

ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу Кудюкова Егора Владимировича «Магнетизм плёнок типа R-T ($R=Gd, Tb, Dy$; $T=Co, Fe$) и прикладные свойства плёночных нанокмполитов на их основе», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12. – Физика магнитных явлений

Редкоземельные магнетики представляют собой сложный и интересный объект исследований, вобравший в себя широкий спектр собственно магнитных и сопутствующих им физических свойств, в том числе востребованных практикой. Особенно ярко их прикладной потенциал раскрывается в комбинации редкоземельных металлов (R) с металлами группы железа (T). В сочетании локализованного и коллективизированного типов магнетизма, специфических особенностей атомного строения реализуются высокие температуры магнитного упорядочения, большая магнитная анизотропия, гигантская магнитострикция, значимый магнитокалорический эффект. Всё это в полной мере относится к объектам, не имеющим размерных ограничений, но априори не может быть перенесено на тонкие плёнки ввиду их структурной специфики и значительной роли размерного фактора в формировании магнитных свойств. В то же время именно плёнки являются той функциональной средой, которая востребована современной магнитоэлектроникой и спинтроникой.

Плёнки типа R-T не обойдены вниманием при постановке фундаментальных исследований и поиске возможностей применения планарных магнитных сред. Однако объём накопленной на сегодняшний день информации явно недостаточен для обеспечения растущих потребностей практики, в первую очередь, в сферах магнитной сенсорики и спинтроники. Соответствующий анализ позволил сформулировать проблему, решению которой посвящена диссертационная работа Е.В. Куюкова – установление детализированных концентрационных закономерностей формирования магнитных свойств плёнок систем R-Co ($R=Gd, Tb, Dy$) и построение на этой основе прототипов функциональных магнитных сред. Для её решения перед диссертантом были поставлен ряд конкретных исследовательских задач. Среди них: получение объектов исследования – тонких пленок систем R-Co в широком диапазоне концентраций R-элементов, а также многослойных пленок

на их основе, обладающих эффектом обменного смещения и тенземагниторезистивным эффектом; установление общих закономерностей и специфики формирования магнитных свойств указанных плёнок для $R = \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}$; определение особенностей «обменного закрепления» слоя Gd-Co в структуре типа $\text{FeMn}/(\text{Gd-Co})$ и слоя $\text{Fe}_{10}\text{Ni}_{90}$ в структуре $\text{Fe}_{10}\text{Ni}_{90}/\text{Tb}_{27}\text{Co}_{73}$; оценка возможностей использования плёнок Terfenol-D ($\text{Tb}_{10}\text{Dy}_{23}\text{Fe}_{67}$), в составе структур с тенземагниторезистивным эффектом.

Е.В. Кудюков успешно справился с поставленными задачами и получил ряд новых интересных результатов, к которым можно отнести: обнаружение и трактовку асперомагнитного состояния в плёнках Gd ; выделение двух противоположных тенденций в формировании магнетизма систем $R\text{-Co}$, которые состоят в понижении эффективности косвенного $f\text{-d}$ и $s\text{-f}$ обмена при аморфизации и усилении $f\text{-d}$ обменного взаимодействия за счет увеличения плотности носителей в гибридизированной $3d\text{-}5d$ подзоне; установление возможностей и закономерностей варьирования обменного смещения слоя Gd-Co в составе структуры $\text{FeNi}/\text{FeMn}/\text{Gd-Co}$ путём изменения магнитной предыстории или температуры вблизи состояния магнитной компенсации; установление различий в механизмах перпендикулярной магнитной анизотропии, реализующихся в плёнках типа Terfenol-D, полученных по разной технологии; обнаружение тенземагниторезистивного эффекта в плёнках $\text{Tb}_{10}\text{Dy}_{23}\text{Fe}_{67}/\text{Fe}_{20}\text{Ni}_{80}$.

Полученные результаты имеют хорошее публикационное представление и апробированы путем обсуждения их с личным участием автора на многих научных конференциях. Они также вошли в отчёты по проектам, в выполнении которых участвовал Е.В. Кудюков: грант РФФИ № 18-72-10044 «Физико-технологические основы формирования функциональных свойств плёночных нанокompозитов для магнитомикроэлектроники»; госзадание Минобрнауки по теме FEUZ-2020-051 «Исследование магнитных явлений в атомных системах на основе $4f$ и $3d$ - переходных металлов в состояниях с различной пространственной размерностью и магнитопольевых эффектов в механически твердых и мягких магнитных композитах как материалах для перспективных инженерных и медико-биологических технологий»; грант РФФИ № 19-32-90082 Аспирант «Магнитные, магнитоупругие свойства и тенземагниторезистивный эффект плёнок и слоистых композитов на основе редкоземельных магнетиков».

В целом можно заключить, что Е.В. Кудюков является сформировавшимся физиком-исследователем. Его отличают увлечённость решением поставленных научных и методических задач, высокая деловая активность, мобильность, восприимчивость к новациям в области физического,

в том числе компьютерного эксперимента, хорошие организаторские способности. Он может самостоятельно ставить и решать научные задачи в области магнетизма и функциональных магнитных материалов. Всё это позволяет считать, что Е.В. Кудюков достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.12, – Физика магнитных явлений.

Научный руководитель
зав. кафедрой магнетизма и магнитных наноматериалов
ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,
доктор физико-математических наук, профессор

— Васьковский
Владимир Олегович

29.04.2021

620002, Екатеринбург,
ул. Мира, 19,
тел.: (343) 389-95-67
e-mail: Vladimir.Vaskovskiy@urfu.ru

Подпись Васьковский В.О.
Заверяю: вед. документовед
Будавина С.Ю.

