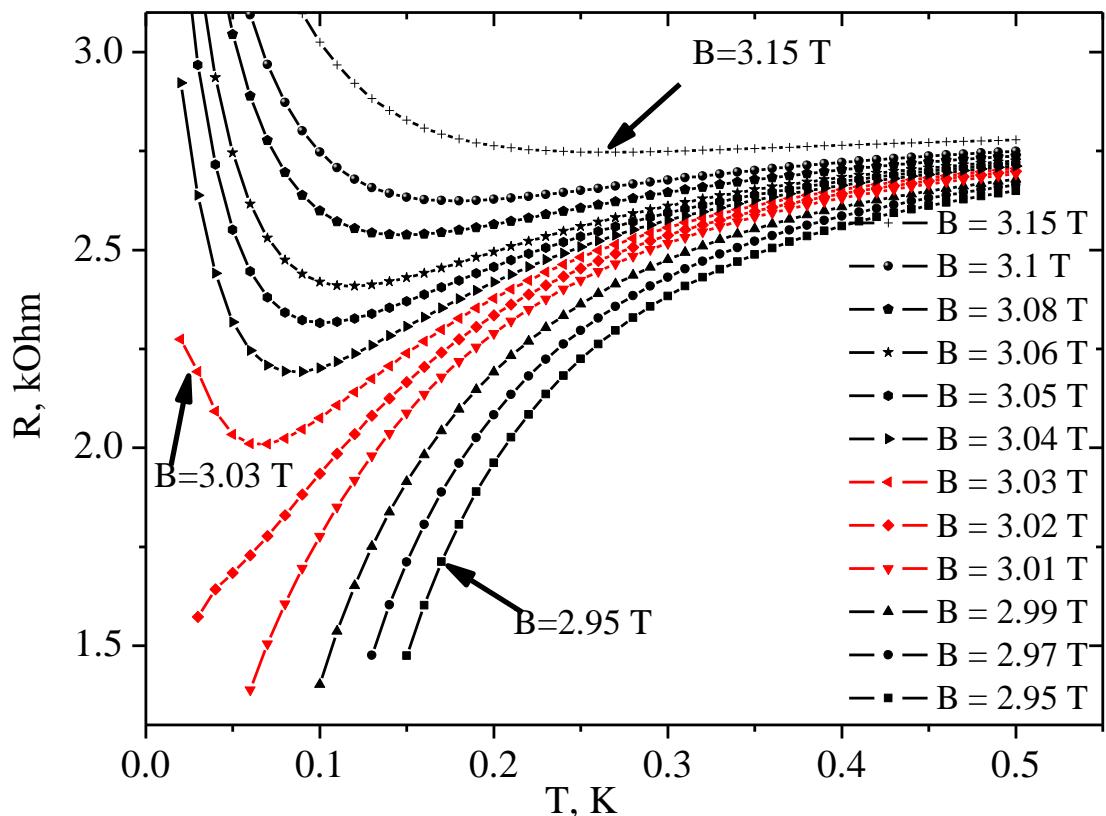
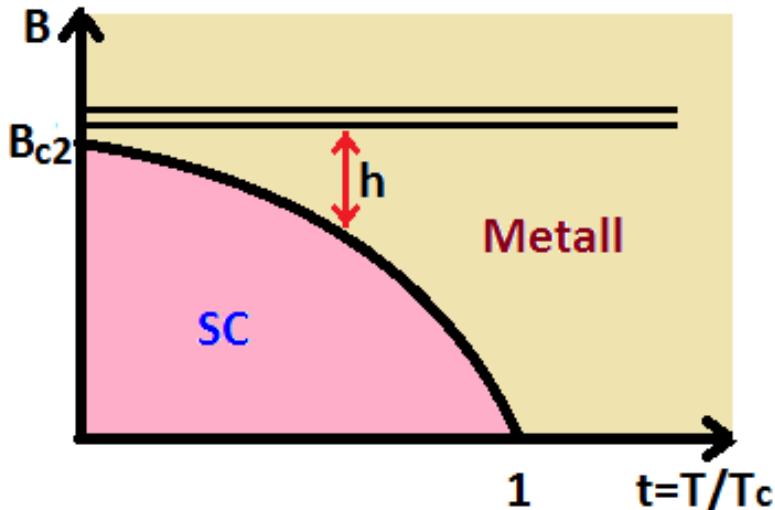
$$r = \frac{1}{2\gamma} \frac{h}{t}$$

# Сверхпроводящие флюктуации при низких температурах вблизи $B_{c2}$

Theory

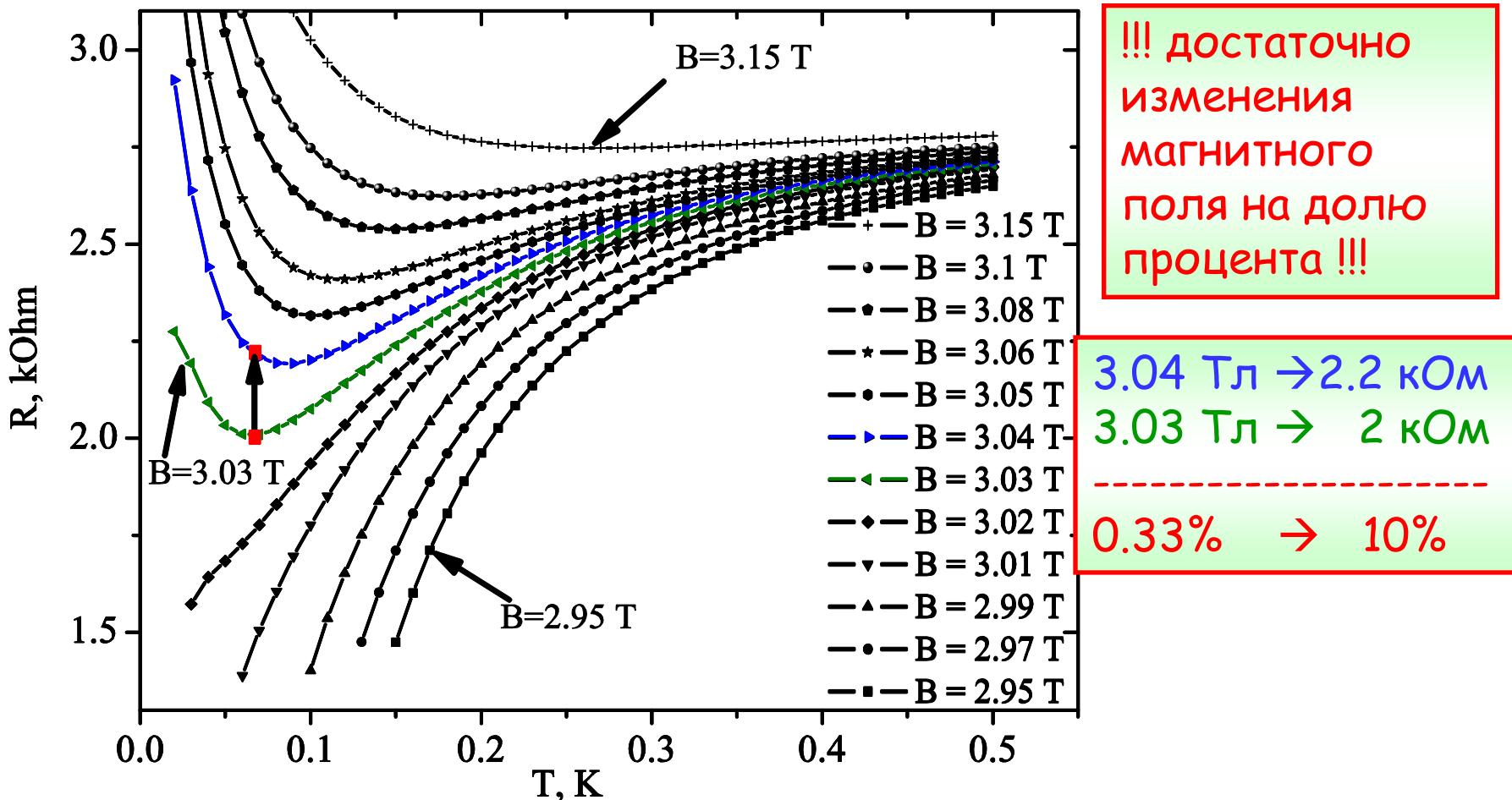
V. M. Galitski, A. I. Larkin, PRB 63, 174506 (2001)

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

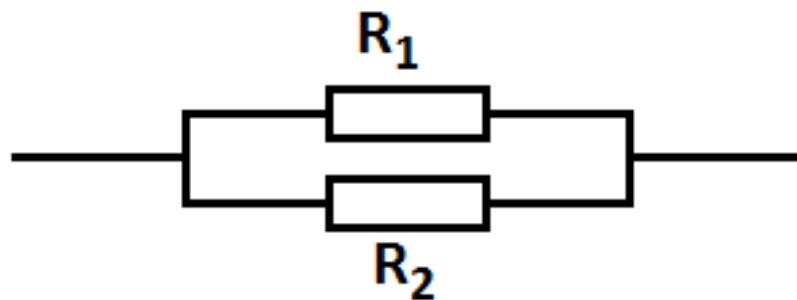


# Сверхпроводящие флюктуации при низких температурах вблизи $B_{c2}$

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

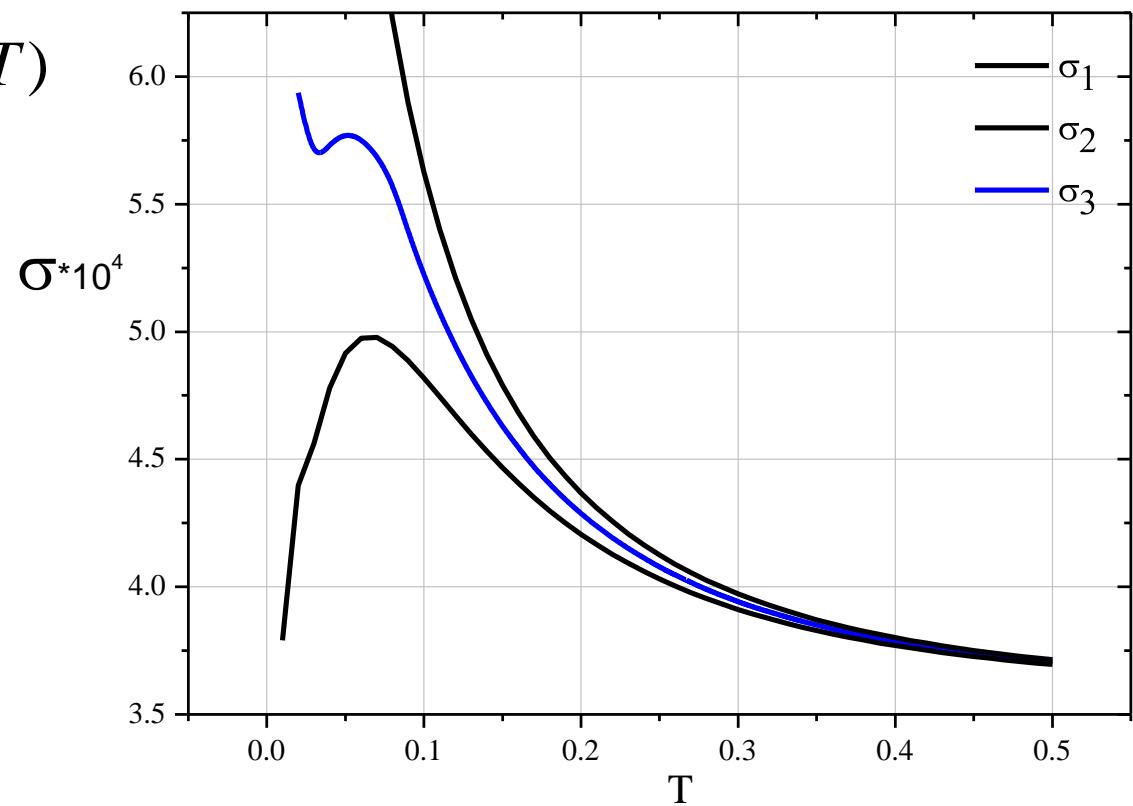


# Интересное предположение



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

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

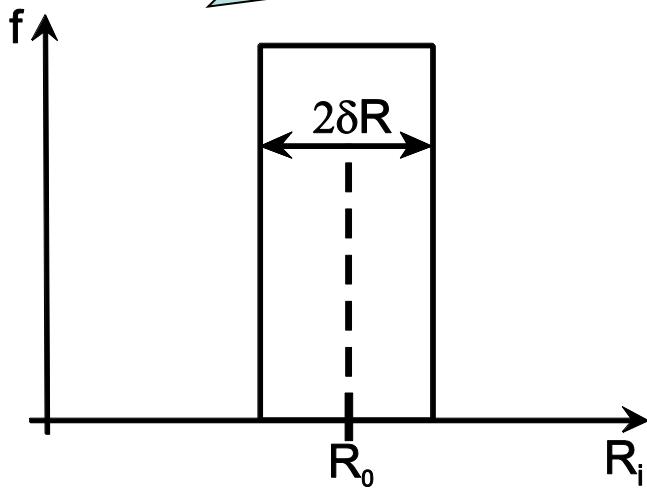
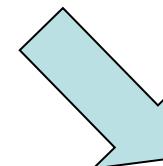
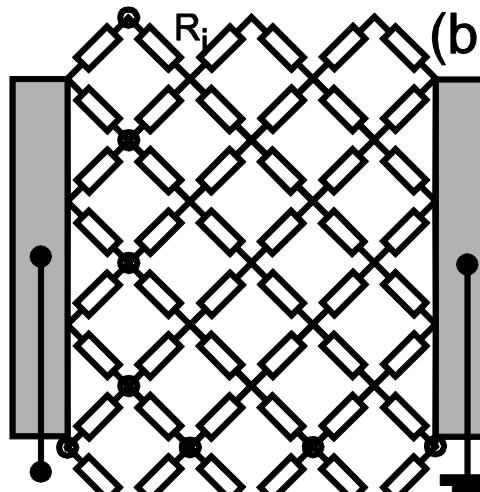
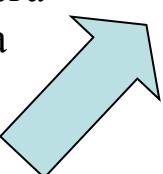


# Модель макроскопически неоднородной двумерной системы

$L$  – характерный масштаб неоднородности толщины.

$l$  – длина свободного пробега

$\xi$  - сверхпроводящая длина когерентности



# Зависимость критической температуры от сопротивления

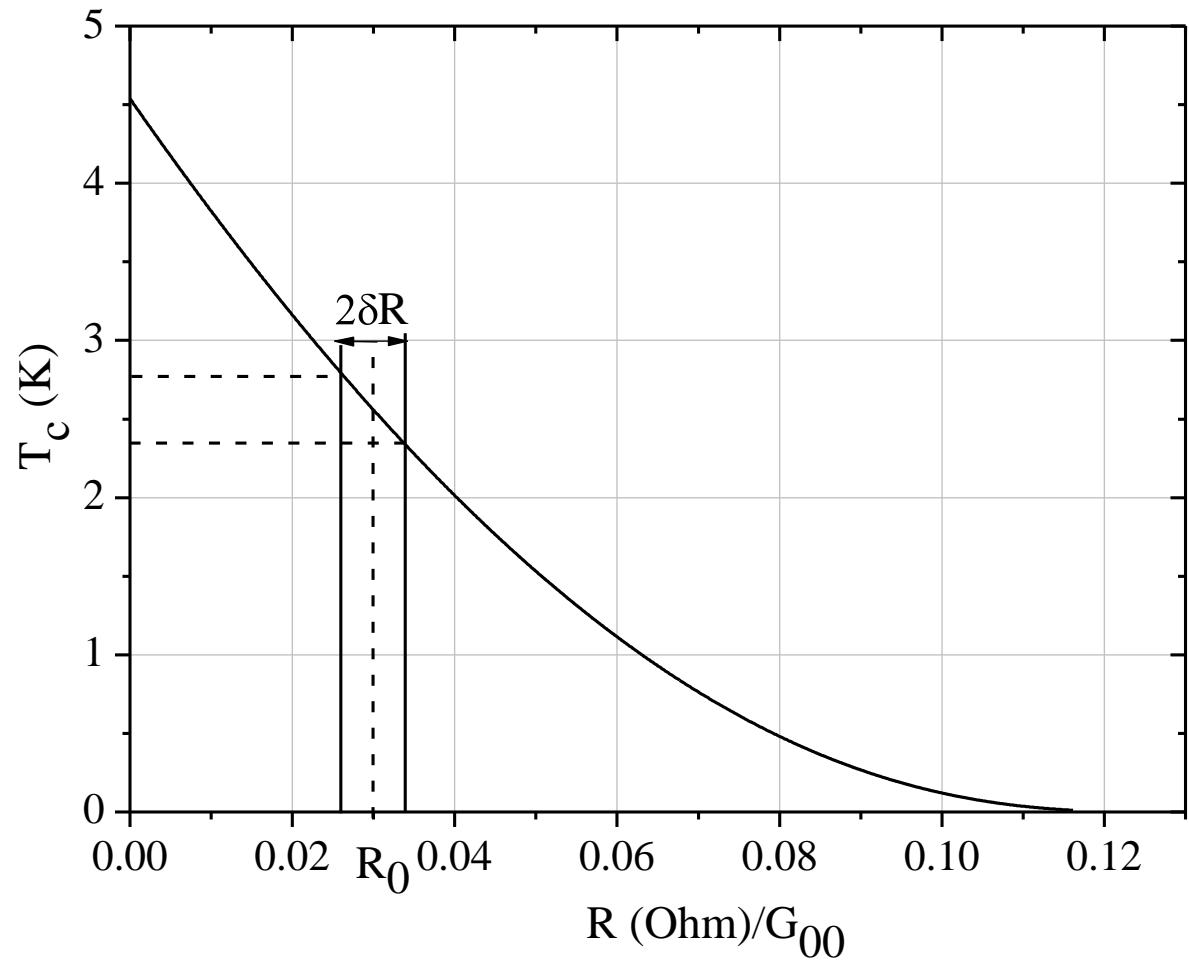
$$\ln \left( \frac{T_c}{T_{c0}} \right) = \frac{1}{|\gamma|} - \frac{1}{\sqrt{2r}} \ln \left( \frac{-r/4 - \sqrt{r/2}}{\gamma - r/4 + \sqrt{r/2}} \right)$$

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

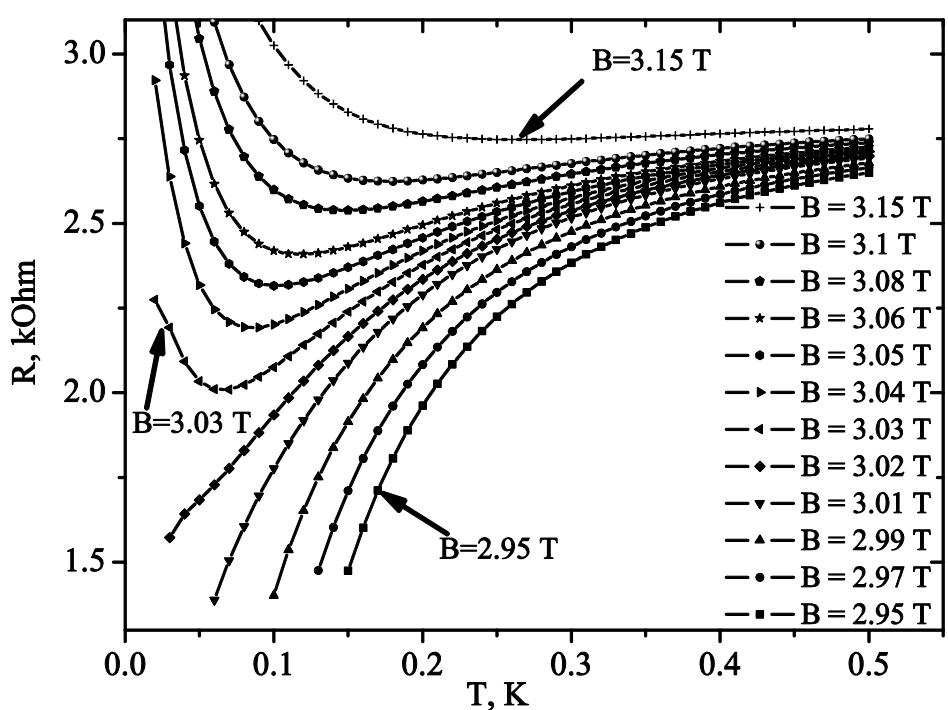
$$G_{00} = e^2 / (4\pi^2 \hbar)$$

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

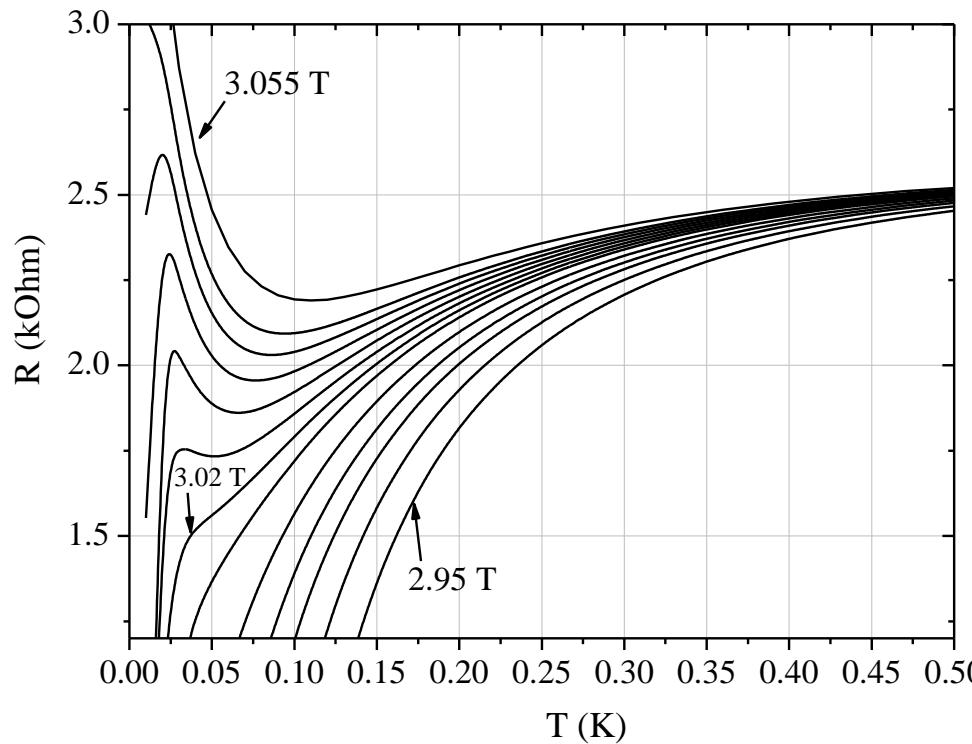
$$\frac{T_c}{B_{c2}} \propto D$$



# Двойной возвратный переход



$$\delta R / R = 0$$



$$\delta R / R = 0.02$$

Для сеток размером  $100 \times 100$  показано, что при возникновении разброса в равнораспределении 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

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