

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Лукієнко Ірини Миколаївни**
«Особливості магнетооптичних ефектів Кера і Фарадея
в багатошарових наноплівках Co/Cu (111)»,
яка подана на здобуття наукового ступеню кандидата фізико-математичних
наук за спеціальністю 01.04.11 – магнетизм

Актуальність теми роботи. Багатошарові системи, які складаються із тонких феромагнітних шарів одного металу і розділені немагнітним прошарком іншого – це відкритий не так давно новий клас штучних магнітних матеріалів – металічних магнітних надґраток, або синтетичних антиферомагнетиків. На таких плівкових системах вперше доведено існування передбаченого раніше осцилюючого обмінного РКІ-зв'язку між феромагнітними шарами через електрони провідності немагнітних прошарків. В залежності від товщини немагнітних шарів в таких структурах встановлюються різні види взаємодії між феромагнітними шарами – антиферомагнітна і феромагнітна. Розвиток ідей, пов'язаних із вивченням таких багатошарових надґраток сприяли революційним досягненням в техніці магнітного запису інформації. Так, завдяки створенню плівкових магнеторезистивних головок для зчитування інформації з жорстких дисків густина запису на дисках виросла протягом 10 років в 1000 разів. Таких матеріалів в природі немає, і тому до вивчення синтезованих багатошарових плівок зберігається науковий і практичний інтерес. Особливості їх властивостей спричинена також значним питомим приповерхневим об'ємом, що розділяє різні компоненти плівки, в порівнянні з повним об'ємом багатошарової наноплівки. Подальший розвиток цього напрямку в фізиці і техніці пов'язують як із створенням нових багатошарових структур, так і із всебічним вивченням їх властивостей. В дисертаційній роботі вивчались особливості магнетооптичних ефектів в багатошарових наноплівках з різними видами взаємодії між феромагнітними шарами і актуальність теми дисертації І. М. Лукієнко беззаперечна.

Предметом досліджень дисертаційної роботи І. М. Лукієнко є механізми, які впливають на магнетооптичний відгук в періодичних плівках Co(111)/Cu(111) з незмінною товщиною шарів кобальту і різною товщиною мідних шарів.

Дисертація складається з п'яти розділів. У **першому розділі** приведено огляд літератури з питань, пов'язаних з магнетооптичними властивостями тришарових плівок «феромагнітний/немагнітний/феромагнітний метал», багатошарових наноплівок «феромагнітний/немагнітний метал», а також з впливом електронного квантування в шарах нормального металу на електронний спектр і спектр магнетооптичного ефекту Кера. В цьому розділі також коротко описано основні механізми виникнення ефектів Фарадея і Кера в феромагнітних металах. У **другому розділі** повідомляється про використані в роботі методи вимірів магнетооптичних ефектів Кера і Фарадея, про деталі вимірів намагніченості плівок на SQUID-магнетометрі, магнеторезистивних вимірів і про метод отримання зображень поверхонь плівок за допомогою атомного силового мікроскопу. В цьому ж розділі також описано спосіб виготовлення і характеристики досліджуваних багатошарових наноплівок

Co/Cu. У **третьому розділі** викладено результати вивчення ефекту Фарадея в плівках в залежності від напруженості магнітного поля. Користуючись лінійною залежністю кута Фарадеєвого обертання від величини поля, і, незалежно, прямими вимірами намагніченості плівок, здобувач визначила коефіцієнт пропорційності між намагніченістю і кутом Фарадеєвого обертання (постійну Кундта), який виявився залежним від товщини немагнітних шарів у плівках. У **четвертому розділі** описано результати вимірів і аналізу магнеторезистивних властивостей досліджуваних плівок. Для аналізу магнетопольових залежностей магнетоопору використовувались моделі розсіяння електронів провідності на феромагнітних блоках і суперпарамагнітних кластерах. Цей розділ також доповнюють низькотемпературні магнітні виміри плівки $[\text{Co/Cu}(1,8 \text{ нм})]_{20}$, що містить найбільшу кількість суперпарамагнітних кластерів. У **п'ятому розділі** повідомляється про вивчення поздовжнього ефекту Кера плівок, при аналізі магнетопольових залежностей якого було використано функції Ланжевена для опису намагнічування суперпарамагнітних кластерів Co і логнормальну функцію розподілу їх магнітних моментів. Доповнюють цей розділ спектральні виміри еліптичності плівки $[\text{Co/Cu}(1,8 \text{ нм})]_{20}$, в якій спостерігалось найбільше підсиленням Кероного обертання.

Обґрунтованість і достовірність результатів роботи І. М. Лукієнко не викликає сумнівів, так як вони були отримані на основі надійно апробованих методів і неодноразово обговорювались на семінарах і міжнародних конференціях. Головний результат, а саме ефект опосередкованого впливу електронного розмірного квантування на фрагментацію феромагнітних шарів кобальту, який було виявлено при дослідженні магнетооптичних ефектів Фарадея і Кера, підтверджується додатковими магнітними і магнеторезистивними вимірами плівок.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в дисертаційній роботі результати вивчення магнетооптичних властивостей багатошарових наноплівок $[\text{Co/Cu}(111)(d_{\text{Cu}})]_{20}$, доповнюють усталені уявлення про особливості формування феромагнітних шарів в наноструктурах «феромагнітний/немагнітний метал» і вказують на вплив квантового розмірного електронного ефекту в шарах немагнітного металу на процес осадження феромагнітних шарів при виготовленні плівки. Дані про залежність розмірів суперпарамагнітних Co кластерів від товщини немагнітних шарів є корисними для розробки багатошарових нанорозмірних структур з контрольованими і відтворюваними параметрами, з метою застосування їх у пристроях наномагнетооптики, фотоніки.

Дисертаційна робота містить нові результати в достатній кількості і справляє позитивне враження.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. При використанні моделей для опису магнетопольових залежностей Кероного обертання і зміни електроопору не враховували можливу магнітну взаємодію між суперпарамагнітними кластерами.

2. Грюнберг спостерігав гігантський магніторезистивний ефект величиною біля 50% в структурах близьких до тих, що досліджувались в

дисертації. Чому подібний ефект не спостерігався при дослідженні магнеторезистивного ефекту Вами?

3. В дисертації не приведено петель гістерезису величин магнетооптичних ефектів при циклічному намагнічуванні – розмагнічуванні плівок. Вони могли б дати відповідь на питання про існування обмінної взаємодії між шарами кобальту при певних товщинах шарів міді.

Висновок. Дисертація І. М. Лукієнко є закінченою науковою роботою. Написана зрозумілою науковою мовою і повністю задовольняє вимогам кандидатських дисертацій МОН України, зокрема, п.п. 9, 11 та 12 «Порядку присудження наукових ступенів», щодо кандидатських дисертацій, а її автор **Лукієнко Ірина Миколаївна** заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.11 – магнетизм. Основні результати роботи опубліковані у виданнях вітчизняного і міжнародного наукової друку і доповідалися на багатьох конференціях.

Офіційний опонент –
доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник,
провідний науковий співробітник
кафедри фізики металів та напівпровідників
Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут» МОН України

Підпис Самофолова В. М. засвідчую
Вчений секретар Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

