12 мая 2021г.

Научная сессия ОФН РАН

«Комнатно-температурная сверхпроводимость: от мечты к реальности»

1. “*Границы применимости теории Элиашберга и ограничения на Тс”.*

**М. В. Садовский**

Институт электрофизики УрО РАН, Екатеринбург

Открытие рекордных значений температуры сверхпроводящего перехода Тс в целом ряде гидридов под высоким давлением явилось яркой демонстрацией возможностей электрон - фононного механизма куперовского спаривания. В связи с этим обострился интерес к основам и ограничениям теории Элиашберга - МакМиллана, как основной теории, описывающей сверхпроводимость в системе электронов и фононов. Доклад посвящен обсуждению как элементарных основ этой теории, так и ряда новых результатов, полученных в последнее время. Обсуждаются ограничения на величину константы связи, связанные с неустойчивостью решетки и переходом в новую фазу (CDW, биполяроны). Показывается, что в пределах устойчивой металлической фазы, эффективная спаривательная константа может принимать любые значения. Приводятся оценки для возможной максимальной Тс. Рассматривается выход за пределы традиционного адиабатического приближения. Показывается, что теория Элиашберга - МакМиллана, по всей видимости, оказывается применимой и в сильном антиадиабатическом пределе. Предложены выражения для Тс, интерполирующие между адиабатическим и антиадиабатическим пределами. Подробно обсуждается предел очень сильной связи, как наиболее актуальный для физики гидридов. Обобщена известная асимптотика Аллена - Дайнса на случай сильной антиадиабатичности.

1. *“Исследования магнитной восприимчивости в новых сверхпроводящих супергидридах”*

**Viktor Struzhkin1**, Wuhao Chen2, Xiaoli Huang2, Bing Li1, Cheng Ji1, Xiao-Jia Chen1, Ivan Troyan3, Alexander Gavriliuk,3,4, Ho-kwang Mao1

1 Center for High Pressure Science &Technology Advanced Research, Shanghai, China

2State Key Laboratory of Superhard Materials, College of Physics, Jilin University, Changchun, China

3Federal Scientific Research Center Crystallography and Photonics RAS, Moscow, Russia

4Institute for Nuclear Research, Russian Academy of Sciences, Moscow, Troitsk, Russia

Недавние сообщения об экспериментальном наблюдении  эффекта сверхпроводимости при почти комнатной температуре в нескольких новых гидридных материалах привлекли большое внимание исследователей. Экспериментальные данные о высоких значениях Тс в этих “супергидридах” получены в основном из результатов исследований удельного сопротивления материалов, проведенных при очень высоком давлении. Исследования изотопического эффекта указывают на фононный механизм сверхпроводящего спаривания, что подтверждает предсказание (сделанное Нилом Ашкрофтом)  высоких значений Тс в металлических водородных “сплавах”. Однако до сих пор доказательства эффекта Мейснера в этих новых супергидридных материалах очень ограничены. Это вызвало опасения по поводу обоснованности применения резистивных зондов для определения сверхпроводящего состояния и механизма сверхпроводимости. В нашем докладе мы представляем обзор исследований эффекта Мейснера в этом новом семействе сверхпроводников, а также результаты наших измерений магнитной восприимчивости в нескольких сверхпроводящих супергидридах.

3. *“* *Экспериментальные исследования сверхпроводящих гидридов при мегабарных давлениях”*

**И.А. Троян1,** А.Г. Гаврилюк1,2, И.С. Любутин1, Д.В. Семенок3, А.В. Садаков4, О.А. Соболевский4, В.М. Пудалов4

1ФНИЦ "Кристаллография и фотоника" РАН, Москва

2Институт ядерных исследований РАН, Троицк

3Сколковский институт науки и технологий

4Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва

Будут рассмотрены результаты лазерного синтеза и исследования свойств сверхпроводящих полигидридов металлов при давлениях МБ-диапазона (в алмазных наковальнях). Среди полученных нами результатов — сверхпроводимость в гидриде ThH10 (Тс=163K), гидриде иттрия YH6 (Tc=224K) и в сплаве (LaY)H10 (Tc=253K). Совокупность этих результатов наряду с результатами других групп, доказывает, что сверхпроводимость осуществима при комнатной температуре и механизм электрон-фононной связи позволяет объяснить столь высокие значения критических параметров сверхпроводящего состояния.

4. “*Загадка сосуществования сверхпроводимости и магнетизма в RbEuFe4As4”*

**В.М. Пудалов1,** T.K. Kim2, К.С. Перваков1, В.А. Власенко1, А.В. Садаков1, А.С. Усольцев1, D.V. Evtushinsky3, S.W. Jung2, G. Poelchen4,5, K. Kummer5, D. Roditchev6,7,8, В.С. Столяров8, D.V. Vyalikh9, V. Borisov10, R. Valenti10, A. Ernst11, С.В. Еремеев12, E. V. Chulkov9

1Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Москва

2Diamond Light Source, Harwell Campus, Didcot, United Kingdom

3Laboratory for Quantum Magnetism, Institute of Physics, E´cole Polytechnique, Lausanne, Switzerland

4Institut fuer Festkorper-und Materialphysik, Technische Universitaet Dresden, Germany

5European Synchrotron Radiation Facility, Grenoble, France

6LPEM, ESPCI Paris, PSL Research University, CNRS, Paris, France

7Sorbonne Universite, CNRS, LPEM, Paris, France

8Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный

9Donostia International Physics Center, Donostia-San Sebastian, Basque Country, Spain

10Institut fuer Theoretische Physik, Goethe-Universitaet Frankfurt, Frankfurt am Main, Germany

11Institut fuer Theoretische Physik, Johannes Kepler Universitaet, Linz, Austria

12Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

В новом стехиометрическом высокотемпературном сверхпроводнике на основе железа RbEuFe4As4 сверхпроводимость сосуществует со своеобразным дальним магнитным порядком 4f-состояний Eu; их сосуществование является загадкой и представляет собой вызов, как для эксперимента, так и для теории. Используя фотоэмиссионную спектроскопию с угловым разрешением (ARPES), резонансную фотоэмиссионную спектроскопию (XPES), спектроскопию андреевского отражения и сканирующую туннельную спектроскопию мы разрешили эту загадку. Наши результаты однозначно свидетельствуют о разделении в пространстве и по энергии между электронными состояниями Fe (ответственны за сверхпроводимость) и Eu (магнетизм) и демонстрируют существование сверхпроводящего и дальнего магнитного порядков почти независимых друг от друга.