



АБРИКОСОВ

Алексей Алексеевич — лауреат Нобелевской премии (2003), доктор физико-математических наук, профессор, почетный заслуженный сотрудник (Emeritus Distinguished Scientist) Аргоннской национальной лаборатории (Иллинойс, США)

ДУХОВНАЯ СВЯЗЬ

Текст, подготовленный для церемонии вручения Золотой медали им. В.И. Вернадского НАН Украины*

Дорогой Борис Евгеньевич!
Глубокоуважаемые участники Общего собрания!
Для меня высокая честь и, признаюсь, еще большая неожиданность — присуждение мне высшей награды Национальной академии наук Украины, за что хочу выразить признательность всем членам наградного комитета, столь высоко оценившим мой личный вклад в теоретическую физику вообще и теорию сверхпроводящих металлов и сплавов в частности. Хотелось бы думать, что в этой награде отражено также и мое длительное и плодотворное, как мне видится, сотрудничество с украинскими физиками, один из которых, ваш и мой коллега, разделяет со мной приятное бремя получения Золотой медали имени В.И. Вернадского.

Как уже упоминалось, я много и плодотворно общался с украинскими физиками. Начало нашего сотрудничества уходит в середину 50-х годов, когда я и Исаак Халатников вместе с нашим великим учителем Львом Давидовичем Ландау в Москве, а Александр Ильич Ахиезер со своими учениками, тогда еще молодыми Витей Барьяхтаром и Сережей Пелетминским, в Харькове начали независимо заниматься по сути одной и той же задачей. Речь шла об аналитических и асимптотических свойствах некоторых важных объектов квантовой электродинамики — так называемых функциях Грина. Дело в том, что они позволяют рассчитывать взаимодействие зарядов, или, попросту говоря, закон Кулона. И что особенно интересно, по-разному подойдя к задаче, сравнивая и обсуждая наши результаты заочно и при встречах в Москве и в Харькове, в итоге мы достигли понимания принципиальной проблемы нуллификации электрического заряда, получившей название «*московского нуля*». В целом она была решена, а тесное, конкурентное

* Зачитано от имени А.А. Абрикосова на Общем собрании НАН Украины 15 апреля 2015 г.



В.Г. Барьяхтар, А.И. Ахиезер, С.В. Пелетминский. 1959 г.

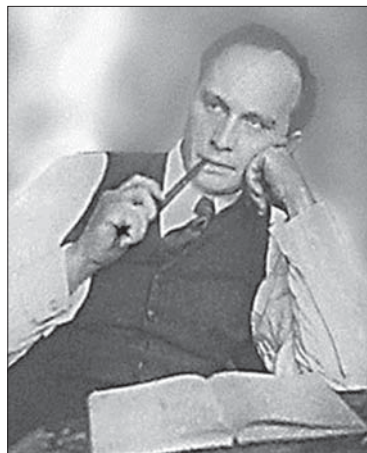
общение московских и харьковских теоретиков, безусловно, заметно способствовало ее прояснению. Но сегодня я намереваюсь поделиться с вами воспоминанием о другом моем общении, если хотите — духовном, корни которого также ведут на Украину и касаются совершенно других вопросов.

Возможно, не всем, но, смею надеяться, большинству известно явление сверхпроводимости, открытое немногим более 100 лет назад голландцем Хейке Камерлинг-Оннесом. Сформулировать его можно достаточно просто, и звучит это так: при определенной, очень низкой температуре T_c ряд металлов теряют способность сопротивляться движению по ним электронов, или, проще говоря, электрический ток по таким металлам протекает совершенно беспрепятственно. Когда бы такое распространялось на обычные температуры, мы бы избавились от необходимости платить за электричество или, по крайней мере, подобные траты значительно снизились бы. Однако простота слов о явлении, которое, между прочим, сразу получило нынешнее название, кажущаяся, поскольку в течение нескольких десятилетий не было никаких видимых причин для его возникновения. Речь, повторю, идет о полной потере металлами сопротивления, про которое мы многое узнаем уже в средней школе, скажем, из закона Ома.

В высшей школе, если вы учитесь на физика, вам становится известно и нечто другое: например, что сверхпроводимость и магнитное поле B — большие антагонисты, поскольку послед-

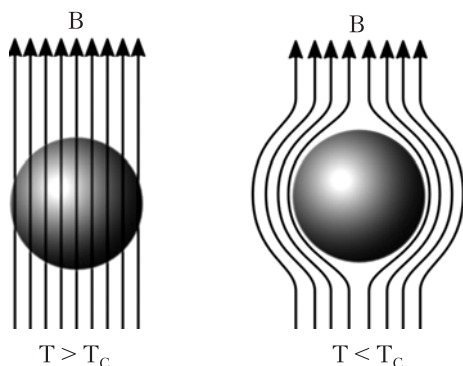


А.А. Абрикосов. 1960 г.



Л.В. Шубников (1901–1937)

нее не проникает в сверхпроводящий металл. Если же поле достаточно велико, то падение сопротивления до нуля становится невозможным даже при низкой температуре, причем такое разрушение сверхпроводимости магнитным полем происходит уже в относительно слабых полях. Это было установлено тем же Х. Камерлинг-Оннесом чуть позже, и в прошлом году открытие этого эффекта исполнилось ровно 100 лет. Если бы он был законом природы, ни о каком использовании сверхпроводимости не могло бы быть и речи: сверхнизкие температуры и малые поля — все это против каких-либо серьезных применений, в частности, в энергетике. Такая



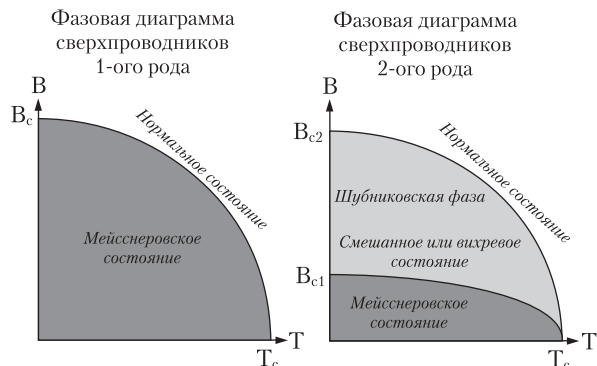
Выталкивание магнитного поля из сверхпроводника — эффект Мейсснера—Оксенфельда, 1933 г.

безысходная ситуация сохранялась примерно 25 лет и подтверждалась всеми проводившимися тогда экспериментами.

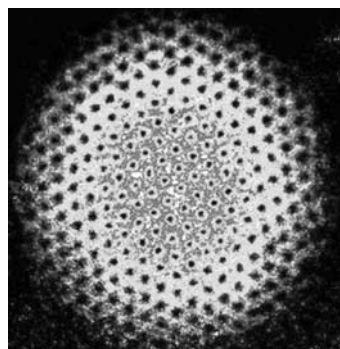
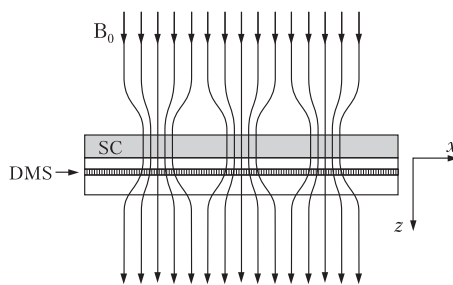
И вот здесь в игру вступили украинские физики, поскольку в Харьковском физико-техническом институте работал выдающийся, без всяких натяжек, экспериментатор — Лев Васильевич Шубников, чья жизнь, как известно, трагически оборвалась в 1937 г. и чье имя многие годы несправедливо замалчивалось. Именно он с сотрудниками первым в мире начал работать не с чистыми металлами, а со сплавами. И неожиданно открыл, что сверхпроводимость практически всех из них прекрасно уживается с магнитным полем, которое может изменяться в большом диапазоне и которое сплавы, образно говоря, вполне безболезненно пропускают через себя, оставаясь при этом сверхпроводящими.

Это означало, что такие металлические материалы в принципе уже можно использовать. И пусть температуры оставались еще низкими, но зато одно сильное ограничение, а именно, на поля, снималось, из чего, в свою очередь, следовало, что сплавы могут выдерживать и достаточно большие сверхпроводящие токи, что важно для энергетики. Последнее и вселяло надежду на их применение, что впоследствии и подтвердилось. Мое же, если так можно выразиться, «взаимодействие» с Шубниковым проявилось в том, что свои расчеты относительно кривых намагничивания я сравнивал с его экспериментальными данными, получен-

ISSN 1027-3239. Вісн. НАН України, 2015, № 5



Отличие фазовых диаграмм сверхпроводников 1-го и 2-го рода



Абрикосовские вихри: схема проникновения магнитного поля в сверхпроводник 2-го рода и вихревые решетки

ными для сплава RbTl в 1937 г. Согласие было полным и безальтернативным.

Сверхпроводящее состояние с магнитным полем получило название *шубниковской фазы*, и ее открытие, несомненно, входит в число крупнейших достижений советской физики. В течение 15 лет, скорее всего, вследствие ничем не оправданного прекращения деятельности Льва Васильевича Шубникова, о природе этой фазы не было ничего известно. Ситуация сохранялась до тех пор, пока мне в рамках феноменологиче-

ской теории, опираясь на казавшееся Ландау (и не только ему) ложным предположение о возможности существования межфазных границ с отрицательной энергией, не удалось раскрыть секрет проникновения поля в сверхпроводник. Тем самым было установлено, во-первых, существование сверхпроводников 1-го и 2-го рода, а во-вторых, указана физическая причина их различия. Если в толщу первых поле действительно проникнуть практически не может, то вторые его принимают путем разбиения непрерывного потока поля вне металла на энергетически выгодный дискретный поток, состоящий из отдельных магнитных нитей, внутри него. Эти, образно говоря, тонкие трубки, по которым подобно течению воды через дуршлаг осуществляется протекание магнитного поля сквозь сверхпроводник, называются *абрикосовскими вихрями* из-за круговых сверхпроводящих токов вокруг них, и сейчас исследование этих вихрей составляет большую и достаточно самостоятельную ветвь физики.

Именно построение теории экспериментально открытых Шубниковым необычных сверхпроводников, которая раскрывала природу шубниковской фазы, я и хотел назвать моей духовной связью с физикой и физиками Украины тех далеких лет. Такая связь порой бывает даже более существенной, чем непосредственная. Льва Васильевича я не знал и никогда не видел, но много слышал о нем от Ландау. Его результаты будили во мне вдохновение, и признанием его несомненных заслуг я хотел бы отдать дань своего глубокого уважения вашему земляку и крупнейшему физику-экспериментатору.

Таким образом, сверхпроводимость 2-го рода зарождалась в Харькове, но теперь ее экспериментальные и прикладные исследования успешно ведутся не только там, но и, насколько я знаю, в Киеве, а также в Донецке. Возможно, уместно в этой связи вспомнить уже ушедших от нас крупнейших украинских физиков-криогеников — Александра Александровича Галкина и Бориса Иеремиевича Веркина, под руководством которых было сделано много важного в этой области физики. С обоими я был хорошо знаком и не раз с большой поль-

зой для себя полемизировал по различным вопросам науки и техники низких температур. Наконец, отмечу, что все сверхпроводники, открытые начиная с 60-х годов, — это сверхпроводники 2-го рода, так что теперь экзотикой следует считать сверхпроводники 1-го рода.

После открытия высокотемпературных сверхпроводников (а они тоже 2-го рода) новые поколения украинских ученых активно включились в изучение этой проблемы, в которой одним из лидеров оказался Вадим Локтев. Думаю, Общее собрание Академии — не то место, где следует останавливаться на особенностях этого в высшей степени необычного явления. Тем не менее, замечу, что много копий сломано в попытках объяснить этот феномен, но мне лично кажется, что именно киевские теоретики из боголюбовского института предложили интересную и вполне достоверную картину, причем убедительно продемонстрировав все это на весьма реалистичных моделях. Если соответствующие результаты вошли в отмеченные Золотой медалью имени В.И. Вернадского, то это и закономерно, и справедливо.

Позвольте на этом завершить мое, к сожалению, виртуальное выступление, которое, как мне сообщили, согласно положению о Золотой медали имени В.И. Вернадского должно оглашаться персонально. Однако большое расстояние до Киева и, увы, достаточно серьезные проблемы со зрением — вот причины, которые вынудили меня попросить зачитать мое обращение в моем отсутствии. Очень надеюсь на ваше понимание.

Еще раз примите мою искреннюю признательность, основную часть коей хотел бы адресовать лично Борису Евгеньевичу, жизнь и дела которого не могут не восхищать. Поверьте, для меня быть кавалером Золотой медали, носящей имя величайшего ученого и мыслителя, основателя вашей Академии Владимира Ивановича Вернадского, большая и ко многому обязывающая награда.

С наилучшими пожеланиями
украинским ученым,
Алексей Абрикосов
Апрель 2015 г.

