МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ КУРСУ «ВСТУП ДО СПІНТРОНІКИ»

Проценко І.Ю., *професор*

Сумський державний університет, кафедра прикладної фізики

Відкриття явища гігантського магнітного опору (ГМО) послужило стимулом для накопичування експериментальних і теоретичних результатів, пов'язаних із спін-залежним електроперенесенням. Це створило методологічну базу для підготовки монографій з спінової електроніки (див., наприклад, [1]) або окремих розділів з цієї тематики в курсах з фізики твердого тіла. Із усією очевидністю постає питання про розробку спеціальних курсів з спінтроніки для студентів електронних спеціальностей, один із яких і по назві, і по змісту повинен мати назву «Вступ до спінтроніки» (він може бути і у варіанті дисципліни індивідуального вибору студентів). Очевидно, що із методичних міркувань спочатку необхідно зробити короткий екскурс в історію відкриття спін-залежного розсіювання (СЗР) електронів. Для цього можна скористатися не тільки роботою [1], але і Нобелівськими лекціями А. Ферта [2] і П. Грюнберга [3] та деякими фундаментальними роботами із спінтроніки (див., наприклад, [4]). Необхідно підкреслити, модель спін- залежної провідності була запропонована Н. Моттом у 1936 р. при аналізі особливостей електропровідності магнітних металів. Наступним етапом становлення спінтроніки стали дослідження А. Ферта електропровідності сплавів на основі Fe і Ni, легованих атомами Co, Au, Rh. Йому вдалося показати [2], що опір двох спінових каналів може суттєво відрізнятися (від 0,3 до 20, якщо сплави леговані атомами Cr або Co відповідно). Ці результати задовільно описуються двоструменевою моделлю, хоча по своїй суті вона феноменологічна і не враховує т.зв. явище «спін-фліп», тобто переміщування спінових станів. В той же час, необхідно підкреслити, що ще в 1993р. була запропонована Т. Валетом та Ф. Фертом [1] послідовна теорія ГМО. Не дивлячись на це, двоструменева модель дуже зручна для аналізу фізичних процесів у спін-вентилях як елементах спінової електроніки.

Оскільки відкриттю явища ГМО передувало відкриття П. Грюнбергом та ін. [3] явища антиферомагнітної взаємодії у магнітоперіодичних плівкових структурах, то методично буде правильним приділити певну увагу цьому питанню.

Подальше викладення теоретичного матеріалу необхідно здійснювати у двох напрямах. У першому із них детально аналізуються основні явища, які лежать в основі спінової електроніки: ГМО, спінова акумуляція електронів на межі феромагнітний метал/немагнітний метал, магнітний тунельний перехід і пов'язаний із ним тунельний магнітоопір, генерація мікрохвиль у результаті переносу спіна (ця частина спецкурсу повинна мати методичну підтримку у вигляді підборки оригінальних робіт). Другий напрям присвячується опису конструкції та принципу роботи приладів і пристроїв спінтроніки: сенсор магнітного поля, елемент пам'яті, біполярний спіновий перемикач, спіновий польовий та уніполярний транзистори та ін. (ця частина спецкурсу повинна бути пов'язана із тематикою курсових і дипломних робіт).

Література

1. Третяк О.В., Львов В.А., Барабанов О.В. Фізичні основи спінової електроніки.- Київ: КНУ, 2002.- 314с.
2. Ферт А. Происхождение, развитие и перспективы спинтроники (Нобелевская лекция)// УФН.- 2008.- Т.178, №12.- С.1336-1348.
3. Grunberg P.A. From spinwaves to GMR and beyond (Nobel lecture).- 2007.- P.92-108.
4. Fert A. The present and future of spintronics// Thin Solid Films.- 2008.- V.517.- P. 2-5.