

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Ф.М. ДОСТОЕВСКОГО

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ОПИСАНИЯ КРИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
УЛЬТРАТОНКИХ ПЛЕНОК**

Монография

Омск



2016

УДК 53
ББК 22.365
Т338

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом ОмГУ

Рецензенты:

д-р физ.-мат. наук, вед. науч. сотр. лаборатории теоретической физики

Института электрофизики УрО РАН Э.З. Кучинский,

д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой физики СибГАУ С.С. Аплеснин

Авторы: В.В. Прудников, П.В. Прудников, М.В. Мамонова, М.А. Медведева

Т338 Теоретические методы описания критических свойств ультратонких пленок : монография / [В. В. Прудников и др.]. – Омск : Изд-во Ом. гос. ун-та, 2016. – 138 с.

ISBN 978-5-7779-1972-4

Излагаются принципы и результаты применения современных вычислительных методов Монте-Карло и функционала спиновой плотности к исследованию и расчету характеристик межфазного взаимодействия ультратонких пленок на основе переходных металлов Fe, Co, Ni с пленками немагнитных металлов. Дано статистическое модельное описание процесса образования устойчивых спиновых структур, магнитных фазовых превращений в данных системах, проведен расчет характеристик для ультратонких магнитных пленок и мультислойных структур при их размерных изменениях от монослоевой до наномасштабной толщины. Представлены результаты исследований методами Монте-Карло трехслойных и спин-вентильных структур с эффектами гигантского магнитосопротивления и разработанная авторами методика определения коэффициента магнитосопротивления для данных структур. Показано, что рассчитанная температурная зависимость коэффициента магнитосопротивления находится в хорошем соответствии с экспериментальными данными, полученными для структур Fe(001)/Cr(001) и спиновых вентиляй CFAS/Ag/CFAS/I_gM_p на основе сплава Гейслера Co₂FeAl_{0.5}Si_{0.5} (CFAS).

Для научных работников, занимающихся исследованиями в области фазовых переходов и критических явлений, физики конденсированного состояния и физики поверхности, а также аспирантов и магистрантов физических специальностей высших учебных заведений.

**УДК 53
ББК 22.365**

**Результаты исследований, представленные в монографии,
получены при частичной поддержке Российского научного фонда,
грант № 14-12-00562**

© Прудников В.В., Прудников П.В.,
Мамонова М.В., Медведева М.А., 2016

© ФГБОУ ВО «ОмГУ
им. Ф.М. Достоевского», 2016

ISBN 978-5-7779-1972-4

Оглавление

Введение	5
1. Численное исследование критических свойств тонких магнитных пленок	9
Введение	9
1.1. Анизотропная модель Гейзенберга	10
1.2. Спинориентационный переход	15
1.3. Размерные эффекты в критическом поведении тонких пленок	20
1.4. Конкуренция одноосной анизотропии и диполь-дипольного взаимодействия в критическом поведении гейзенберговских пленок	27
1.5. Основные результаты и выводы	35
2. Теоретическое описание энергетических и магнитных свойств тонких пленок в рамках метода функционала плотности	37
Введение	37
2.1. Описание процессов формирования субмонослойных и монослойных ферромагнитных пленок	41
2.1.1. Модель. Основные уравнения и методика расчета .	42
2.1.2. Результаты расчета и их анализ	59
2.1.3. Заключение	75
2.2. Исследование зависимости энергетических и магнитных характеристик многослойных пленок от их толщины	76
2.2.1. Основные уравнения и методика расчета	78
2.2.2. Результаты расчета характеристик пленок и их анализ	84
2.2.3. Заключение	93

3. Моделирование методами Монте-Карло мультислойных магнитных структур с эффектами ГМС и расчет коэффициента магнитосопротивления	95
Введение	95
3.1. Статистическое моделирование трехслойных и спин-вентильных магнитных структур. Расчет магнитных характеристик	98
3.2. Расчет методами Монте-Карло коэффициента магнитосопротивления для мультислойных магнитных структур	105
3.3. Выводы	115
Заключение	116
Библиографический список	121