

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Упорова Сергея Александровича на тему «Структурообразование, электронный транспорт и магнитные свойства многокомпонентных металлических систем», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Представленная диссертационная работа С.А. Упорова посвящена решению фундаментальной научной проблемы современного материаловедения — установлению взаимосвязей между составом, структурой и функциональными свойствами многокомпонентных металлических систем. Исследование отличается комплексным подходом, сочетающим современные экспериментальные методики с теоретическим моделированием, и охватывает широкий класс материалов — от классических стеклообразующих сплавов до новейших высокоэнтروпийных систем и интерметаллических соединений со структурой типа Лавеса.

Актуальность работы неоспорима. Разработка многокомпонентных систем с заданными свойствами представляет собой ключевое направление в создании новых функциональных материалов. Особую значимость исследованию придает тот факт, что оно направлено на преодоление существующего разрыва между эмпирическими подходами и физически обоснованными методами прогнозирования структуры и свойств сложных металлических систем.

Научная новизна исследования подтверждается следующими существенными результатами:

1. Создан и верифицирован оригинальный феноменологический подход к прогнозированию стеклообразующих составов в эвтектических системах на основе анализа фазовых диаграмм и критерия равнофазности.
2. Проведена критическая ревизия роли конфигурационной энтропии в высокоэнтропийных сплавах и установлено доминирующее влияние топологических и геометрических факторов на структурообразование.
3. Впервые синтезированы термически стабильные многокомпонентные фазы Лавеса и определены критерии их стабилизации.
4. Обнаружен исключительно высокий тензометрический эффект в жаропрочных высокоэнтропийных сплавах, превосходящий характеристики коммерческих сплавов более чем в два раза.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнения и обеспечивается применением комплекса современных экспериментальных методов, включая рентгеноструктурный анализ, электронную микроскопию, EXAFS-спектроскопию, исследования транспортных, магнитных и теплофизических свойств, в сочетании с *ab initio* моделированием. Широкая апробация работы на международных конференциях и публикация основных результатов в 27 научных статьях, из которых 17 входят в Q1 Web of Science, свидетельствуют о высоком уровне проведённых исследований.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в создании научной основы для целенаправленного дизайна новых функциональных материалов с заданными свойствами. Разработанные подходы позволяют прогнозировать стеклообразующую способность, фазовую стабильность и функциональные характеристики многокомпонентных систем. Обнаруженные аномальные тензометрические свойства высокоэнтропийных сплавов открывают перспективы для создания нового поколения высокочувствительных сенсоров давления и деформации.

При детальном ознакомлении с авторефератом диссертации возникли следующие вопросы и замечания, требующие дополнительного обсуждения:

1. В разделе, посвящённом тензометрическим свойствам, отсутствует сопоставление с существующими теоретическими моделями. Планируется ли разработка физической модели для объяснения обнаруженных аномалий? Какие механизмы ответственны за наблюдаемый эффект?
2. Каковы практические перспективы применения выявленных магнитокалорических эффектов в РЗМ ВЭС? С какими технологическими проблемами можно столкнуться при реализации этих материалов в реальных устройствах магнитного охлаждения?

Диссертационная работа С.А. Упорова представляет собой завершённое фундаментальное исследование, выполненное на высоком научном уровне. Полученные результаты вносят значительный вклад в физику конденсированного состояния и материаловедение сложных систем, открывают новые перспективы для направленного дизайна функциональных материалов.

Учитывая сказанное выше, считаю, что диссертационная работа Упорова Сергея Александровича на тему «Структурообразование, электронный транспорт и магнитные свойства многокомпонентных металлических систем» полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, а её автор заслуживает

присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

«_19_» _сентября_ 2025 г.

доктор технических наук, главный научный сотрудник, заведующий кафедрой редких металлов и наноматериалов физико-технологического института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Карташов Вадим Викторович

620062, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Телефон: +7 (343) 3754741, **e-mail:** v.v.kartashov@urfu.ru

Я, Карташов Вадим Викторович, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе.

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ УРФУ
МОРОЗОВА В.А.

