

Магнетизм и сверхпроводимость – два макроскопических квантовых состояния вещества, которые играют очень важную роль в физике конденсированного состояния сами по себе благодаря огромному фундаментальному и прикладному интересу. Однако, когда мы комбинируем такие материалы, в нанобластях вблизи границ раздела возникает новая физика (в более узком смысле имеются в виду новые типы квантовых состояний), которая не реализуется в этих (а иногда и вообще каких-либо известных) материалах по отдельности. В общем смысле, такого рода квантовые эффекты, возникающие на интерфейсах, называются эффектами близости. Особенную актуальность их изучение приобрело в последние годы в связи с развитием нанотехнологий. В частности, можно собирать тонкопленочные слоистые гетероструктуры, где весь материал представляет собой область интерфейса. Это одно из активно развивающихся сейчас направлений в области создания функциональных квантовых материалов с заданными свойствами.

В данном проекте предлагается изучить эффект близости в тонкопленочных гибридных структурах сверхпроводник/ферромагнетик, сверхпроводник/антиферромагнетик, сверхпроводник/ферримагнетик и сверхпроводник/олтермагнетик. Предполагается, что студент освоит метод уравнений Боголюбова-де Женна и применит его для расчета сверхпроводящих корреляций в таких структурах. Сначала мы восстановим известные результаты для структур сверхпроводник/ферромагнетик и сверхпроводник/антиферромагнетик, в частности, получим индуцированные эффектом близости триплетные корреляции. Затем рассмотрим эффект близости в структурах сверхпроводник/ферримагнетик и сверхпроводник/олтермагнетик, в которых к настоящему моменту эффекты близости еще не изучались.

Рекомендуемая литература:

1. Для общего знакомства с методом уравнений Боголюбова-де Женна (на первом этапе от студента второго курса не требуется понимания деталей микроскопической теории сверхпроводимости и вывода уравнений Боголюбова-де Женна)

**Сверхпроводимость металлов и сплавов / Де Жен П. - М.: Мир, 1968.**

2. Для общего знакомства с применением уравнений Боголюбова де Женна для конкретных расчетов в тонкопленочных гетероструктурах и знакомства с эффектом близости в гетероструктурах сверхпроводник/антиферромагнетик

G. A. Bobkov, I. V. Bobkova, A. M. Bobkov, and Akashdeep Kamra, Néel proximity effect at antiferromagnet/superconductor interfaces, Phys. Rev. B **106**, 144512 (2022).

3. Для общего знакомства с эффектом близости в гетероструктурах сверхпроводник/ферромагнетик (для студента второго курса понять детали данного обзора будет очень сложно, поэтому рекомендуется при первом знакомстве обращать внимание только на качественную физику)

A. I. Buzdin, Proximity effects in superconductor-ferromagnet heterostructures, Rev. Mod. Phys. **77**, 935 (2005).