



НАНОФИЗИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА



XI Международный Симпозиум

10 – 14 марта 2007 г.

Нижний Новгород

Том 1



ИНСТИТУТ ФИЗИКИ МИКРОСТРУКТУР РАН

Возвратная сверхпроводимость в бислоях сверхпроводник-ферромагнитный сплав

В.И. Здравков¹, А.С. Сидоренко¹, Г. Обермайер², Ш. Гзель², М. Шрек²,
К. Мюллер², В.В. Рязанов³, З. Хорн², Р. Тидекс², Л.Р. Тагиров⁴,
М.Ю. Куприянов⁵

¹Институт Электронной Инженерии и Индустриальных Технологий АНМ, MD-2028 Кишинев, Молдова

²Институт Физики Университета Аугсбурга, D-86159 Аугсбург, Германия

³Институт Физики Твердого Тела РАН, 132432 Черноголовка, Россия

⁴Казанский Государственный Университет, 420008 Казань, Россия

⁵Институт Ядерной Физики, Московский государственный университет, 119992 Москва, Россия

Сосуществование сверхпроводимости (S) и ферромагнетизма (F) в однородном материале ограничено очень узким диапазоном параметров [1-3], поэтому до сих пор нет убедительных экспериментальных свидетельств существования фазы Фульде-Феррел-Ларкина-Овчинникова (ФФЛО) [1,2]. Подобное ФФЛО пространственно-модулированное распределение парной волновой функции может быть индуцировано в контакте сверхпроводящей и ферромагнитной пленок (см. обзор [4] и ссылки в нем). Теория такого эффекта близости (взаимовлияния) предсказывает возвратное поведение температуры сверхпроводящего перехода T_c в S/F бислоях. При увеличении толщины ферромагнитного слоя T_c вначале быстро падает до нуля, а затем, вопреки ожиданиям, сверхпроводимость снова восстанавливается.

Нам удалось наблюдать экспериментально возвратную сверхпроводимость в бислоях сверхпроводящего ниобия и ферромагнитного сплава $\text{Cu}_{1-x}\text{Ni}_x$ [5]. Для этого была разработана и реализована методика напыления ультратонких слоев сверхпроводящего ниобия толщиной 5-10 нм, сравнимой со сверхпроводящей длиной когерентности материала. Распыление производилось на большой мощности с движущейся с постоянной скоростью мишени. Образцы с переменной толщиной слоя ферромагнитного сплава изготавливались в один прием напылением клиновидной пленки. Затем клин длиной до 72 мм разрезался на 36 узких полосок в направлении поперек клина. Таким образом, получался большой набор образцов с переменной толщиной ферромагнитного слоя, выращенных в идентичных условиях. Для прецизионного определения толщины слоев и состава ферромагнитного сплава интенсивно использовался метод обратного резерфордского рассеяния. Температура сверхпроводящего перехода измерялась резистивным методом до наинизшей достижимой температуры в 40 мК.

Экспериментально удалось наблюдать все типы поведения сверхпроводящей T_c как функции толщины ферромагнитного слоя:

небольшое понижение и выход на плато, глубокий минимум с началом второй осцилляции, возвратное поведение сверхпроводимости, двукратное подавление сверхпроводимости и, наконец, когда толщина сверхпроводящего слоя становилась меньше критической толщины, быстрое подавление сверхпроводимости при малых толщинах ферромагнитного слоя.

Обработка экспериментальных данных показала, что сплав $\text{Cu}_{41}\text{Ni}_{59}$ не может считаться «грязным металлом». Необходимы более детальное теоретическое рассмотрение [6] и обработка экспериментальных данных, которые позволят понять тонкие детали возвратного поведения сверхпроводимости и определить физические характеристики исследуемых материалов. Работа проведена в рамках совместного проекта РФФИ-Молдова № 06-02-90865-Мол_а и № 16R.

1. P. Fulde and R. Ferrell, Phys. Rev. **135**, A550 (1964).
2. A.I. Larkin and Yu. N. Ovchinnikov, Sov. Phys. JETP **20**, 762 (1965).
3. P. Fulde, Adv. Phys. **22**, 667 (1973), Fig. 22.
4. A.I. Buzdin, Rev. Mod. Phys. **77**, 935 (2005).
5. V. Zdravkov, A. Sidorenko, G. Obermeier et al., Phys. Rev. Lett. **97**, 057004 (2006).
6. D.Yu. Gusakova, A.A. Golubov, and M.Yu. Kupriyanov, JETP Letters **83**, 487 (2006).