

Заявка на участие в конкурсе проекта 1.3.1 фонда «Физика».

1. Название базовой кафедры	Кафедра физики низких температур ФОПФ МФТИ (Институт физических проблем им. П.Л.Капицы РАН)
2. Аннотация курса	<p>Семестровый курс «Физика низкоразмерных систем», читает В.Н.Глазков.</p> <p>Курс направлен на изложение основных представлений физики низкоразмерных систем и демонстрацию наиболее ярких примеров из этой области физики. Основными темами курса являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. обзор общих термодинамических свойств низкоразмерных систем (неустойчивость одно и двумерных кристаллов, неустойчивость концепции ферми-жидкости в одномерной ферми-системе с взаимодействием); 2. рассмотрение специфичных для низкоразмерных систем фазовых переходов (таких как пайерлсовский переход в одномерных металлах или переход Березинского-Костерлица-Таулеса); 3. некоторые вопросы физики двумерных и одномерных электронных систем (электроны над поверхностью криогенных жидкостей и полупроводниковых структур, квантование одномерной проводимости, квантовый эффект Холла); 4. низкоразмерные спиновые системы, их примеры и аналогии в других областях физики (точно решаемые одномерная и двумерная модель Изинга, решение задачи о спиновой цепочке в XY-модели и в гейзенберговской модели, спиновые системы с необычной геометрией обменных связей). <p>Детальная программа курса прилагается.</p>
3. Положение курса в учебном плане	Объем по учебному плану кафедры 68 часов, курс входит в программу подготовки магистров (осенний семестр 5 курса) с 2012-2013 учебного года. Программа курса на сайте кафедры http://www.kapitza.ras.ru/chair/glaz9.html
4. Презентации лекций курса	Доступны на сайте В.Н.Глазкова http://www.kapitza.ras.ru/people/glazkov/mipt5.html
5. Цели курса, его современность, место в учебном процессе.	<p>Цель лекционного курса – ознакомить студентов с общим состоянием дел в физике низкоразмерных систем и, в частности, с темами, исследования по которым проводятся в ИФП.</p> <p>Современность курса обуславливается большим вниманием к различным системам с пониженной размерностью со стороны как теоретиков, так и экспериментаторов. Такие системы привлекают внимание относительной простотой получения точных или численных результатов, допускающих экспериментальную проверку. При этом в низкоразмерных системах возникают и новые явления (наиболее известным из которых является квантовый эффект Холла в двумерных электронных системах), демонстрирующие новую физику и иногда приводящие к интересным практическим приложениям. Низкоразмерные спиновые системы, которым</p>

	<p>посвящена заметная часть курса, также активно изучаются в настоящее время. Особенностью этих систем является наличие большого спектра возможностей устройства межспиновых взаимодействий в реальных кристаллах (от изинговских магнетиков до гейзенберговских систем с нетривиальной геометрией обменных связей), что позволяет реализовывать на базе этих систем различные теоретические модели.</p> <p>В ходе изучения курса студенты знакомятся с различными явлениями из области физики низкоразмерных систем, рассматривают несколько точно решаемых моделей, знакомятся с большим количеством экспериментальных данных. Описание этих явлений позволяет активно использовать уже имеющиеся у студентов знания и навыки.</p>
6. Список рекомендуемой литературы	Отдельного списка нет. По окончании курса студенты получают электронный конспект лекций, содержащий список использованной при подготовке литературы из (на декабрь 2014 года) 100 элементов.
7. Материалы, используемые в ходе преподавания	задачи для экзамена за всё время чтения курса доступны на сайте В.Н.Глазкова http://www.kapitza.ras.ru/people/glazkov/mipt5.html
8. CV лектора	<p>В.Н Глазков родился 24 октября 1975 года. Окончил МФТИ в 1998 году, окончил аспирантуру ИФП РАН в 2003 году. Защитил кандидатскую диссертацию по теме «Экспериментальное исследование спин-пайерлсовского магнетика с дефектами» в 2003 году. В 2004-2005 году работал на постдок-позиции в СЕА-Grenoble (Гренобль, Франция). С 2005 года в ИФП РАН, в настоящее время с.н.с.</p> <p>Область профессиональных интересов: экспериментальная физика, физика низких температур, магнетизм, низкоразмерные и фрустрированные магнетики. Соавтор 49 научных статей и более 50 докладов на научных конференциях (список публикаций за 10 лет прилагается).</p> <p>Преподавательская деятельность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 2002-2012 год: лекции по общей физике (термодинамика, атомная физика, оптика, астрономия) в Московском институте открытого образования (в рамках программы второго высшего образования для учителей физики московских школ) – 2012 – по наст.время: лекционные курсы «Физика низкоразмерных систем» и «Спектроскопия конденсированных сред» на базовой кафедре физики низких температур ФОПФ МФТИ – 2013 – по наст.время: семинары и лабораторные работы по общей физике на кафедре общей физики МФТИ – руководство бакалаврскими (защищено 2 работы) и магистерскими (защищена 1 работа) работами студентов МФТИ. <p>Контактные данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> – e-mail: glazkov@kapitza.ras.ru – тел. 8-909-6986658 – http://www.kapitza.ras.ru/people/glazkov/Welcome.html
9. Планируемая	2015 г.: доработка курса, подбор материала для семинарских занятий

деятельность по улучшению курса в 2015-16 гг.	и задач для экзамена; 2016 г.: подготовка к печати методического пособия по курсу.

Приложение №1 к заявке на конкурс проекта 1.3.1 фонда «Физика».

Аннотация курса.

Семестровый курс «Физика низкоразмерных систем», читает В.Н.Глазков.

Курс направлен на изложение основных представлений физики низкоразмерных систем и демонстрацию наиболее ярких примеров из этой области физики. Основными темами курса являются:

- обзор общих термодинамических свойств низкоразмерных систем (неустойчивость одно и двумерных кристаллов, неустойчивость концепции ферми-жидкости в одномерной ферми-системе с взаимодействием);
- рассмотрение специфичных для низкоразмерных систем фазовых переходов (таких как пайерлсовский переход в одномерных металлах или переход Березинского-Костерлица-Таулеса);
- некоторые вопросы физики двумерных и одномерных электронных систем (электроны над поверхностью криогенных жидкостей и полупроводниковых структур, квантование одномерной проводимости, квантовый эффект Холла);
- низкоразмерные спиновые системы, их примеры и аналогии в других областях физики (точно решаемые одномерная и двумерная модель Изинга, решение задачи о спиновой цепочке в XY-модели и в гейзенберговской модели, спиновые системы с необычной геометрией обменных связей).

Программа курса.

1. Особенности физики низкоразмерных систем: отсутствие дальнего порядка в одно- и двумерных кристаллах с линейным спектром возбуждений, отсутствие бозе-конденсации в двумерном случае, неустойчивость одномерной системы взаимодействующих фермионов.
2. Одномерная модель Изинга. Свободная энергия и корреляционная функция. Элементарное возбуждение одномерной модели Изинга. Двумерная модель Изинга на квадратной решётке. Свободная энергия двумерной модели Изинга. Элементарное возбуждение двумерной модели Изинга.
3. Фазовый переход в двумерной модели Изинга. Поведение параметра порядка и теплоёмкости при фазовом переходе в двумерной модели Изинга. Двумерная модель Изинга с разными параметрами взаимодействия (без вывода). Изменение температуры упорядочения при переходе к квази-одномерному случаю.
4. Применение метода Монте-Карло к двумерной модели Изинга. Примеры изинговских систем: отображение задачи о газе на решётке на изинговский гамильтониан, примеры изинговских магнетиков в одно- и двумерном случае и экспериментальные результаты. "Спиновый лёд" как пример необычных свойств изинговского ферромагнетика в трёхмерном случае.
5. Переход Березинского-Костерлица-Таулеса. Вихри в XY-магнетике. Сверхтекучесть тонких плёнок гелия.
6. Одномерные электронные системы. Квантование проводимости в одномерных проводниках. Пайерлсовская неустойчивость в одномерном металле. Аномалия

- Кона. Примеры квазиодномерных металлов, демонстрирующих пайерлсовский переход.
7. Двумерные электронные системы. Двумерный электронный газ в полупроводниковых структурах. Двумерный электронный газ над поверхностью гелия. Состояние вигнеровского кристалла в двумерном электронном газе. Низкоразмерный электронный газ в графене и нанотрубках. Спектр электронов в графене.
 8. Двумерный электронный газ в магнитном поле. Целочисленный квантовый эффект Холла.
 9. Цепочка спинов $S=1/2$ в XXZ модели. Основное состояние и спектр возбуждений для цепочки с изинговским гамильтонианом.
 10. Цепочка спинов $S=1/2$ в XY модели. Основное состояние и спектр возбуждений для цепочки с XY-гамильтонианом. Фермионное представление возбуждений в спиновой цепочке.
 11. Гейзенберговская цепочка спинов $S=1/2$. Построение волновой функции основного состояния (анзац Бете), энергия основного состояния и спектр возбуждений (без строгого вывода).
 12. Гейзенберговская цепочка спинов $S=1/2$ в магнитном поле, кривые восприимчивости и намагничивания. Примеры экспериментальных исследований гейзенберговских цепочек спинов $S=1/2$.
 13. Цепочки спинов $S=1/2$ с различными геометриями обменных связей. Димеризованная цепочка и спин-пайерлсовский переход. Цепочка с взаимодействием соседей, следующих за ближайшими.
 14. Цепочка спинов $S=1$. Гипотеза Халдейна и её экспериментальная проверка.
 15. Роль анизотропных взаимодействий в низкоразмерных системах. Дефекты в низкоразмерных магнетиках.

Приложение №2 к заявке на конкурс проекта 1.3.1 фонда «Физика».

Список публикаций В.Н.Глазкова за 2005-2014 годы.

1. V.N. Glazkov, G. Skoblin, D. Huvonen, T.S. Yankova, A. Zheludev, "Formation of gapless triplets in the bond-doped spin-gap antiferromagnet $(C_4H_{12}N_2)(Cu_2Cl_6)$ ", Journ.Phys.:Cond.Matter **26**, 486002 (2014) (arXiv:1401.4665)
2. A.A. Bush, N. Buettgen, A.A. Gippius, V.N. Glazkov, W. Kraetschmer, L.A. Prozorova, L.E. Svistov, A.M. Vasiliev, A. Zheludev, "Magnetic structure of the frustrated $S=1/2$ chain magnet $LiCu_2O_2$ doped with nonmagnetic Zn", Physical Review B **88**, 104411 (2013) (arXiv:1304.4728)
3. A.Yaouanc, P.D. de Reotier, P. Bonville, J.A. Hodges, V. Glazkov, L. Keller, V. Sikolenko, M. Bartkowiak, A. Amato, C. Baines, P.J.C. King, P.C.M. Gubbens, A. Forget, "Dynamical splayed ferromagnetic ground state in the quantum spin ice $Yb_2Sn_2O_7$ ", Physical Review Letters **110**, 127207 (2013)
4. V. N. Glazkov, F. Casola, H.-R. Ott, T. Shiroka, "Phase diagram of low-dimensional antiferromagnets with competing order parameters: A Landau-theory approach", Physical Review B **87**, 054427 (2013) (arXiv:1209.4216)
5. T.Shiroka, F.Casola, V.Glazkov, A.Zheludev, A.Revcolevschi, G.Dhalenne, K.Prsa,H.-R.Ott and J.Mesot, "Experimental investigation of the low-temperature features of a random Heisenberg spin chain", Journal of Physics: Conference Series **400**, 032089 (2012)
6. F. Casola, T. Shiroka, V. Glazkov, A. Feiguin, G. Dhalenne, A. Revcolevschi, A. Zheludev, H.-R. Ott, J. Mesot, "Dimensional crossover of spin chains in a transverse staggered field: an NMR study", Physical Review B **86**, 165111 (2012) (arXiv:1207.1073)
7. O. A. Petrenko, M. R. Lees, G. Balakrishnan, V. N. Glazkov, S. S. Sosin, "Novel magnetic phases in a $Gd_2Ti_2O_7$ pyrochlore for a field applied along the $[100]$ axis", Physical Review B **85**, 180412(R) (2012) (arXiv:1203.6326)
8. V. N. Glazkov, T. S. Yankova, J. Sichelschmidt, D. Huvonen, A. Zheludev, "Electron spin resonance study of anisotropic interactions in a two-dimensional spin gap magnet PHCC", Physical Review B **85**, 054415 (2012) (arXiv:1111.3223)
9. I.A. Zaliznyak, Z. J. Xu, J. S. Wen, J. M. Tranquada, G. D. Gu, V. Solovyov, V. N. Glazkov, A. I. Zheludev, V. O. Garlea, M. B. Stone, "Continuous magnetic and structural phase transitions in $Fe_{1+y}Te$ ", Physical Review B **85**, 085105 (2012) (arXiv:1108.5968)
10. A. Bush, V. N. Glazkov, M. Hagiwara, T. Kashiwagi, S. Kimura, K. Omura, L. A. Prozorova, L. E. Svistov, A. M. Vasiliev, A. Zheludev, "Magnetic phase diagram of the frustrated $S=1/2$ chain magnet $LiCu_2O_2$.", Physical Review B **85**, 054421 (2012) (arXiv:1112.4971)
11. A.Yaouanc, P.Dalmas de Reotier, C.Marin, and V.Glazkov, "Single-crystal versus polycrystalline samples of magnetically frustrated $Yb_2Ti_2O_7$: Specific heat results", Physical Review B **84**, 172408 (2011)
12. T.Shiroka, F.Casola, V.Glazkov, A.Zheludev, K.Prsa, H.-R.Ott, J.Mesot, "Distribution of NMR relaxations in a random Heisenberg chain.", Physical Review Letters **106**, 137202 (2011) (arXiv:1012.0731)
13. V.N.Glazkov, G.Dhalenne, A.Revcolevschi, A.Zheludev, "Multiple spin-flop phase diagram of $BaCu_2Si_2O_7$.", Journ.Phys.:Cond.Matter **23**, 086003 (2011) (arXiv:1012.1702)
14. V.N.Glazkov, A.I.Smirnov, A.Zheludev, B.C.Sales, "Modes of magnetic resonance of the $S=1$ dimer chain compound NTENP.", Physical Review B **82**, 184406 (2010) (arXiv:1011.5742)

15. A.I.Smirnov, S.S. Sosin, V.N. Glazkov, O.A. Petrenko, G. Balakrishnan, M.E. Zhitomirsky, "Low-frequency spin dynamics of the frustrated pyrochlore magnet $Gd_2Ti_2O_7$ ", Journal of Physics: Conference Series **150**, 042188 (2009)
16. S.A.Zvyagin, J.Wosnitza, A.K.Kolezhuk, V.S.Zapf, M.Jaime, A.Paduan-Filho, V.N.Glazkov, S.S.Sosin, A.I.Smirnov, "Low-energy excitations in DTN below T_c : ESR studies.", Journal of Physics: Conference Series **150**, 042244 (2009)
17. V.N.Glazkov, A.M.Farutin, V.Tsurkan, H-A. Krug von Nidda and A.Loidl, "Evidence for orthorhombic distortion in the ordered state of $ZnCr_2O_4$: A magnetic resonance study", Physical Review B **79**, 024431 (2009) (arXiv:0807.0546)
18. V.N.Glazkov, A.M.Farutin, V.Tsurkan, H-A. Krug von Nidda and A.Loidl, "Spin dynamics of the ordered phase of the frustrated antiferromagnet $ZnCr_2O_4$: A magnetic resonance study.", Journal of Physics: Conference Series **145**, 012030 (2009)
19. S.A.Zvyagin, J.Wosnitza, A.K.Kolezhuk, V.S.Zapf, M.Jaime, A.Paduan-Filho, V.N.Glazkov, S.S.Sosin, and A.I.Smirnov, "Spin dynamics of $NiCl_2-4SC(NH_2)_2$ in the field-induced ordered phase.", Physical Review B **77**, 092413 (2008) (arXiv:0802.0352)
20. A.I.Smirnov, V.N.Glazkov, T.Kashiwagi, S.Kimura, M.Hagiwara, K. Kindo, A.Ya.Shapiro, and L.N.Demianets, "Triplet spin resonance of the Haldane magnet $PbNi_2V_2O_8$ with interchain coupling.", Physical Review B **77**, 100401(R) (2008) (arXiv:0708.1904)
21. А.И.Смирнов, В.Н.Глазков, "Мезоскопические спиновые кластеры, фазовое разделение и индуцированный порядок в спин-целевых магнетиках", ЖЭТФ **105**, 861 (2007) (ЖЭТФ **132**, 984 (2007))
22. V.N.Glazkov, M.Zhitomirsky, A.I.Smirnov, C.Marin, J-P.Sanchez, A.Forget, D.Colson and P.Bonville, "Single-ion anisotropy and transverse magnetization in the frustrated gadolinium pyrochlores", Journ.Phys.:Cond.Matter **19**, 145271 (2007)
23. V.N.Glazkov, A.I.Smirnov, A.Kolezhuk, H.Tanaka, A.Oosawa, "Low-energy dynamics of the spin-gap magnet $TlCuCl_3$ at the critical field", Journ.Magnetism and Magn.Materials **310**, e454 (2007)
24. V.N.Glazkov, C.Marin, J.-P.Sanchez, "Observation of a transverse magnetization in the ordered phases of the pyrochlore magnet $Gd_2Ti_2O_7$ ", Journ.Phys.:Cond.Matter **18**, L429 (2006) (cond-mat/0604544)
25. V.N.Glazkov, A.I.Smirnov, J.P.Sanchez, A.Forget, D.Colson and P.Bonville, "Electron spin resonance study of the single-ion anisotropy in the pyrochlore antiferromagnet $Gd_2Sn_2O_7$ ", Journ.Phys.:Cond.Matter **18**, 2285 (2006) (cond-mat/0510575)
26. A.I.Smirnov, V.N.Glazkov, "Magnetic resonance of collective states in spin-gap magnets", Journ.Magnetism and Magn.Materials **300**, 216 (2006)
27. P.Dalmas de Reotier, V.Glazkov, C.Marin, A.Yaouanca, P.C.M.Gubbens, S. Sakarya, P.Bonville, A.Amatod, C.Bainesd, P.J.C.King, "Studies of $R_2Ti_2O_7$ ($R = Gd$ and Yb): new results", Physica B **374-375**, 145 (2006) (cond-mat/0512389)
28. V.N.Glazkov, A.I.Smirnov, A.Revcolevschi, and G.Dhalenne, "Magnetic resonance study of the spin-reorientation transitions in the quasi-one-dimensional antiferromagnet $BaCu_2Si_2O_7$ ", Physical Review B **72**, 104401 (2005) (cond-mat/0509015)
29. A.Yaouanc, P.D.de Reotier, V.Glazkov, C.Marin, P.Bonville, J.A.Hodges, P.C.M.Gubbens, S.Sakarya, and C.Baines, "Magnetic Density of States at Low Energy in Geometrically Frustrated Systems", Physical Review Letters **95**, 047203 (2005) (cond-mat/0506451)
30. V.N.Glazkov, M.E.Zhitomirsky, A.I.Smirnov, H.-A.Krug von Nidda, A.Loidl, C.Marin, and J.-P.Sanchez, "Single-ion anisotropy in the gadolinium pyrochlores studied by electron paramagnetic resonance", Physical Review B **72**, 020409(R) (2005) (cond-mat/0507413)

31. I.Mirebeau, A.Apetrei, J.Rodriguez-Carvajal, P.Bonville, A.Forget, D.Colson, V.Glazkov, J.P.Sanchez, O.Isnard, E.Suard, "*Ordered Spin Ice State and Magnetic Fluctuations in $Tb_2Sn_2O_7$* ", Physical Review Letters **94**, 246402 (2005) (cond-mat/0503377)
32. V.N.Glazkov, A.I.Smirnov, H.-A.Krug von Nidda, A.Loidl, K.Uchinokura, T.Masuda, "*Field-controlled phase separation at the impurity-induced magnetic ordering in the spin-Peierls magnet $CuGeO_3$* ", Physical Review Letters **94**, 057205 (2005) (cond-mat/0404715)