

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
на выпускную квалификационную (бакалаврскую) работу А.С. Слободского
“Квазичастичные состояния в сверхпроводящем вихре в гетероструктуре
сверхпроводник-киральнй ферромагнетик в том числе в присутствии
скирмиона”

Работа А.С. Слободского посвящена теоретическому исследованию вопроса о существовании майорановских состояний в сверхпроводящем вихре в гетероструктурах сверхпроводник-ферромагнетик. В работе аналитически и численно изучаются волновые функции майорановских состояний, а также энергии и волновые функции состояний локализованных на вихре. Единообразно рассматривается как случай однородно намагниченной ферромагнитной пленки так и случай наличия скирмиона, расположенного соосно с вихрем. Важным достижением работы является выяснение роли спин-орбитальной связи для существования майорановских состояний. Технически задача сводится к анализу уравнения типа Боголюбова-Де Жена с неоднородными матричными потенциалами.

Актуальность рассматриваемой задачи связана с тем, что недавно экспериментально (в Сингапуре и в Пекине) научились получать пары скирмион-вихрь в гетероструктурах сверхпроводник—киральнй ферромагнетик. Майорановские состояния, образующиеся вблизи кора вихря (как с учетом скирмиона, так и без) предлагается использовать для топологических квантовых вычислений. В тоже время знание того, как устроены волновые функции майорановских состояний и спектр низлежащих локализованных состояний отсутствовали в литературе. Таким образом, решаемая в дипломе задача является безусловно актуальной.

В дипломной работе поставленная задача А.С. Слободским полностью решена. Для аналитического анализа им применен квазиклассический метод, а для численной проверки полученных аналитически результатов проведено численное решение уравнений Боголюбова-Де Жена. По материалам дипломной работы подготовлена статья, выложенная в arXiv (arxiv:2605.06828) и отправленная в журнал Physical Review B. В написании статьи А.С. Слободской принимал самое активное участие.

В дальнейшем планируется развитие этой работы. Планируется изучить как будут меняться результаты при наличии скирмиона, центр которого сдвинут относительно центра вихря. Сохранится ли при этом майорановское состояние или нет?

Работая над задачей А.С. Слободской продемонстрировал достаточную самостоятельность, навыки работы с научной литературой, уверенное владение аналитическими методами квантовой механики и численными методами.

Бакалаврская работа написана в достаточно лаконичной форме, содержащей все основные этапы решения поставленных задач. Для читателя приведены физические соображения, иллюстрирующие полученные результаты.

Представленная бакалаврская работа удовлетворяет всем требованиям к выпускной квалификационной работе для бакалавра, а А.С. Слободской заслуживает присуждения степени бакалавр с оценкой отлично (10).

научный руководитель
Бурмистров Игорь Сергеевич,
док. физ.-мат. наук, проф. РАН
зам. дир. ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН
17 июня 2026 г.

