

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук Блинова Михаила Ильича
на тему: «Магнитотранспортные свойства сплавов на основе Ni-Mn в
области магнитоструктурных переходов»
по специальности 01.03.12 (01.04.11) - «Физика магнитных явлений»

Гальваномагнитные явления, связанные с влиянием магнитного поля на движение носителей электрического тока в проводнике, привлекли особое внимание ученых после открытия, сделанного Э. Холлом в 1879 г. нового эффекта, названного впоследствии его именем. Вскоре было обнаружено существование нескольких аналогичных эффектов (чётных и нечётных гальвано- и термомагнитных). Главным существенным достоинством гальваномагнитных исследований является их методическая простота и относительно невысокие требования к чистоте и степени совершенства кристаллов. Благодаря этим обстоятельствам гальваномагнитные измерения долгое время являлись основными методами, которые были использованы для систематического изучения электрофизических характеристик металлов, их сплавов и соединений. Наибольший интерес представляют исследования кинетических эффектов в таких материалах, в которых реализуется многообразие магнитных структур и магнитных состояний. Исследования гальваномагнитных эффектов, в том числе, эффекта Холла и эффекта изменения электрического сопротивления в магнитном поле, дают информацию как о природе магнетизма, так и о механизме проводимости в этих материалах. Следует отметить, что особое значение таких исследований в последние годы связано с бурным развитием спинтроники, основанной на использовании магнитотранспортных свойств ферромагнитных структур, а также с возможностью практического применения результатов исследований для создания датчиков магнитных полей и магниторезистивных элементов памяти и других развивающихся направлений современной электроники.

Новые эффекты в материалах открывают и новые возможности. Среди наиболее интересных для исследовательской деятельности оказались высокорезистивные сплавы на основе NiMnGa и NiMnIn, которые также хорошо известны как сплавы с памятью формы. Высокая величина электрического сопротивления усиливает наблюдаемые эффекты. Поэтому детальные исследования физических свойств указанных ферромагнитных материалов имеют не только практическое значение, но и предоставляют ценную информацию о физических свойствах самих объектов вблизи фазовых

переходов, а также об основных взаимодействиях, оказывающих влияние на магнитоупорядоченное состояние.

Учитывая всё вышеизложенное, диссертационная работа М.И. Блинова, посвящённая экспериментальным исследованиям структурных, магнитных, магнитокалорических и транспортных (электропроводность, магнитосопротивление, эффект Холла) свойств сплавов на основе Ni-Mn является **актуальной**.

Новизна исследований, выполненных М.И. Блиновым, определяется как уникальностью выбранных объектов, так и комплексным подходом изучения свойств. **Практическая ценность** работы не вызывает сомнений, поскольку результаты проведённых экспериментальных исследований открывают уникальную возможность получить магнитные материалы с широким спектром функциональных свойств с заранее прогнозируемыми характеристиками.

Диссертация М.И. Блинова «Магнитотранспортные свойства сплавов на основе Ni-Mn в области магнитоупорядоченных переходов» состоит из введения, шести глав, заключения и библиографического списка литературы.

Во введении обоснованы актуальность темы исследования, описаны цели и задачи исследования, сформулированы защищаемые положения, а также научная новизна и значимость полученных результатов.

Обзор литературы представлен в главе 1. Подробно описаны магнитотранспортные явления и магнитокалорический эффект, а также магнитные и магнитоупорядоченные фазовые переходы.

В главе 2 отражена экспериментальная часть работы, а именно указаны методы получения образцов, приведены результаты их аттестации (главным образом, с помощью метода рентгеноструктурного анализа), а также достаточно подробно описаны методы исследования и обработки экспериментальных данных.

В главах 3-6 описаны основные результаты проведенных исследований. Следует отметить, что научные результаты диссертационной работы были представлены на семи всероссийских и международных конференциях и опубликованы в семи статьях в профильных научных журналах. Кроме того, разработанные в диссертации методики разделения вкладов в аномальный эффект Холла легли в основу учебного пособия.

К наиболее важным результатам диссертационной работы следует отнести следующие.

1. При исследовании магнитных свойств системы $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{35}\text{In}_{15-x}\text{V}_x$ (где $x = 0,5 - 2$ ат. %) в полях до 20 кЭ в температурном интервале 250 – 340 К во всех сплавах обнаружен магнитоструктурный переход, который экспериментально подтверждён особенностями в поведении эффекта Холла и магнитосопротивления.
2. В сплавах $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{35}\text{In}_{14,25}\text{V}_{0,75}$ и $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{35}\text{In}_{14,5}\text{V}_{0,5}$ при магнитоструктурном фазовом переходе происходит смена знака эффективных носителей тока. Зафиксирован рост коэффициентов аномального эффекта Холла при приближении к магнитоструктурному переходу, связанный с изменением плотности электронных d - состояний.
3. В низкотемпературной фазе сплавов $\text{Ni}_{47,3}\text{Mn}_{30,6}\text{Ga}_{22,1}$ и $\text{Ni}_{49}\text{VMn}_{35}\text{In}_{15}$ обнаружена немонотонная зависимость эффекта Холла от величины магнитного поля. В обоих образцах по результатам гальваномагнитных исследований выше температуры Кюри обнаружен структурный переход.
4. Разработана методика разделения вкладов в эффект Холла, наглядно продемонстрировавшая возможность обнаружения скрытых магнитоструктурных переходов, при которых имеет место слабое изменение намагниченности сплава.

Рекомендации и выводы, следующие из содержания диссертационной работы, приведены в специальных разделах «Основные результаты и выводы», и имеют научную и практическую значимость, **основные положения обоснованы**. В целом автором проделана большая, главным образом, экспериментальная работа.

Достоверность экспериментальных результатов не вызывает сомнений и обусловлена как корректным использованием современной приборной базы, так и взаимным сопоставлением теоретического моделирования и эксперимента.

Вместе с тем по работе следует сделать ряд **замечаний** и пожеланий.

1. В литературном обзоре отсутствует информация об объектах исследования. Нет экспериментальных данных о характеристиках базового состава системы $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{35}\text{In}_{15-x}\text{V}_x$, где $x = 0$. Не приведена классификация магнитных и магнитоструктурных фазовых переходах. Нет выводов к разделу литературный обзор.
2. Не ясно, выполнялся ли элементный анализ для исследуемых образцов.
3. Известно, что величина магнитокалорического эффекта в образцах с памятью формы значительна в области фазовых переходов

только при первом вводе и выводе магнитного поля. Не ясно проводились ли подобные исследования на выбранных образцах.

4. Для облегчения восприятия изложенного текста необходимы наглядные фазовые диаграммы, отражающие все магнитные, магнитоструктурные и структурные фазовые переходы.
5. В тексте много опечаток и неточностей.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает всем требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.03.12 (01.04.11) - «Физика магнитных явлений» (по естественным наукам), а также критериям, определённым пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям №5,6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Блинов Михаил Ильич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.12 (01.04.11) - «Физика магнитных явлений».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, отделение физики твердого тела, кафедра физики твердого тела, физический факультет, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова»

Терёшина Ирина Семёновна

Контактные данные:

тел.: +74959394243, e-mail: tereshina@physics.msu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена

диссертация:

01.04.11 – физика магнитных явлений

Адрес места работы:

119991, Российская Федерация, г. Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Московский Государственный Университет имени
М.В. Ломоносова», физический факультет, кафедра физики твердого тела
Тел.: +74959394243; e-mail: tereshina@physics.msu.ru

Подпись Терёшиной И.С. удостоверяю:

Учёный секретарь Учёного совета Физического факультета МГУ имени
М.В.Ломоносова доктор физико-математических наук,
профессор В.А.Карavaев