

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.340.01, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26.04.2023 № 6

О присуждении Кузнецову Юрию Михайловичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Особенности синтеза и электрофизические свойства высокотемпературных термоэлектрических материалов на основе нанопорошков Ge-Si и Mn-Si» по специальности 1.3.11. Физика полупроводников – принята к защите 20 февраля 2023 г. (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.2.340.01, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 603022, г. Нижний Новгород, просп. Гагарина, 23, приказ от 11.04.2012 г. №105/нк о создании диссертационного совета.

Соискатель Кузнецов Юрий Михайлович, 24 сентября 1994 года рождения. В 2018 году соискатель окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», в 2022 году закончил освоение программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре очной формы обучения по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» направленности 01.04.10 «Физика полупроводников» федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории спиновой и оптической электроники Научно-исследовательского физико-технического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре физики полупроводников, электроники и наноэлектроники физического факультета и в Научно-исследовательском физико-техническом институте федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Дорохин Михаил Владимирович, ведущий научный сотрудник лаборатории спиновой и оптической электроники Научно-исследовательского физико-технического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского».

Официальные оппоненты:

1. Калинин Юрий Егорович, доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», кафедра твердотельной электроники, профессор;
2. Япринцев Максим Николаевич, кандидат физико-математических наук, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», кафедра материаловедения и нанотехнологий, доцент

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», г. Москва, в своем **положительном** отзыве, составленном и подписанном Пархоменко Юрием Николаевичем, доктором физико-математических наук, профессором кафедры материаловедения полупроводников и диэлектриков, также подписанном заведующим кафедрой материаловедения полупроводников и диэлектриков, доктором физико-математических наук, профессором Огановым Артемом Ромаевичем, и утвержденном проректором по науке и инновациям, доктором технических наук, профессором Филоновым Михаилом Рудольфовичем, указала, что «Диссертационная работа Кузнецова Юрия Михайловича на тему «Особенности синтеза и электрофизические свойства высокотемпературных термоэлектрических материалов на основе нанопорошков Ge-Si и Mn-Si» является завершенным научным исследованием, выполненным по актуальной тематике на высоком экспериментальном и теоретическом уровне. Полученные результаты содержат новизну и практическую значимость. Выводы и заключения, сделанные в диссертации, научно обоснованы и достоверны. Содержание автореферата хорошо отражает основные положения диссертации, полученные результаты опубликованы в печати».

Соискатель имеет 45 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 10 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 10 работ. В публикациях соискателя по теме диссертации отражена проделанная им работа по синтезу твёрдых растворов германий-кремний и высшего силицида марганца и исследованию их термоэлектрических характеристик.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации – публикации в научных журналах, входящих в Перечень ВАК, или индексируемых в международных базах цитирования Web of Science и Scopus:

1. Ерофеева, И. В. Термоэлектрические эффекты в наноразмерных слоях силицида марганца / И. В. Ерофеева, М. В. Дорохин, В. П. Лесников, Ю. М. Кузнецов, А. В. Здоровейцев, Е. А. Питиримова // Физика и техника

полупроводников. – 2017. – Т. 51. – В. 11. – С. 1456-1461. DOI: 10.21883/FTP.2017.11.45090.04.

Вклад соискателя: 1) проведение экспериментов по регистрации температурной зависимости термоэлектрических характеристик образцов, 2) разработка и апробация методик исследований термоэлектрических характеристик тонкоплёночных образцов.

2. Ерофеева, И. В. Получение электроимпульсным плазменным спеканием термоэлектрических материалов на основе Si и Ge / И. В. Ерофеева, М. В. Дорохин, А. В. Здоровейщев, Ю. М. Кузнецов, А. А. Попов, Е. А. Ланцев, А. В. Боряков, В. Е. Котомина // Физика и техника полупроводников. – 2018. – Т. 52. – В. 12. – С. 1455-1459. DOI: 10.21883/FTP.2018.12.46756.35.

Вклад соискателя: 1) постановка задачи по получению термоэлектрических материалов на установке электроимпульсного плазменного спекания; 2) проведение экспериментов по регистрации температурной зависимости термоэлектрических характеристик образцов, 3) разработка и апробация методик исследований термоэлектрических характеристик объёмных образцов, синтезированных в установке электроимпульсного плазменного спекания.

3. Dorokhin, M. V. Investigation of the initial stages of spark-plasma sintering of Si-Ge based thermoelectric material / M. V. Dorokhin, I. V. Erofeeva, Yu. M. Kuznetsov, M. S. Boldin, A. V. Boryakov. A. A. Popov, E. A. Lantsev, N. V. Sakharov, P. B. Demina, A. V. Zdoroveishchev, V. N. Trushin // Nanosystems: physics, chemistry, mathematics. – 2018. – Т. 9. – В. 5. – Р. 622-630. DOI: 10.17586/2220-8054-2018-9-5-622-630.

Вклад соискателя: 1) проведение экспериментов по регистрации температурной зависимости термоэлектрических характеристик образцов, 2) исследование транспортных характеристик исследуемых образцов, 3) проведение анализа и сопоставления экспериментальных данных.

4. Dorokhin, M. New functional material: spark plasma sintered Si/SiO₂ nanoparticles – fabrication and properties / M. Dorokhin, V. Gawa, M. Ved, P. Demina, Yu. Kuznetsov, I. Erofeeva, A. Nezhdanov, M. Boldin, E. Lantsev, A. Popov, V. Trushin, O. Vikhrova, A. Boryakov, E. Yakimov, N. Tabachkova // RSC Advances. – 2019. – В. 9. – Р. 16746-16753. DOI: 10.1039/c9ra01130g.

Вклад соискателя: 1) проведение экспериментов по регистрации температурной зависимости электропроводности образцов, 2) создание методики работы с нанопорошками, 3) обработка электронно-микроскопических изображений.

5. Дорохин, М. В. Легирование термоэлектрических материалов на основе твёрдых растворов SiGe в процессе их синтеза методом электроимпульсного плазменного спекания / М. В. Дорохин, П. Б. Дёмина, И. В. Ерофеева, А. В. Здоровейщев, Ю. М. Кузнецов, М. С. Болдин, А. А. Попов, Е. А. Ланцев, А. В. Боряков // Физика и техника полупроводников. – 2019. – Т. 53. – В. 9. – С. 1182-1188. DOI: 10.21883/FTP.2019.09.48121.04.

Вклад соискателя: 1) планирование и подготовка эксперимента по легированию термоэлектрических материалов в процессе синтеза на установке электроимпульсного плазменного спекания; 2) проведение экспериментов по регистрации температурной зависимости термоэлектрических характеристик образцов.

6. Дорохин, М. В. Исследования термоэлектрических свойств сверхрешёток на основе силицида марганца и германия / М. В. Дорохин, Ю. М. Кузнецов, В. П. Лесников, А. В. Здоровейщев, П. Б. Дёмина, И. В. Ерофеева // Физика твёрдого тела. – 2019. – Т. 61. – В. 12. – С. 2344-2348. DOI: 10.21883/FTT.2019.12.48550.56ks.

Вклад соискателя: 1) проведение экспериментов по регистрации температурной зависимости термоэлектрических характеристик образцов, 2) разработка технологии измерения коэффициента теплопроводности тонкоплёночных сверхрешёток методом Зω.

7. Kuznetsov, Yu. M. Molecular dynamics studies on spark plasma sintering of Ge–Si based thermoelectric material / Yu. M. Kuznetsov, M. V. Bastrakova, M. V. Dorokhin, I. V. Erofeeva, P. B. Demina, E. A. Uskova, A. V. Boryakov // AIP Advances. – 2020. – Т. 10. – В. 6. – Р. 065219. DOI: 10.1063/5.0011740.

Вклад соискателя: 1) разработка математической модели, описывающей взаимную диффузию кремния и германия в процессе спекания полупроводниковых пластин на основе численного решения уравнения Фика, 2) сопоставление и описание модельных и экспериментальных данных.

8. Dorokhin, M. V. Nanostructured SiGe:Sb solid solutions with improved thermoelectric figure of merit / M. V. Dorokhin, P. B. Demina, Yu. M. Kuznetsov, I. V.

Erofeeva, A. V. Zdoroveyshchev, M. S. Boldin, E. A. Lantsev, A. A. Popov, E. A. Uskova, V. N. Trushin // Nanosystems: physics, chemistry, mathematics. – 2020. – T. 11. – V. 6. – P. 0-4. DOI: 10.17586/2220-8054-2020-11-6-680-684.

Вклад соискателя: 1) проведение экспериментов по регистрации температурной зависимости термоэлектрических характеристик образцов.

9. Bastrakova, M. V. The study of Si/Ge interdiffusion using molecular dynamics simulation / M. V. Bastrakova, K. R. Mukhamatchin, Yu. M. Kuznetsov, M. V. Dorokhin // Journal of Physics: Conference Series. – 2020. – V. 1695. – P. 012036. DOI: 10.1088/1742-6596/1695/1/012036.

Вклад соискателя: 1) проведение экспериментов по регистрации температурной зависимости термоэлектрических характеристик образцов, 2) сопоставление экспериментальных данных с моделью диффузии на основе метода молекулярной динамики.

10. Дорохин, М. В. Формирование мелкодисперсного термоэлектрика $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ при электроимпульсном плазменном спекании / М. В. Дорохин, М. С. Болдин, Е. А. Ускова, А. В. Боряков, П. Б. Демина, И. В. Ерофеева, А. В. Здоровейщев, В. Е. Котомина, Ю. М. Кузнецов, Е. А. Ланцев, А. А. Попов, В. Н. Трушин // Журнал технической физики. – 2021. – Т. 91. – В. 12. – С. 1975-1983. DOI: 10.21883/JTF.2021.12.51763.152-21.

Вклад соискателя: 1) проведение экспериментов по регистрации температурной зависимости термоэлектрических характеристик образцов, 2) эмпирическое исследование зависимости коэффициента теплопроводности образца от состава и параметра зерна, 3) анализ кривых усадки образцов.

Сведения о приведенных в диссертации опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты его диссертации, достоверны.

На автореферат диссертации поступило 5 отзывов:

1. Буданов Александр Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой физики, теплотехники и теплоэнергетики Воронежского государственного университета инженерных технологий отмечает в своем отзыве, что «С точки зрения фундаментальной науки интересным представляется теоретическое моделирование механизма формирования из

несвязанных частиц Si-Ge твердого раствора Ge_xSi_{1-x} . Были определены коэффициенты диффузии для Si и Ge, что позволило установить доминирующий механизм диффузии атомов кремния в расплав германия по экспериментальному наблюдению свойств материала при достижении температуры плавления германия...». Отзыв содержит замечание: «В качестве замечания можно отметить неточность в терминологии, используемой в автореферате. В частности, скорость нагрева (измеряемая в $^{\circ}\text{C}/\text{мин}$) называется здесь «скорость спекания». Впрочем, указанный недостаток никак не влияет на научную ценность проделанной работы».

2. Шерстобитов Андрей Александрович, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник отдела оптоэлектроники и полупроводниковой техники Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина отмечает в своём отзыве, что «В целом, диссертационная работа представляет существенный научный интерес, посвящена актуальной проблеме, а полученные результаты являются оригинальными. Об этом свидетельствуют публикации автора в российских и иностранных рецензируемых научных журналах, участие в российских и международных конференциях, обсуждение результатов работы на семинарах. Стоит отметить наличие у Кузнецова Ю.М. трёх патентов по теме диссертационного исследования.». Отзыв не содержит замечаний.

3. Ковальский Владимир Александрович, кандидат физико-математических наук, младший научный сотрудник лаборатории локальной диагностики полупроводниковых материалов Института проблем технологий микроэлектроники и особочистых материалов Российской академии наук отмечает в своём отзыве, что «Полученные в диссертации экспериментальные результаты представляют значительный практический интерес с точки зрения дальнейшего совершенствования материалов для термоэлектрических преобразователей энергии, пригодных для широкого применения в различных областях техники». Отзыв не содержит замечаний.

4. Мочалов Леонид Александрович, кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева отмечает в своём отзыве, что «В диссертационной работе Кузнецовым Ю.М. представлено много уникальных и важных с практической точки зрения научных тезисов. Последние, в свою очередь, имеют большой

промышленный потенциал, поскольку могут быть применены при создании источников питания, принцип работы которых бы отличался от тех, что мы используем сейчас». Отзыв содержит два замечания: «В качестве замечаний можно обозначить следующее: в автореферате не приводится данных об естественном окислении образцов, а также описывается способ легирования твёрдого раствора германий-кремний из источника фосфида кремния, однако из текста не ясно на каком конкретно этапе технологического процесса добавляется легирующая примесь. Указанные замечания не сказываются на общем положительном впечатлении от работы».

5. Кутын Александр Михайлович, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории аналитической химии высокочистых веществ Института химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девятых РАН отмечает в своём отзыве, что «В качестве достоинств работы следует отметить очень подробное описание технологии синтеза термоэлектрических материалов, начиная с предварительно подготовки порошков, процессов размола и различных условий спекания. Стоит отметить, что термоэлектрические параметры полученных материалов сопоставимы с мировым уровнем». Отзыв не содержит замечаний.

Все отзывы на автореферат диссертации положительные. В них отмечается актуальность темы исследования, новизна результатов, их научная и практическая значимость. Во всех отзывах делается вывод, что рассматриваемая диссертация соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а соискатель Ю.М. Кузнецов заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11. Физика полупроводников.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается близостью направлений их научных исследований к тематике диссертационной работы соискателя, проявляющейся в исследовании термоэлектрических свойств полупроводниковых материалов, синтезированных из порошков.

В ведущей организации – Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» – организована кафедра Материаловедения полупроводников и диэлектриков, основными научными направлениями которой являются материаловедение объемных и

тонкопленочных структур, нанотехнологии и наноматериалы, структура, дефектообразование и их влияние на свойства массивных и тонкопленочных материалов электронной техники, разработка технологии создания и исследования термоэлектрических материалов, что прямо соответствует тематике диссертации соискателя. Известными специалистами ведущей организации в указанных областях являются: Пархоменко Юрий Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, Бублик Владимир Тимофеевич, доктор физико-математических наук, профессор, Табачкова Наталья Юрьевна, кандидат физико-математических наук, доцент.

Официальный оппонент Калинин Юрий Егорович – высококвалифицированный специалист в области термоэлектрических явлений в объёмных полупроводниковых материалах.

Официальный оппонент Япрынцев Максим Николаевич – высококвалифицированный специалист в области технологии синтеза порошковых термоэлектрических материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны новые научные идеи, обогащающие научную концепцию о возникновении термоэлектрических явлений вnanostructured материалах. В частности, экспериментально продемонстрировано снижение коэффициента теплопроводности при уменьшении характерных средних размеров зерна спекаемого порошка;

предложены оригинальные методы:

1) синтеза твёрдого раствора германий-кремний, высшего силицида марганца и дисилицида хрома в процессе спекания порошков в установке электроимпульсного плазменного спекания;

2) легирования термоэлектрического твёрдого раствора германий-кремний донорной примесью из нетоксичного источника фосфида кремния в процессе получения в установке электроимпульсного плазменного спекания;

доказана:

1) перспективность использования порошков субмикронного размера для достижения высоких значений термоэлектрической эффективности;

2) высокая степень равномерности распределения примеси в твёрдом растворе германий-кремний при легировании из источника фосфида кремния; **введены** новые представления о фундаментальных причинах осуществления механосинтеза в процессе размолов порошков Ge-Si и Mn-Si.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение представлений о механизмах термоэлектрических явлений в наноструктурированных GeSi, MnSi_{1,72} и CrSi₂;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы методы исследования кристаллической структуры полученных материалов, растровой электронной спектроскопии, электротранспортные методы, методы исследования термоэлектрических характеристик в широком диапазоне температур;

изложены условия возникновения механосинтеза в процессе размола порошков Ge-Si, Mn-Si на основе модифицированной модели размола в планетарных мельницах модели Fritch, описаны механизмы синтеза твёрдого раствора германий-кремний и высшего силицида марганца и дисилицида хрома в процессе спекания;

раскрыто влияние высокотемпературной выдержки на механические и термоэлектрические свойства спечённого высшего силицида марганца;

изучены температурные зависимости термоэлектрических характеристик сформированных образцов с варьированием различных технологических параметров, таких как: средний размер частиц порошка, приложенное давление, скорость разогрева графитовой пресс-формы, уровень легирования, состав порошка;

проведена модернизация модели размола металлических порошков на основе Fe, Co и Mo с целью применения в области размола порошков (Si, Ge, Mn).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены: технология синтеза наноструктурированного твёрдого раствора германий-кремний в установке электроимпульсного плазменного спекания, максимум термоэлектрической добротности которого составляет 1,18 при средней температуре 700 °C, технология синтеза наноструктурированного высшего силицида марганца в установке электроимпульсного плазменного спекания,

максимум термоэлектрической добротности которого составляет 0,66 при средней температуре 635 °С. Указанные технологии разработаны и внедрены в лабораториях спиновой и оптической электроники и технологии керамики Научно-исследовательского физико-технического института ННГУ им. Н.И. Лобачевского. Образцы, полученные с применением этих технологий, используются для научно-исследовательских и лабораторных работ студентов кафедр физики полупроводников, электроники и наноэлектроники и физического материаловедения физического факультета ННГУ им. Н.И. Лобачевского; **определенны** оптимальные технологические параметры спекания порошков Ge-Si и Mn-Si в установке электроимпульсного плазменного спекания, позволяющие синтезировать материалы с высокими термоэлектрическими характеристиками; **созданы** лабораторные образцы термоэлектрических материалов с высокими значениями термоэлектрической эффективности в высокотемпературной и среднетемпературной областях; **представлены** рекомендации по увеличению термоэлектрической эффективности рассмотренных в диссертации материалов за счёт уменьшения коэффициента теплопроводности вследствие незначительного уменьшения среднего размера зерна спекаемых порошков.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты микроскопических, транспортных, структурных и термоэлектрических исследований получены с применением сертифицированного и аттестованного научного оборудования, соответствующего мировому уровню, хорошо согласуются друг с другом;

теория согласуется с полученными экспериментальными данными, а также с теоретическими и экспериментальными данными по теме диссертации, опубликованными в рецензируемых научных изданиях ранее;

идея базируется на обобщении экспериментальных фактов, полученных как соискателем, так и опубликованных ранее;

использованы современные экспериментальные методы исследования транспортных и термоэлектрических свойств сформированных образцов, предложенные соискателем и прошедшие рецензирование со стороны научного сообщества;

установлено количественное соответствие диапазона рабочей температуры, при которой достигается максимальное значение термоэлектрической эффективности образцов, синтезированных в установке электроимпульсного плазменного спекания в других исследовательских группах.

Результаты и выводы по диссертации представляют интерес для организаций, в которых проводятся фундаментальные и прикладные исследования и разработки в области теплофизики и технологии термоэлектрических полупроводниковых наноструктурированных материалов. К их числу относятся: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород), Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург), Корпорация НПО «РИФ» (г. Воронеж), ООО РМТ (г. Нижний Новгород), ООО «Техноиндустрия НО», (г. Нижний Новгород), Национальный исследовательский Томский государственный университет (г. Томск), Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (г. Новосибирск), Воронежский государственный технический университет (г. Воронеж), Белгородский государственный национальный исследовательский университет (г. Белгород), Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (г. Москва), Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН (г. Санкт-Петербург), Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН (г. Новосибирск), Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН (г. Черноголовка), Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН (г. Москва).

Личный вклад соискателя состоит в определяющем участии в получении и анализе основных экспериментальных результатов. Соискателем выполнены все транспортные и термоэлектрические исследования. В процессе диссертационного исследования соискатель произвёл модификацию модели размола металлических порошков на случай размола материалов (кремний, германий, марганец). Соискатель принимал активное участие в разработке моделей диффузии и описании термоэлектрических свойств твёрдого раствора германий-кремний. Личный вклад соискателя состоит также в написании и подготовке к печати основных публикаций по теме диссертации. Постановка цели и задач исследования, интерпретация результатов и формулировка выводов выполнены соискателем совместно с

научным руководителем.

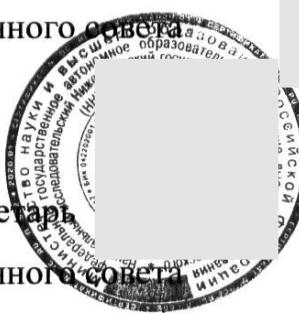
В ходе защиты диссертации критические замечания высказаны не были. Соискатель Кузнецов Ю.М. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и замечания, в ряде случаев приведя собственную аргументацию.

На заседании 26 апреля 2023 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи по исследованию термоэлектрических явлений в наноструктурированных материалах, а также за разработку новых способов синтеза твёрдого раствора германий-кремний, высшего силицида марганца и дисилицида хрома в процессе спекания порошков в рамках метода электроимпульсного плазменного спекания, что имеет значение для развития полупроводникового термоэлектрического направления и вносит существенный вклад в развитие страны, присудить Кузнецову Ю.М. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.11. Физика полупроводников), участвовавших в заседании, из 18 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 (нет) человек, проголосовали: за 13, против 0 (нет), недействительных бюллетеней 0 (нет).

Председатель

диссертационного совета



Чупрунов Евгений Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета



Марычев Михаил Олегович

Дата оформления Заключения 26.04.2023 г.