

Національна академія наук України  
Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголюбова



## **БОГОЛЮБОВСЬКІ ЧИТАННЯ**

присвячені 45-річчю

Інституту теоретичної фізики  
ім. М.М. Боголюбова НАН України

*13-15 грудня 2010*

Київ-2010

**Боголобовські читання:** програма і тези доповідей конференції з нагоди 45-річчя Інституту теоретичної фізики ім. М.М. Боголобова НАН України (Київ, 13 – 15 грудня 2010).

Боголобовські читання, названі на честь засновника і першого директора Інституту теоретичної фізики видатного фізика-теоретика і математика Миколи Миколайовича Боголобова (21.08.1909 – 13.02.1992), відбуваються щорічно. Цього року їх присвячено 45-річчю Інституту теоретичної фізики. Читання відкривають лекції Почесних докторів інституту, обраних у 2010 р. Збірка містить програму і тези доповідей з різних напрямів теоретичної фізики.

## МЕХАНІЗМ ПЕРЕМИКАННЯ ПОЛЯРНОСТІ МАГНІТНОГО ВИХОРУ

Ю.Б. Гайдідей<sup>1</sup>, В.П. Кравчук<sup>1</sup>, Д.Д. Шека<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Інститут теоретичної фізики ім. М.М. Боголобова НАН України

<sup>2</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Основним станом магнетиків субмікнометрового розміру (наномагнетиків) та високосиметричної форми може бути так званий вихровий стан. Цей стан є двічі вироджений за полярністю вихору – напрямком намагніченості в центрі вихору,  $p=\pm 1$ . Зміна знаку полярності пов'язана з подоланням енергетичного бар'єру, що значно перевищує характерну енергію теплових збурень, тому наномагнетики у вихровому стані є перспективними кандидатами для елементів енергонезалежної та надшвидкодійної пам'яті [1]. Проте повної теорії перемикання полярності магнітного вихору досі не побудовано, а критерії перемикання наразі активно дискутуються.

В даній роботі ми пропонуємо загальний підхід, в рамках якого вдалось поєднати два дуже різні механізми перемикання вихорів: симетричний та несиметричний. При симетричному механізмі розподіл намагніченості в процесі перемикання залишається радіально-симетричним відносно центру вихору. Даний механізм завжди реалізується для гайзенбергівських магнетиків [2], для випадку наномагнетиків перемикання за цим механізмом можна досягти під впливом сильного поперечного магнітного поля [3] або сильного спін-поляризованого струму [4], який тече перпендикулярно до площини магнетика. Нами також показано, що процес перемикання під дією вказаного спін-поляризованого струму супроводжується появою хіральних доменних стінок з подальшим утворенням стійкої двовимірної вихор-антивихрової кристалічної структури, що стабілізується вказаним спін-поляризованим струмом. Несиметричний механізм відбувається через проміжне народження поблизу вихору вихор-антивихрової пари з подальшою анігіляцією за схемою початковий вихор – новий антивихор [5]. Несиметричний механізм можна здійснити лише у наномагнетиках або під впливом імпульсу магнітного поля в площині магнетика [6], або під впливом змінного магнітного поля [5,7], або під впливом слабких спін-поляризованих струмів, прикладених як перпендикулярно до магнетика [8], так і в його площині. В останньому випадку, а також у випадку змінного поля,

нами продемонстровано можливість перемикання нерухомого вихору, що заперечує популярний в літературі «критерій критичної швидкості» [9]. Крім того, нами запропоновано просторові конфігурації змінних полів, при яких можливе народження будь-якої наперед заданої кількості вихор-антивихрових пар [10].

В рамках вказаного загального підходу показано, що симетричне перемикання відбувається внаслідок переходу в нелінійний режим магнетонної моди з азимутальним числом  $m=0$ , а несиметричне – в результаті нелінійного резонансу в системі мод з  $m=0,1,2$ , серед яких домінує мода з  $m=1$ . При наближено-локальному врахуванні диполь-дипольної взаємодії вдалося отримати критерій енергетичної вигідності того чи іншого механізму.

1. S.A. Wolf, et al., *Science*. **294**, 1488 (2001); S.D. Bader, *Surface Science*. **500**, 172 (2002).
2. Yu. Gaididei, T. Kamppeter, F. Mertens, *Phys. Rev. B* **61**, 9449 (2000); J.P. Zagorodny, Yu. Gaididei, F.G. Mertens, A.R. Bishop, *Eur. Phys. J. B* **31**, 471 (2003).
3. R. Höllinger, A. Killinger, U. Krey, *J. Magn. Magn. Mat.* **261**, 178 (2003);  
В.П. Кравчук, Д.Д. Шека, *Физика твердого тела*, **49**, 1834 (2007).
4. X. Xing, Y. Yu, S. Li, *J. Appl. Phys.* **105**, 103909 (2009).
5. B. Waeyenberge, et al., *Nature*. **444**, 461 (2006).
6. R. Hertel, S. Gliga, M. Fähnle, C.M. Schneider, *Phys. Rev. Lett.* **98**, 117201 (2007).
7. V.P. Kravchuk, D.D. Sheka, Yu. B. Gaididei, F.G. Mertens, *J. Appl. Phys.* **102**, 043908, (2007).
8. D.D. Sheka, Yu. Gaididei, F.G. Mertens, *Appl. Phys. Lett.* **91**, 082509 (2007)
9. K.-S. Lee, et al. *Phys. Rev. Lett.* **101**, 267206 (2008).
10. Yu. Gaididei, V.P. Kravchuk, D.D. Sheka, F. G. Mertens, *Phys. Rev. B* **81**, 094431 (2010).