

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКСОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ

53(048)

**НАУЧНАЯ СЕССИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ
И АСТРОНОМИИ И ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
АКАДЕМИИ НАУК СССР
(19 — 20 января 1983 г.)**

19 и 20 января 1983 г. в Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР состоялась научная сессия Отделения общей физики и астрономии АН СССР и Отделения ядерной физики АН СССР. На сессии были заслушаны доклады:

19 января

1. Л. П. Горьков. Новые результаты в физике органических сверхпроводников.
2. Л. Н. Булавский. Магнитные сверхпроводники.

20 января

3. В. И. Панов, А. А. Собянин, В. А. Хвостиков. Экспериментальные исследования сверхтекучести гелия-II вблизи λ -точки.
4. Л. В. Келдыш. Электроинно-дырочная жидкость в полупроводниках. Краткое содержание трех докладов публикуется ниже.

537.312.62(048)

Л. П. Горьков. Новые результаты в физике органических сверхпроводников. За последнее десятилетие было синтезировано большое количество так называемых одномерных (или квазиодномерных) проводников. С феноменологической точки зрения сюда относятся вещества, обладающие аномально большой анизотропией электронных транспортных свойств. Среди них — огромное количество органических проводников, состоящих из стопок больших плоских молекул, трихалькогениды переходных металлов ($NbSe_3$ и TaS_3), проводящие полимеры и ряд других материалов. Общим для всех них является наличие цепочек атомов или молекул, вдоль которых протекает электрический ток. Перекрытие электронных состояний в поперечном направлении (туннельные интегралы, t_{\perp}) существенно слабее и, в первом приближении, может быть опущено.

Теоретические представления свидетельствуют о наличии в такой системе ряда неустойчивостей. Так, взаимодействие электронов с решеткой приводит к хорошо известной пайерлсовской неустойчивости и переходу в диэлектрическое состояние с электронной щелью. Более внимательное изучение роли электронных взаимодействий, однако, показало, что они либо могут стабилизировать металлическое состояние, либо приводят, вместо пайерлсовской неустойчивости, к неустойчивости нового типа, где флуктуации структурного параметра порядка развиваются одновременно со сверхпроводящими флуктуациями.

На эксперименте обычно преобладали диэлектрические неустойчивости. Долгий путь синтеза новых соединений привел к тому, что сначала были найдены вещества со стабилизированным металлическим состоянием при низких температурах, а затем и обнаружена сверхпроводимость в них. Кардинальный успех в этом направлении был достигнут три года назад в результате синтеза новых органических соединений, так называемых солей Бечгарда, $(TMTSF)_2X$ -селено (и серо-) содержащих соединений, где например, $X = PF_6, ClO_4, NO_3, SCN$. (Сейчас этот класс насчитывает большое число исследованных соединений.) Эти вещества под давлением переходят в сверхпроводящее

состояние ($T_c \approx 1-3$ К, $P_c \approx 6-12$ кбар), а соединение $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$ — сверхпроводник при нулевом давлении.

Стабилизация металлической фазы и реальный фазовый переход в сверхпроводящее состояние могли бы быть обязаны трехмерности (или двумерности) электронного спектра. Иными словами, наблюдаемая сверхпроводимость в $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ -соединениях могла бы быть обычной сверхпроводимостью в анизотропном металле. Эти соединения действительно имеют двумерные (слоистые) черты, которые и приводят, в конечном счете, к стабилизации сверхпроводимости как термодинамического состояния. Однако огромная совокупность экспериментальных данных свидетельствует сейчас в пользу того, что свойства этих соединений гораздо интереснее и ближе к тому, что ожидалось бы из представлений одномерной физики. Иными словами, утверждается, что сверхпроводящие флуктуации одномерного характера начинаются при гораздо более высоких температурах (20—30 К) и лишь фиксируются как трехмерный фазовый переход при низких температурах. Если это так, то новые соединения открывают путь к созданию более высокотемпературной сверхпроводимости. Физическим фактором, действующим в указанном направлении, являются более высокие в органических соединениях, чем в металлах, значения частот фононов, взаимодействующих с электронами проводимости.

Окончательного доказательства правильности этих представлений пока нет. В ее пользу говорят такие факты, как огромные значения проводимости при гелиевых температурах, отсутствие режима остаточного сопротивления, сильнейшая чувствительность проводимости к достаточно сильному магнитному полю в области температур до 30 К (кстати, сильное поле восстанавливает режим остаточного сопротивления), и многие другие обстоятельства, как, например, чувствительность сверхпроводимости к дефектам. Наиболее прямым доводом в пользу картины сверхпроводящих флуктуаций явились туннельные измерения «сверхпроводящей щели» ($2\Delta \approx 3,8$ мэВ), видной до 20 К в вольтамперных характеристиках туннельных контактов. В настоящее время перечисленные факты хорошо установлены, и речь идет только о возможности изложенной интерпретации. Последнее зависит от степени одномерности в реальных соединениях $(\text{TMTSF})_2\text{X}$, т. е. от величины интегралов перекрытия t_{\perp} , оценки которых пока противоречивы.

Наряду со сверхпроводящими свойствами, соединения $(\text{TMTSF})_2\text{X}$ представляют много других особенностей. Так, при нулевом давлении большинство из них находится при низких температурах в диэлектрическом состоянии, но не пайерлсовского типа, а с антиферромагнитным упорядочением. Совершенно новую роль играют анионы. Если анион несимметричен ($\text{X} = \text{ClO}_4, \text{NO}_3, \text{SCN}$ и др.), то наблюдаются переходы порядок-беспорядок в анионной подрешетке. Совершенно уникальную роль играет соединение $(\text{TMTSF})_2\text{ClO}_4$, которое является сверхпроводником при $P = 0$, а степень беспорядка и его влияние на магнитные и электронные свойства регулируются скоростью «замораживания» системы. В этой области получено большое количество новых экспериментальных фактов, теоретическая интерпретация которых пока отсутствует.

Систематическое изложение экспериментального материала и теоретических представлений см. в обзоре: Jerome D., Schulz H. I. — Adv. Phys., 1982, v. 31, p. 299.