

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации А.С. Фортуна «Особенности формирования ферромагнитной τ -фазы в сплавах системы Mn-Al, легированных Ga и V, в массивном и быстрозакалённом состояниях», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния» и состоявшейся в НИТУ МИСИС 6 октября 2026 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 29 июня 2026 года, протокол № 40.

Диссертация выполнена на кафедре физического материаловедения НИТУ МИСИС Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент кафедры физического материаловедения НИТУ МИСИС Горшенков Михаил Владимирович.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 40 от 29.06.2026) в составе:

1. Прокошкин Сергей Дмитриевич – д.ф.-м.н., профессор, главный научный сотрудник кафедры обработки металлов давлением НИТУ МИСИС – председатель комиссии;

2. Лилеев Алексей Сергеевич – д.ф.-м.н., профессор кафедры физического материаловедения НИТУ МИСИС;

3. Дубинский Сергей Михайлович – д.ф.-м.н., доцент кафедры обработки металлов давлением НИТУ МИСИС;

4. Кольчугина Наталья Борисовна – д.т.н., заведующая лабораторией физикохимии тугоплавких и редких металлов и сплавов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук;

5. Терёшина Ирина Семёновна – д.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник кафедры физики твёрдого тела Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», г. Калининград.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Установлены закономерности фазовых превращений, структурообразования и формирования магнитных свойств ферромагнитных сплавов на основе системы Mn-Al, легированных галлием и ванадием, как в литом и отожжённом, так и в быстрозакалённом состояниях.

– Предложены научные гипотезы о физической природе факторов снижения намагниченности насыщения в быстрозакалённых лентах Mn-Al-Ga, включая планарные скопления дислокаций с вектором Бюргерса $\frac{1}{2}\langle 111 \rangle$ и образование прослоек антифазных доменов, а также протекании магнитного фазового перехода первого рода в сплаве Mn□□Al□□V□, проявляющегося в температурном гистерезисе намагниченности.

– Продемонстрирована перспективность использования быстрозакалённых лент на основе системы Mn-Al-V (в частности, состава $\text{Mn}_{50}\text{Al}_{40}\text{V}_{10}$) для создания постоянных магнитов, не содержащих редкоземельных металлов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– Установлены полная последовательность и температуры фазовых переходов в быстрозакалённых лентах Mn-Al-Ga (включая выделение и последующее растворение частиц $\beta\text{-Mn}$), а также в сплавах Mn-Al-V в литом, закалённом и быстрозакалённом состояниях; показано, что легирование ванадием снижает термодинамическую стабильность τ -фазы.

– Обоснована роль высокой плотности дислокаций с вектором Бюргерса $\frac{1}{2}\langle 111 \rangle$ в снижении намагниченности насыщения быстрозакалённых лент Mn-Al-Ga.

– Получен прототип участка фазовой диаграммы системы Mn-Al-V с нанесённой областью существования ферромагнитной метастабильной τ -фазы, построена диаграмма зависимости фазового состава быстрозакалённых лент Mn-Al-V от элементного состава сплава.

Практическая значимость результатов исследования подтверждается тем, что:

– Разработаны научно обоснованные рекомендации по выбору составов ($\text{Mn}_{50}\text{Al}_{40}\text{V}_{10}$) и режимов термической обработки (температуры отжига, скорости закалки), обеспечивающих максимальный выход ферромагнитной τ -фазы для производства постоянных магнитов, не содержащих редкоземельных элементов.

– Установлены температуры фазовых превращений в сплавах Mn-Al-Ga и Mn-Al-V, построен прототип фазовой диаграммы Mn-Al-V, что наряду с данными о способах закалки и оптимальных составах формирует научную базу для разработки технологических регламентов получения постоянных магнитов на основе сплавов системы Mn-Al.

– Представлены предложения по дальнейшему поиску обработок, снижающих плотность планарных дислокаций в лентах Mn-Al-Ga, подбору дополнительных легирующих элементов, поиску способов уменьшения количества нанодвойников в быстрозакалённых лентах Mn-Al-V для повышения коэрцитивной силы; проведению дальнейших исследований природы гистерезиса температуры Кюри.

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее:

– Результаты экспериментальных исследований получены на сертифицированном современном оборудовании (дифференциальный сканирующий калориметр, рентгеновский дифрактометр, растровый и просвечивающий электронные микроскопы, вибромагнитометр); воспроизводимость результатов исследования в различных условиях (варьирование составов, скоростей закалки, режимов отжига) соблюдается.

– Теоретическая часть построена на известных, проверяемых данных и фактах, не противоречит опубликованным экспериментальным данным по теме диссертации; расчёты методом функционала плотности (DFT) согласуются с собственными экспериментальными наблюдениями и объясняют влияние антифазных границ на величину намагниченности.

– Установлено качественное и количественное соответствие авторских результатов результатам, представленным в независимых источниках по данной тематике (значения удельной намагниченности насыщения, температур фазовых переходов и др.).

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке цели и задач исследования, самостоятельном выполнении всех термических обработок образцов, проведении исследований методами рентгеновской дифрактометрии и электронной микроскопии, обработке и интерпретации всех полученных экспериментальных результатов, подготовке публикаций и представлении результатов на международных и всероссийских конференциях. Исследования методами дифференциальной сканирующей калориметрии, вибрационной магнитометрии, а также расчёты методом функционала плотности выполнены при непосредственном участии соискателя.

Соискатель опубликовал 5 статей в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, из них 3 в журналах, индексируемых в базах Web of Science и Scopus и входящих в квартили Q1 и Q2.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Фортуна А.С. соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как представленные в ней результаты и выводы, полученные на основании выполненных автором исследований, обладают несомненной научной новизной, носят фундаментальный характер, и вносят весомый вклад в решение актуальной научной задачи: установление влияния легирующих элементов (галлия и ванадия) на фазовый состав и дефектную структуру, а также магнитные свойства сплавов на основе системы Mn-Al при получении их различными методами (литьём с последующим отжигом и быстрой закалкой). Решение описанной задачи является важным шагом на пути к разработке импортозамещающих технологий производства постоянных магнитов.

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Анастасии Сергеевне Фортуна ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. – «Физика конденсированного состояния» по результатам публичной защиты диссертации.

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 5 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 5, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии

С.Д. Прокошкин

06.10.2026