

Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН в 2013-2015 гг.

Общая характеристика.

Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН является одним из мировых лидеров по исследованиям в области физики низких и сверхнизких температур. За работы, выполненные в ИФП РАН, присуждены Нобелевские премии: Л.Д. Ландау (1962 г.), П.Л. Капица (1978 г.), А.А. Абрикосов и В.Л. Гинзбург (2003 г.). В настоящее время ИФП РАН сохраняет лидирующие позиции в этих областях физики. Институт обладает как комплексом уникальных экспериментальных установок и методик, так и составом специалистов высочайшей квалификации. В частности, в ИФП создана и уже много лет работает единственная в России установка, позволяющая проводить исследования макроскопических образцов при температурах до 0.1 мК. Единственным в России является также оптический криостат для исследований кристаллов гелия при температурах до 50 мК. В ИФП РАН работают три действительных члена РАН и три члена-корреспондента РАН. Из научных сотрудников 60% имеют степень доктора наук. В список «кто есть кто в российской науке» (http://expertcorps.ru/science/whoiswho/by_aff/16619) входят 14 человек, что составляет 1/3 от общей численности научных сотрудников. В последние годы в связи с ликвидацией академической аспирантуры возникли трудности с омоложением кадров. Для решения этой проблемы в Институт привлекаются аспиранты других научных организаций. В 2017 году число таких аспирантов достигло 7, что составляет 17% от числа научных сотрудников. С 2017 года Институт стал базовым институтом факультета физики ВШЭ и продолжает оставаться базовым институтом МФТИ. Заключен также договор о сотрудничестве с МИРЭА, который предполагает привлечение студентов и аспирантов для обучения и работы в ИФП РАН.

Публикации и международные рейтинги.

ИФП РАН отличается высокой требовательностью к качеству научных публикаций, что отражается в высоких показателях цитируемости публикуемых работ и в том, что публикации представлены преимущественно в высокорейтинговых научных журналах. По данным “WoS” средний импакт-фактор журналов публикаций ИФП РАН за 2013-2015 гг. равняется 2.71. Высокий уровень исследований, которые ведутся в ИФП РАН, подтверждается международным рейтингом научных организаций WRIR (<http://www.eurochambres.org/wrir/>), в котором учитывается в первую очередь качество научной работы. В рейтингах WRIR за 2015, 2016, 2017 гг. ИФП РАН занимает 3 место в категории «Физика» среди всех научно-исследовательских институтов России. Отметим, что в других международных рейтингах учитываются только абсолютные показатели без нормировки на число исследователей. Поэтому небольшие организации в такие рейтинги обычно не входят. Несмотря на это, ИФП РАН постоянно входит в «топ 100» всех научных организаций России в престижном рейтинге журнала Nature (www.natureindex.com). В расчете же на одного исследователя средний за 2013-2015 гг. показатель рейтинга ИФП РАН соответствует 5 месту по референтной группе Институтов РАН “Общая физика”, а за 2017 год -- второму месту. Из публикаций за 2013-2015 гг. 95% представлены в журналах индексируемых в базе “WoS”. Среднее число публикаций по базе “WoS” на одного исследователя в год за 2013-2015 гг. (по “WoS”) равно 0.71. Для физики низких температур, которая является основной тематикой Института, это соответствует мировому уровню.

Список публикаций ИФП РАН см. <http://kapitza.ras.ru/index.php?cont=journ&lang=ru&year=2015> (последние 4 цифры – год).

Основные научные достижения за 2013-2015 гг.

За 2013-2015 гг. в ИФП РАН получен ряд выдающихся на мировом уровне научных результатов (некоторые из них с краткими комментариями описаны ниже).

А) Получены выдающиеся результаты при исследованиях триплетной сверхтекучести ^3He при температурах порядка 1 мК. До последнего времени в ^3He наблюдались две сверхтекучие фазы (А и В). Ученые из ИФП впервые ввели в ^3He анизотропные примеси и обнаружили, что в этом случае стабилизируется новая фаза – полярная фаза, в которой энергетическая щель равна нулю на «экваторе» Ферми-поверхности (Dirac nodal line). Дальнейшие исследования этой фазы привели к обнаружению полуквантовых вихрей, существование которых в ^3He было предсказано еще 30 лет назад, но наблюдать которые не удавалось. Таким образом, впервые экспериментально показано, что анизотропные примеси при триплетном спаривании могут приводить к реализации новых сверхтекучих фаз. Этот результат открывает новое направление исследований не только в ^3He , но и в области сверхпроводимости, где недавно обнаружены сверхпроводники с триплетным спариванием. На последней международной конференции по физике низких температур (LT28, Швеция) эти результаты были доложены в пленарном и приглашенном докладах. Результаты исследований 2013-2015 гг. опубликованы в Phys.Rev.Lett. (1 статья), ЖЭТФ (1 статья) и Письма в ЖЭТФ (2 статьи).

Б) Получен ряд результатов мирового уровня при исследованиях низкоразмерных и фрустрированных магнетиков с сильными квантовыми флуктуациями. В таких системах реализуется состояние квантовой спиновой жидкости. В ИФП была обнаружена и изучена тонкая структура спектра возбуждений (спинов) в спиновой жидкости, обнаружены спиновые нематические фазы и другие экзотические состояния. Исследования таких спиновых систем важны для понимания механизмов формирования основного состояния в конденсированных средах, а также открывают новые возможности для практического использования. Результаты 2013-2015 гг. опубликованы в Phys.Rev.Lett.(1 статья) и Phys.Rev.B. (8 статей).

В) Впервые наблюдаются предсказанные В.И. Марченко и А.Я. Паршиным (ИФП 2006 г.) морфологические явления, фиксация формы и исчезновение мениска при изменении асимметричных краевых условий на границе между квантовым кристаллом ^4He и сверхтекучим гелием. Публикация: *Исследование поверхности кристаллов ^4He . К.О. Кешишев, В.И. Марченко, Д.Б. Шемятихин. ЖЭТФ 143, 674 (2013).*

Г) Впервые обнаружен второй звук в ультрахолодном квантовом ферми газе. Тем самым получено прямое доказательство сверхтекучести этой системы. Это открытие является результатом курируемого сотрудником ИФП академиком Л.П. Питаевским многолетнего сотрудничества учёных Италии, Австрии и России. До настоящего времени предсказанный Л.Д. Ландау в 1941 году второй звук в сверхтекучих системах наблюдался лишь в гелии – он был обнаружен сотрудником ИФП В.П. Пешковым в 1944 году.

Публикация: *Second sound and the superfluid fraction in a Fermi gas with resonant Interactions. L.A. Sidorenkov, M.K. Tey, R. Grimm, Y.H. Hou, L.P. Pitaevskii, S. Stringari. Nature 498, 7452 (2013)*

Д) На реакторе ВВР-М в Гатчине построена низкотемпературная установка с использованием сверхтекучего гелия по проекту, разработанному сотрудниками ИФП. Проведены её первые испытания. Эта установка является ключевым элементом в источнике ультрахолодных нейтронов нового типа и позволит получить рекордные плотности таких нейтронов (в 100 раз большие,

чем достигаются сейчас на других установках), что позволит существенно увеличить точность измерения характеристик нейтронов. Публикация: *Запуск полномасштабной модели источника ультрахолодных нейтронов со сверхтекучим гелием. А.П. Серебров, В.А. Лямкин, Д.В. Прудников, К.О. Кешишев, С.Т. Болдарев, А.В. Васильев. ЖТФ 87(2), 301 (2017)*

Экспертная работа, работы для сторонних организаций, инновационная активность.

Сотрудники ИФП РАН являются экспертами РФФИ (3 человека), членами диссертационных советов при других организациях (2 человека). Шесть сотрудников ИФП входят в редколлегии ведущих российских физических журналах (ЖЭТФ, Письма в ЖЭТФ, ПТЭ и Природа) и ведущего международного журнала по физике низких температур (Journal of Low Temperature Physics). Сотрудники ИФП занимаются также организационной деятельностью в рамках научных советов РАН по физике низких температур и магнетизму. ИФП РАН является организатором отечественных конференций по физике низких температур НТ, в частности, последней конференции (НТ-37, 2015 г.) и следующей конференции (НТ-38, 2018 г.). Сотрудник ИФП М.Ю. Каган является представителем России в комиссии по физике низких температур (С5) IUPAP. Сотрудники ИФП также постоянно входят в оргкомитеты ряда международных конференций по физике низких температур и магнетизму (например, International Conference of Low Temperature Physics, Symposium on Quantum Fluids and Solids, Moscow International Symposium on Magnetism). В ИФП РАН создан музей П.Л. Капицы и проводятся бесплатные экскурсии для школьников и широкой публики.

В рамках совместных грантов, договоров о сотрудничестве и неформальных связей, ИФП РАН проводит фундаментальные исследования совместно с множеством научных организаций, что отражено в совместных публикациях. Список основных научных организаций России, с которыми в 2013-2015 гг. сотрудничество было наиболее эффективным и плодотворным включает в себя МФТИ, МГУ, МИРЭА, Казанский Федеральный Университет, ИФМ УрО РАН, Институт кристаллографии РАН, ИФМ РАН, РНЦ Курчатовский Институт, ИРЭ РАН, САО РАН. Среди зарубежных научных центров можно отметить сотрудничество с Лабораторией Физики низких температур Университета Аальто (Финляндия), Центром исследований в сильных магнитных полях Университета Осаки (Япония), Технологическим Университетом Чалмерса (Швеция), Лабораториями сильных магнитных полей в Дрездене (Германия) и Талахаси (США), Университетом Аугсбурга (Германия), Университет Гренобля (Франция). Институт Лауэ-Ланжевена в Гренобле (Франция), Брукхейвенской национальной лабораторией (США), Университетом Тренто (Италия) и др.

В институте ведется ряд работ, которые относятся к инновационной деятельности: кроме вышеупомянутых работ по созданию мощного источника ультрахолодных нейтронов отметим работы по созданию мобильной сверхнизкотемпературной установки (по заказу и совместно с САО РАН), работы по разработке и исследованию низкотемпературных болометров (совместно с ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН), работы по усовершенствованию систем автоматического управления гелиевых ожижителей (совместно с МГТУ им. Н.Э. Баумана). Некоторые публикации по работам, выполнявшимся в 2013-2015 гг. и связанным с практическими применениями приведены ниже.

1. Микрокриостат растворения с охлаждением рефрижератором с импульсной трубой. В.С. Эдельман, Г.В. Якопов. ПТЭ, №5, 129 (2013)

2. *Power load and temperature dependence of cold-electron bolometer optical response at 350 GHz.* M.A. Tarasov, V.S. Edelman, S. Mahashabde, L.S. Kuzmin. *IEEE Trans. Applied Superconductivity* **24**, 2400105 (2014)

3. *Quantum Efficiency of Cold Electron Bolometer Optical Response.* M.A. Tarasov, V.S. Edelman, A.B. Ermakov, S. Mahashabde, L.S. Kuzmin. *IEEE Transaction on terahertz Sc.&Techn.* **5**, 44 (2015)

4. *Адаптивная система автоматического управления криогенной гелиевой установки: ее особенности и целесообразность разработки.* И.К. Буткевич, В.В. Сиренев. *Технические газы* **2**, 36 (2015)