

ОТЗЫВ
научного руководителя
на диссертационную работу Ивановой Александры Сергеевны
«Влияние легирования и модификации структуры на термоэлектрические
свойства скуттерудитов и галогенидных перовскитов», представленную к
заштите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.11. Физика полупроводников

Иванова А.С. окончила кафедру функциональных наносистем и высокотемпературных материалов Института новых материалов и нанотехнологий Национального исследовательского технологического университета «МИСИС» в 2021 году. Во время обучения проявила склонность к научно-исследовательской работе и была рекомендована для обучения в аспирантуре. В период обучения в аспирантуре и выполнения диссертационной работы с 2021 по 2025 гг. проявила все качества исследователя: умение планировать и выполнять эксперимент, проводить анализ полученных экспериментальных данных и работать с научной литературой. Среди личных качеств Ивановой А.С. хочется отметить эрудицию, трудолюбие, настойчивость и умение работать в коллективе.

Диссертационная работа Ивановой А.С. посвящена синтезу и исследованию термоэлектрических свойств систем, которые подчиняются концепции «фононное стекло – электронный кристалл», а именно скуттерудитов и галогенных перовскитов.

В ходе выполнения работы Иванова А.С. получила ряд приоритетных результатов, среди которых можно отметить следующие:

- Показано, что метод синтеза скуттерудитов позволяет эффективно управлять их микроструктурой и фазовым составом образцов, что сильно влияет на их термоэлектрические свойства. Для образцов одного и того же номинального состава $In_1Co_4Sb_{12+\delta}$ значение термоэлектрической эффективности zT может отличаться в два раза, что обусловлено влиянием особенностей микроструктуры, фазового состава, удельного содержания и распределения вторичных фаз на тепловые и электрические свойства образцов.

- Проведенные комплексные исследования процессов деградации и окисления беззинцового перовскита $CsSnI_3$ показали, что эти процессы сопровождаются снижением электропроводности вследствие фазового перехода от чёрной орторомбической фазы $CsSnI_3$ ($Pnam$) к жёлтой фазе Cs_2SnI_6 , ($Pnma$), который обусловлен окислением ионов Sn^{2+} до Sn^{4+} .

- Разработан и апробирован низкотемпературный метод синтеза гибридных перовскитов $Cs_{1-x}MA_xSnI_3$, позволяющий сохранять валентное состояние Sn^{2+} и предотвратить полиморфное превращение перовскитной орторомбической фазы в кубическую модификацию. Впервые охарактеризованы термоэлектрические свойства поликристаллических образцов MA_1SnI_3 и достигнуто рекордное значение $zT \approx 0.10$ при 423 К.

Важным результатом практической значимости является продемонстрированная Ивановой А.С. возможность получения скуттерудитов

методом реакционного плазменного спекания без использования длительной термообработки. Данный подход позволяет сократить время синтеза скуттерудитов в ~14 раз по сравнению с традиционным твердофазным синтезом.

Иванова А.С. принимала активное участие в постановке задач и выборе объектов исследования. Все экспериментальные результаты получены ей лично. За время проведения исследований по теме докторской работы Иванова А.С. являлась ответственным исполнителем в ряде проектов, поддержанных РНФ и программой развития НИТУ МИСИС «Приоритет-2030». Основные результаты работы докладывались Ивановой А.С. на международных и всероссийских конференциях.

По материалам докторской опубликовано 11 печатных работ, в том числе 5 статей в журналах, проиндексированных в базе данных Web of Science и Scopus, а также 6 тезисов докладов в сборниках трудов конференций. Хочется отметить, что во всех статьях Иванова А.С. является первым автором, а также то, что 4 статьи опубликованы в журналах первого (Q1) и второго (Q2) квартилей.

Иванова А.С. подготовила докторскую, полностью удовлетворяющую требованиям, предъявляемым к докторской на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11. Физика полупроводников. Все вышеизложенное дает основание считать, что Иванова А.С. является сформировавшимся исследователем, способной ставить и решать научные задачи и, следовательно, достойна присвоения ученой степени кандидат физико-математических наук.

Научный руководитель:

Ховайло Владимир Васильевич,
доктор физико-математических наук, доцент
профессор кафедры функциональных наносистем и
высокотемпературных материалов
Национальный исследовательский технологический
университет «МИСИС», Ленинский проспект д. 4, стр. 1, Москва
khovaylo@misis.ru; тел.: +7 926 374 32 60

«15» мая 2025 г.

подпись