

# СТАБИЛЬНЫЕ СОСТОЯНИЯ (АНТИ)ВИХРЕЙ ПИРЛА И СКИРМИОНОВ НЕЕЛЯ В ТОНКИХ ГЕТЕРОСТРУКТУРАХ СВЕРХПРОВОДНИК-МАГНЕТИК

С.С. Апостолов<sup>1</sup>, Е.С. Андрияхина<sup>1</sup>, И.С. Бурмистров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ИТФ им. Л. Д. Ландау РАН, Черногловка, Россия  
ssapostoloff@yandex.com

В последние десятилетия магнитные скирмионы привлекли внимание, благодаря их перспективному применению для обработки и хранения высокой плотности данных. В настоящей работе мы изучаем взаимодействие через магнитные поля рассеяния сверхпроводящих вихрей Пирла и скирмионов Нееля в тонких гетероструктурах. Это исследование мотивировано недавними экспериментами, где были обнаружены пары вихрь–скирмион [1], а также возможностью использования майорановских мод, локализованных на таких парах, в квантовых вычислениях [2].

Для того, чтобы аналитически изучить эти явления, мы разработали новый подход, который описывает намагниченность скирмиона с помощью относительно простого анзаца [3]. Минимизируя свободную энергию с использованием этого анзаца, мы можем определить размер, искривлённую форму и устойчивое положение скирмиона в магнитном поле одного или нескольких (анти)вихрей. Мы представим фазовую диаграмму, описывающую тип стабильного состояния вихрь–скирмион, а также зависимости размера и смещения скирмиона от материальных параметров системы. Кроме того, будет показано, что скирмион может стабилизировать в своей близости пару вихрь–антивихрь. Работа поддержана грантом Российского научного фонда № 24-12-00357.

## Список литературы

- [1] A.P. Petrović et al, *Skyrmion-(Anti)vortex coupling in a chiral magnet-superconductor heterostructure*, Phys. Rev. Lett. **126**, 117205 (2021).
- [2] J. Nothhelfer et al, *Steering majorana braiding via skyrmion-vortex pairs: A scalable platform*, Phys. Rev. B **105**, 224509 (2022).
- [3] S.S. Apostoloff, E.S. Andriyakhina, and I.S. Burmistrov, *Deformation of a Néel-type skyrmion in a weak inhomogeneous magnetic field: Magnetization Ansatz and interaction with a Pearl vortex*, Phys. Rev. B **109**, 104406 (2024).