

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

И.Ф. им. Л.Д. Ландау РАН

И.Ф. им. Л.Д. Ландау РАН

Лебедев В.В.



25.02.15

ВЫПИСКА

из протокола заседания сектора «Электронные и оптические свойства твердых тел»
Института теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН
Заключение о диссертации Григорьева П.Д. «Особенности магнитосопротивления в
слоистых квазидвумерных проводниках» по месту её выполнения.

СЛУШАЛИ: Доклад Григорьева П.Д. по диссертации «Особенности магнитосопротивления в слоистых квазидвумерных проводниках», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

ПОСТАНОВИЛИ: Принять следующее заключение о диссертации Григорьева П.Д. по диссертации «Особенности магнитосопротивления в слоистых квазидвумерных проводниках».

В диссертационной работе Григорьева П.Д. изучается ряд явлений

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, приложений и списка литературы; содержит 290 страниц, 59 рисунков и 352 пункта цитированной литературы.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы основные цели исследования, аргументирована научная новизна, показана практическая значимость полученных результатов, сформулированы основные результаты работы.

В первой главе диссертации теоретически показано, что для сильно-анизотропных слоистых проводников $\tau\omega$ -приближение неприменимо. Из-за этого возникает ряд качественных особенностей магнитосопротивления в квазидвумерных слоистых металлах, таких как, например, сильное продольное межслоевое магнитосопротивление, противоречащее теории в $\tau\omega$ -приближении.

Во второй главе построена теория магнитных квантовых осцилляций магнитосопротивления в сильно анизотропных квазидвумерных слоистых металлах, которая в отличие от традиционных и более ранних исследований

учитывает, что интеграл межслоевого перескока электронов может быть того же порядка величины, что и расстояние между уровнями Ландау. В результате, предсказаны и исследованы новые качественные особенности магнитных квантовых осцилляций магнитосопротивления в сильно анизотропных квазидвумерных металлах, такие как медленные осцилляции магнитосопротивления и сдвиг фазы биений.

В третьей главе получены новые результаты по теории угловых осцилляций магнитосопротивления. В разделе 3.2 получены новые полезные формулы в рамках стандартной теории магнитосопротивления, а в разделе изучены пределы, когда стандартная теория не применима. В частности, в разделе 3.3 изучено влияние продольного межслоевого магнитосопротивления из главы 1 на угловую зависимость магнитосопротивления. Также исследованы несколько незонных (или "некогерентных") механизмов межслоевой проводимости, и их проявление в угловой зависимости магнитосопротивления.

В четвертой главе исследовано влияние волн зарядовой или спиновой плотности на электронную проводимость и магнитосопротивление. В разделе 4.2 исследована микроскопическая структура и фазовая диаграмма волны зарядовой плотности в сильном магнитном поле, которое из-за Зеемановского расщепления нарушает условие нестинга для одной из спиновых компонент электронов. В разделе 4.3 исследована возможность, микроскопическая структура и фазовая диаграмма неоднородной волны зарядовой или спиновой плотности при неидеальном нестинге, так называемой солитонной фазы. В разделах 4.4 и 4.5 исследованы электронная проводимость и магнитосопротивление в металлических состояниях с волной плотности, оставляющей часть электронов на уровне Ферми.

В пятой главе исследовано образование и свойства сверхпроводимости в состоянии с волной зарядовой или спиновой плотности. Изучено, как меняются температура перехода и сверхпроводящие свойства на фоне волны плотности. В частности, показано, что волна плотности не обязательно экспоненциально уменьшает температуру сверхпроводящего перехода, как это следовало бы из наивных рассуждений, учитывающих только образование щели волны плотности. Иногда напротив, волна плотности может повысить температуру сверхпроводящего перехода, как это наблюдается в нескольких органических металлах, где имеется возможность подавить волну плотности повышением внешнего давления. Теоретически показано, что верхнее критическое поле сверхпроводимости на фоне волны плотности может возрастать в несколько раз, даже если температура сверхпроводящего перехода на фоне волны плотности падает. Это связано с изменением закона дисперсии электронов на фоне волны плотности.

Проведено детальное сравнение всех перечисленных выше теоретических результатов с экспериментом.

Основные результаты диссертации изложены в 22 работах, 8 из которых выполнены без соавторов:

1. P.D. Grigoriev, "Weakly incoherent regime of interlayer conductivity in magnetic field", Phys. Rev. B **83**, 245129 (2011).
2. P. D. Grigoriev, "Monotonic growth of interlayer magnetoresistance in strong magnetic field in very anisotropic layered metals", JETP Lett. **94**, 47 (2011).

3. A.D. Grigoriev and P.D. Grigoriev, Crossover from the weak to strong-field behavior of the longitudinal interlayer magnetoresistance in quasi-two-dimensional conductors, *Физика низких температур* 40(4), 472 (2014).
4. P. D. Grigoriev, Longitudinal interlayer magnetoresistance in quasi-two-dimensional metals, *Phys. Rev. B* **88**, 054415 (2013).
5. P. D. Grigoriev, M. V. Kartsovnik, W. Biberacher, «Magnetic-field-induced dimensional crossover in the organic metal α -(BEDT-TTF)₂KHg(SCN)₄», *Phys. Rev. B* **86**, 165125 (2012).
6. A.M. Dyugaev, P.D. Grigor'ev, Yu.N. Ovchinnikov, «Point impurities remove degeneracy of the Landau levels in a two-dimensional electron gas», *JETP Letters* **78** (3), 148 (2003).
7. A.M. Dyugaev and P. D. Grigoriev, «The Ground State of Two-Dimensional Electrons in a Nonuniform Magnetic Field», *JETP* **102**, 69 (2006).
8. P.D. Grigoriev, «Theory of the Shubnikov-de Haas effect in quasi-two-dimensional metals», *Phys. Rev. B* **67**, 144401 (2003).
9. P.D. Grigoriev, M.V. Kartsovnik, W. Biberacher, N.D. Kushch, P. Wyder, «Anomalous beating phase of the oscillating interlayer magnetoresistance in layered metals», *Phys. Rev. B* **65**, 60403(R) (2002).
10. M.V. Kartsovnik, P.D. Grigoriev, W. Biberacher, N.D. Kushch, P. Wyder, «Slow oscillations of magnetoresistance in quasi-two-dimensional metals», *Phys. Rev. Lett.* **89**, 126802 (2002).
11. P.D. Grigoriev, «The influence of the chemical potential oscillations on the de Haas - van Alphen effect in quasi-two-dimensional compounds», *JETP*, **92**, 1090 (2001).
12. P. D. Grigoriev, Angular dependence of the Fermi surface cross-section area and magnetoresistance in quasi-two-dimensional metals, *Phys. Rev. B* **81**, 205122 (2010).
13. M. V. Kartsovnik, P. D. Grigoriev, W. Biberacher, and N. D. Kushch, "Magnetic field induced coherence-incoherence crossover in the interlayer conductivity of a layered organic metal", *Phys. Rev. B* **79**, 165120 (2009).
14. P.D. Grigoriev and D.S. Lyubshin, «Phase diagram and structure of the charge-density-wave state in a high magnetic field in quasi-one-dimensional materials: A mean-field approach», *Phys. Rev. B* **72**, 195106 (2005).
15. L.P. Gor'kov, P.D. Grigoriev, «Soliton phase near antiferromagnetic quantum critical point in Q1D conductors», *Europhysics Letters* **71**, 425 (2005).
16. A.A. Sinchenko, P.D. Grigoriev, P. Lejay, P. Monceau, «Spontaneous Breaking of Isotropy Observed in the Electronic Transport of Rare-Earth Tritellurides», *Phys. Rev. Lett.* **112**, 036601 (2014).
17. P.D. Grigoriev, S.S. Kostenko, "Conductivity anisotropy helps to reveal the microscopic structure of a density wave at imperfect nesting", *Physica B* 460, 26 (2015);
18. M.V. Kartsovnik, V.N. Zverev, D.Andres, W.Biberacher, T.Helm, P.D. Grigoriev, R.Ramazashvili, N.D. Kushch, H.Muller, "Magnetic quantum oscillations in the charge-density-wave state of the organic metals alpha (BEDT-TTF)2MHg(SCN)4 with M = K and Tl", *Физика низких температур* 40(4), 484-491 (2014).
19. L.P. Gor'kov, P.D. Grigoriev, «Antiferromagnetism and hot spots in CeIn3», *Phys. Rev. B* **73**, 060401(R) (2006).
20. L.P. Gor'kov, P.D. Grigoriev, « Nature of superconducting state in the new phase in (TMTSF)2PF6 under pressure», *Phys. Rev. B* **75**, 020507 (2007).
21. P.D. Grigoriev, "Properties of superconductivity on the density wave background with small ungapped Fermi surface pockets", *Phys. Rev. B* **77**, 224508 (2008).
22. P.D. Grigoriev, «Superconductivity on the density wave background with soliton-wall structure», *Physica B* **404**(3-4), 513 (2009);

Результаты, изложенные в диссертации, были представлены: на многих международных конференциях, среди которых, например,

Advanced Research Workshop: Recent Trends in Theory of Physical Phenomena in High Magnetic Fields, Physics School Center in Les Houches, France, February 25 - March 1, 2002; Российско-Израильская международная конференция "Frontiers in Condensed Matter Physics", 2004; Ежегодная конференция американского физического общества по физике твердого тела (APS March meeting 2005, Los Angeles); Международная конференция SIXTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CRYSTALLINE ORGANIC METALS, SUPERCONDUCTORS, AND FERROMAGNETS, Key West, Florida, September 11-16, 2005; Ежегодная конференция американского физического общества по физике твердого тела (APS March meeting 2006, Baltimore); ECRYS 2008 (Electronic crystals), Cargese, Corsica, 24-30 августа 2008; COFUS08, Dresden 30.06.2008-14.07.2008; 2-я и 3-я международные конференции по сверхпроводимости и магнетизму (International Conference on Superconductivity and Magnetism ICSM), Анталия, Турция, 25-30 апреля 2010 и Стамбул 29 апреля – 3 мая 2012; Международная конференция «Физические явления в сильных магнитных полях» (PPHMF-VII), 4- 8 декабря 2010, г. Таллахасси, США; A.V. Migdal Memorial Conference "Advances in Theoretical Physics", Черногловка 25-26/06/2011; Международная конференция ECRYS-2011, Каржез, Франция, 15-27 августа 2011; Международная конференция ECRYS-2014, Каржез, Франция, 11-23 августа 2014;

на различных всероссийских конференциях, среди которых

Ежегодные конференции по программе "Сильнокоррелированные электронные системы и квантовые критические явления", г. Троицк, Московская. обл.;

Регулярные всероссийские конференции молодых ученых "Проблемы физики твердого тела и высоких давлений" (сентябрь 2008, 2010, 2012 и 2014г.);

Ежегодные конференции «Landau Days», г. Черногловка, Московская. обл.;

а также на многочисленных научных семинарах Национального Научного центра Франции в г. Гренобль, Орсе (Paris Sud), Тулуза; Института Теоретической Физики им. Л. Д. Ландау РАН (г. Черногловка); Института физики низких температур им. Вальтера Мейснера (Гархинг, Германия) и других международных университетов или научных институтов Франции, Германии, США, России.

Опубликованные по теме диссертации работы в достаточной мере отражают ее содержание. Объем и уровень проведенного исследования, а также новизна и актуальность полученных результатов, свидетельствуют о том, что диссертация Григорьева П.Д. удовлетворяет всем требованиям ВАК, а её автор заслуживает присвоения ученой степени доктора физико-математических наук.

На основании вышеизложенного сектор «Электронные и оптические свойства твердых тел» ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН рекомендует диссертацию Григорьева П.Д. «Особенности магнитосопротивления в слоистых квазидвумерных проводниках» к публичной защите по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Зав.сектора

«Электронные и оптические свойства твердых тел»

ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН,

д.ф.-м.н.

Юрий Николаевич Овчинников



«25» февр. 2015г.