

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ярикова Станислава Алексеевича «*Магнитные и резонансные свойства пленочных структур в системе пермалой-висмут*», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 – «Физика магнитных явлений».

В последнее время внимание исследователей приковано к поиску и получению новых многофункциональных материалов, перспективных для применения в новом, бурно развивающемся направлении – спиновой электронике. Наибольший интерес здесь представляют многослойные магнитные системы, что обусловлено большим разнообразием наблюдаемых в них физических эффектов, а также благодаря гигантскому прикладному потенциалу таких систем. Обычно такие структуры представляют собой системы, состоящие из тонких магнитных слоев, разделенных немагнитными металлическими или диэлектрическими слоями. Можно отметить, что подобные структуры с немагнитными слоями из полуметаллов изучены недостаточно, хотя в них могут протекать новые, интересные магнитные явления. Такие системы имеют и многообещающий прикладной потенциал. Поэтому диссертационная работа Ярикова С.А., посвященная синтезу и исследованию магнитных слоистых структур с полуметаллической прослойкой NiFe/Bi/NiFe, представляется актуальной.

Автором отработана технология получения пленочных структур пермалой-висмут (двух- и трехслойные пленки), которая обеспечивает воспроизводимость их магнитных свойств.

В результате проведенных исследований Яриковым С.А. получен целый ряд новых и важных результатов о механизмах межслоевого взаимодействия через полуметаллическую прослойку.

Наибольшее внимание в диссертации уделено исследованию межслоевого обменного взаимодействия в структурах NiFe/Bi/NiFe, используя для этого методы магнитного резонанса (глава 3). Здесь можно отметить обнаруженную автором зависимость межслоевого взаимодействия и интерфейской магнитной анизотропии от толщины висмута и температуры - для пленок с малой толщиной прослойки висмута (4 и 6 нм) наблюдается рост величины анизотропии с температурой. Также интересным является и тот факт, что при толщине висмута  $d \sim 15$  нм интерфейсная анизотропия меняет знак.

Также хотелось бы отметить следующие результаты, полученные автором:

- обнаружено, что от очередности нанесения магнитного и немагнитного слоев зависит форма петель намагничивания. Это явление можно объяснить возникновением дополнительной магнитной анизотропии на интерфейсе;

- найдено, что присутствие слоя висмута изменяет как коэрцитивную силу, так и поле, при котором намагниченность структуры достигает насыщения. Причем, зависимость поля насыщения от толщины прослойки оказалась периодической, что свойственно системам, где имеет место изменение знака межслоевого взаимодействия между ферромагнитными слоями. Период осцилляций составил 8 нм, что заметно превышает таковой в случае межслоевого обмена для пленок с немагнитными металлическими и полупроводниковыми прослойками.

В целом, работа интересна и с точки зрения фундаментальных проблем физики магнитных явлений, и с прикладной точки зрения, поскольку системы пермалой-висмут расширяют семейство материалов, обладающих управляемым межслоевым обменным взаимодействием, что важно при разработке новых устройств спинtronики.

Результаты диссертационной Ярикова С.А работы изложены в 11 публикациях, среди которых 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК, и 9 публикаций в сборниках трудов международных и всероссийских конференций.

В целом, судя по автореферату, диссертационная работа Ярикова С.А. является завершенным исследованием, выполненным на высоком научном уровне. Считаю, что диссертация Ярикова Станислава Алексеевича удовлетворяет пп. 8-12 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» РФ и требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор работы заслуживает присуждение ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.11 - физика магнитных явлений.

Даю свое согласие на обработку персональных данных.

И.о. заведующего лабораторией Физики неравновесных процессов в неоднородных системах ФИАН

д. ф.-м. н

/Ф.А. Пудонин/

119991, Москва, ГСП-1, Ленинский проспект, д.53, Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, корпус 1. Тел.: +7(499) 132-67-57, E-mail: pudoninfa@lebedev.ru

Подпись Ф.А. Пудонина удостоверяю:

Ученый секретарь

Физического института им. П.Н.Лебедева РАН

к.ф.-м.н.



/А.В. Колобов/