

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о работе Заборницына Романа Сергеевича по кандидатской диссертации «Магнитотранспортные свойства спиновых клапанов на основе редкоземельных и переходных металлов», представляемой на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений.

Заборницын Роман Сергеевич в 2017 году окончил обучение в физико-технологическом институте Уральского федерального университета им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. Выполнение исследовательских работ и подготовка магистерской диссертации по теме «Магниторезистивные свойства нерегулярных наноструктур Fe/Cr и CoFe/Cu» проходила в лаборатории электрических явлений ИФМ УрО РАН. За время обучения Заборницын Р.С. освоил работу на установке молекулярно-лучевой эпитаксии «Катунь-С», приобрел навыки проведения исследований магнитных и магниторезистивных свойств многослойных наноматериалов. В 2017 году был принят на работу в ИФМ УрО РАН на должность инженера-исследователя. С 2017 по 2021 год проходил обучение в аспирантуре. В настоящее время работает в лаборатории квантовой наноспинтроники ИФМ УрО РАН в должности младшего научного сотрудника.

За прошедшее время Заборницын Р.С. детально ознакомился с литературными данными по направлению исследований наноматериалов с эффектом гигантского магнитосопротивления. В число освоенных им экспериментальных работ входят: рост многослойных образцов методом молекулярно-лучевой эпитаксии, исследование магнитных характеристик с помощью вибрационного магнитометра, исследование магнитотранспортных свойств при различных температурах с использованием автоматизированной лабораторной установки, проведение отжига пленочных образцов, исследование структуры пленок на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3М. Также он прошел обучение работе на установке магнетронного распыления MPS-4000 С6, используемой для получения многослойных наноструктур.

В рамках темы диссертационной работы была поставлена задача – изучение особенностей магнитотранспортных свойств спиновых клапанов на основе редкоземельных и переходных металлов и разработка эффективных методов управления этими свойствами. Объектами исследований были тонкие пленки 3-d металлов, пленки редкоземельных металлов и наноструктуры типа спиновый клапан различных композиций, а также микрообъекты и прототипы сенсорных элементов, изготовленные методами литографии из пленочных образцов.

Заборницын Р.С. принимал активное участие на всех этапах выполнения технологических и исследовательских работ, результаты которых составили основу диссертации. Он непосредственно занимался: отработкой методов магнетронного получения пленок и спиновых клапанов, исследованием их магнитных и магнитотранспортных свойств, проведением термомагнитной обработки, разработкой дизайна микросенсоров, обсуждением полученных результатов, а также подготовкой и написанием статей и тезисов докладов.

В результате проведенных исследований были получены следующие основные оригинальные результаты:

- при использовании ферромагнетика $\text{Co}_{70}\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{10}$ с нулевой константой магнитострикции и особого буферного слоя $\text{Ta}/(\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20})_{60}\text{Cr}_{40}$ получены спиновые клапаны с выраженной осциллирующей зависимостью сдвига низкополевой петли гистерезиса от толщины прослойки Cu . Это позволило создать спиновый клапан с большим магнитосопротивлением и нулевым сдвигом низкополевой петли гистерезиса;

- разработана эффективная методика формирования в микрополосках спинового клапана, объединенных в мостовую схему Уитстона, особой конфигурации осей однонаправленной анизотропии, необходимой для получения максимального выходного сигнала датчика;

- впервые предложено использовать спиновый клапан, обладающий эффектом гигантского магнитосопротивления, в качестве инструмента для получения информации о магнитном состоянии в сверхтонких слоях гелимагнетиков;

- показано, что наличие обменного взаимодействия на границе между слоем редкоземельного магнетика и свободного ферромагнитного слоя в спиновом клапане, при понижении температуры и переходе в область температур существования гелимагнитного состояния, приводит к изменению магнитосопротивления, что связано с температурным изменением периода геликоида.

За время работы Заборницын Р.С. проявил себя инициативным сотрудником, способным самостоятельно проводить научные исследования. По уровню квалификации и качеству проводимых исследований Заборницын Р.С. является сложившимся научным работником. Выполненные им в рамках представленной диссертационной работы исследования носят законченный характер. Результаты работы изложены в 11-ти опубликованных статьях, входящих в перечень ВАК, и в 11-ти тезисах докладов на российских и международных конференциях.

Считаю, что диссертационная работа «Магнитотранспортные свойства спиновых клапанов на основе редкоземельных и переходных металлов», удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Заборницын Роман Сергеевич заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. Физика магнитных явлений.

28.11.2022.

Доктор физико-математических наук,

заведующий лабораторией
квантовой наноспинтроники ИФМ УрО РАН,
главный научный сотрудник
Миляев Михаил Анатольевич

✓ — 3

Институт физики
620137, г. Екатеринбург
E-mail: miyaev@ipm.uran.ru



_____ г.
_____ юва