

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.103.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА  
ФИЗИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ИМ. П.Л. КАПИЦЫ РОССИЙСКОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от «26» июня 2019 г., протокол №  
140.

О присуждении Солдатову Аркадию Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Полярная фаза  $^3\text{He}$  в нематическом аэрогеле» по специальности 01.04.09 – «Физика низких температур» принята к защите 17 апреля 2019 г. (протокол заседания № 138) диссертационным советом Д 002.103.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки (ФГБУН) Института физических проблем им. П.Л. Капицы Российской академии наук (ИФП РАН), 119334, г. Москва, ул. Косыгина, д. 2, совет создан на основании приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 11 апреля 2012 г. № 105/нк.

Соискатель Солдатов Аркадий Александрович, 1990 г. рождения, в 2015 г. окончил магистратуру Московского физико-технического института (МФТИ) по специальности 03.04.01 – «Прикладная математика и физика». С 2015 г. по 2019 г. обучается в аспирантуре МФТИ по направлению 03.06.01 – «Физика и астрономия», направленности 01.04.09 – «Физика низких температур». В настоящее время работает в ИФП РАН в должности младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа А.А. Солдатова посвящена исследованиям  $^3\text{He}$  в новом виде нематического аэрогеля (нафене). Нематический аэрогель – это система из параллельно ориентированных нанонитей, играющих роль протяженных примесей в сверхтекучем  $^3\text{He}$ . Основным результатом диссертации соискателя является экспериментальное наблюдение и исследование новой сверхтекучей фазы  $^3\text{He}$  – полярной фазы. Кроме этого, доказана важность граничных условий для реализации полярной фазы в нафене и проведены измерения величины анизотропии используемых образцов аэрогеля. Диссертация была выполнена в ИФП РАН.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, академик  
Дмитриев Владимир Владимирович, директор ИФП РАН.

Официальными оппонентами выступили:

- Тагиров Мурат Салихович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий Кафедрой квантовой электроники и радиоспектроскопии Института физики Казанского федерального университета (КФУ);
- Рязанов Валерий Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий Лабораторией сверхпроводимости Института физики твердого тела Российской академии наук (ИФТТ РАН).

Оба оппонента дали положительные отзывы на диссертацию с незначительными замечаниями.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук (ИТФ РАН), в своем положительном отзыве, составленном Лебедевым Владимиром Валентиновичем, доктором физико-математических наук, член-корреспондентом РАН, главным научным сотрудником ИТФ РАН, и утвержденном ВРИО директора ИТФ РАН, доктором физико-математических наук, доцентом, Колоколовым Игорем Валентиновичем, указала, что выполненная на современном уровне научных исследований диссертационная работа А.А. Солдатова удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.09 – “Физика низких температур”.

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 3 работы. Все работы опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК и входящих в базу данных Web of Science.

Список научных работ по теме диссертации:

1. Dmitriev V.V., Melnikovsky L.A., Senin A.A., Soldatov A.A., Yudin A.N. Anisotropic spin diffusion in liquid  $^3\text{He}$  confined in nafen // Письма в ЖЭТФ. – 2015. – Т. 101. – № 12. – С. 908-912.
2. Dmitriev V.V., Senin A.A., Soldatov A.A., Yudin A.N. Polar phase of superfluid  $^3\text{He}$  in anisotropic aerogel // Physical Review Letters. – 2015. – V. 115. – № 16. – P. 165304.
3. Dmitriev V.V., Soldatov A.A., Yudin A.N. Effect of magnetic boundary conditions on superfluid  $^3\text{He}$  in nematic aerogel // Physical Review Letters. – 2018. – V. 120. – № 7. – P. 075301.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обусловлен их большим опытом и достижениями в данной области науки (М.С. Тагиров – ядерный магнитный резонанс в  $^3\text{He}$  и других магнитных системах, В.В. Рязанов – экспериментальное исследование нестандартных сверхпроводящих систем, ИТФ РАН – теоретические исследования сверхтекучести и сверхпроводимости), что позволяет им правильно оценить научную и практическую значимость полученных в диссертации результатов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Измерена величина спиновой диффузии в нормальной фазе жидкого  $^3\text{He}$  в двух образцах нафена, имеющих плотность 90 и 243 мг/см<sup>3</sup>, пористость 97.8 и 93.9% соответственно. Обнаружена анизотропия спиновой диффузии при  $T \leq 20$  мК: коэффициент спиновой диффузии оказался в 3–8 раз больше (в зависимости от образца нафена) в направлении вдоль нитей, чем в направлении поперек нитей. Эти результаты показывают, что образцы нафена, используемые в дальнейших исследованиях сверхтекучего  $^3\text{He}$  действительно имеют сильную глобальную анизотропию.
- Измерены фазовые диаграммы  $^3\text{He}$  в широкой области сверхнизких температур (вплоть до 1 мК) и давлений (от 0 до 29.3 бар) в образцах нафена различной пористости как в случае с предварительным покрытием нитей нафена пленкой  $^4\text{He}$ , так и в случае чистого  $^3\text{He}$ .
- Обнаружена и исследована методами непрерывного и импульсного ядерного магнитного резонанса новая сверхтекучая фаза  $^3\text{He}$  в нафене – полярная фаза. Эта фаза невыгодна в объемном (свободном от примесей)  $^3\text{He}$ , но реализуется при использовании протяженных примесей (нафена). Ее сверхтекучая щель обращается в 0 на окружности («экваторе» ферми-поверхности).
- Показана важность граничных условий для реализации полярной фазы. Так, в случае чистого  $^3\text{He}$  реализуется либо А фаза, либо полярноискаженная А фаза, вместо полярной. При этом наблюдается заметное подавление температуры сверхтекучего перехода.

Главным результатом диссертационной работы А.А. Солдатова является доказательство существования нового квантового состояния (полярной фазы) в сверхтекучей системе с триплетным куперовским спариванием ( $^3\text{He}$ ), если внести в нее протяженные примеси (нематический аэрогель). Также показано, что граничные условия играют важную роль для реализации полярной фазы при рассеянии квазичастиц  $^3\text{He}$  на протяженных примесях. В целом, полученные соискателем результаты имеют большое значение для физики сверхтекучести и сверхпроводимости.

Достоверность работы не вызывает сомнения, поскольку идентификация полярной фазы  $^3\text{He}$  проведена разными методами при использовании различных образцов нематического аэрогеля, и экспериментальные результаты хорошо согласуются с теорией. Все полученные результаты воспроизводимы, являются новыми и важными для физики сверхтекучих и сверхпроводящих систем с нестандартным куперовским спариванием. Помимо экспериментальной группы из ИФП РАН, такие известные на мировом уровне низкотемпературные лаборатории Университета Ланкастера (Ланкастер, Англия) и Университета Аальто (Эспоо, Финляндия) уже активно используют результаты исследований. Например, на вращающемся криостате ROTA в Финляндии недавно было экспериментально доказано существование полуквантовых вихрей в полярной фазе.

Личный вклад соискателя состоит в активном участии при изготовлении экспериментальных ячеек с аэрогелем, в проведении комплексных экспериментальных исследований по непрерывному и импульсному ядерному магнитному резонансу в  $^3\text{He}$  в образцах нематического аэрогеля. Соискатель принимал участие в постановке задач исследования, проведении большинства измерений, обработке экспериментальных данных, анализе и обсуждении результатов измерений, написании статей и представлении материалов диссертации на конференциях международного уровня.

На заседании « 26 » июня 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить А.А. Солдатову ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.09 – “Физика низких температур”.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета,

доктор физико-математических наук,

профессор, академик



А.Ф. Андреев

А.Ф. Андреев

Ученый секретарь

диссертационного совета,

кандидат физико-математических наук

А.Н. Юдин

А.Н. Юдин

«26» июня 2019 г.