

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.051.01 НА БАЗЕ
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института неорганической химии имени А.В. Николаева
Сибирского отделения Российской академии наук, МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ **Сотникова Александра Вадимовича**
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ХИМИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 17 апреля 2019 года № 10

О присуждении Сотникову Александру Вадимовичу, гражданину Российской Федерации ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «*Синтез соединений $(Gd_xDy_{1-x})_{3-n}S_4$ и $(Gd_xDy_{1-x})_2(NbS_2)_m$, их кристаллическая и реальная структуры и термоэлектрические свойства*» в виде рукописи по специальности 02.00.01 – неорганическая химия (химические науки) принята к защите *19 декабря 2018 г., протокол № 20* диссертационным советом Д 003.051.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (**ИНХ СО РАН**), (630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, д. 3, действующего на основании приказа Минобрнауки РФ от 11.04.2012 № 105/нк).

Соискатель Сотников Александр Вадимович, 1992 года рождения, в 2014 году окончил ФГБОУ ВПО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по специальности – химия. В период с июля 2014 по июнь 2018 обучался в очной аспирантуре ИНХ СО РАН. На момент защиты диссертации работает младшим научным сотрудником в лаборатории синтеза и роста монокристаллов соединений РЗЭ ИНХ СО РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории синтеза и роста монокристаллов соединений РЗЭ Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор химических наук Баковец Владимир Викторович работает в лаборатории синтеза и роста монокристаллов соединений РЗЭ ИНХ СО РАН в должности главного научного сотрудника.

Официальные оппоненты:

– *Бамбуров Виталий Григорьевич*, гражданин России, член-корреспондент РАН, доктор химических наук, главный научный сотрудник лаборатории химии соединений РЗЭ ФГБУН Института химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург;

– *Каминский Владимир Васильевич*, гражданин России, доктор технических наук, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией физики редкоземельных

полупроводников ФГБУН Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, г. Санкт-Петербург; дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ), г. Москва, в своем **положительном заключении**, утвержденном проректором ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» д.ф.-м.н., профессором РАН Федяниным Андреем Анатольевичем и составленным заведующим кафедрой неорганической химии химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова д.х.н. Шевельковым Андреем Владимировичем указала, что: «В работе решены задачи разработки методов синтеза семейства сульфидных производных некоторых металлов (Gd, Dy, Nb), а также установления взаимосвязи между их реальной структурой и термоэлектрическими свойствами. Представленная работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Александр Вадимович Сотников заслуживает присуждения искомой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия».

Отзыв заслушан и утвержден на заседании кафедры неорганической химии Химического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, протокол заседания №58 от 25.03.2019г.»

По теме диссертации соискатель имеет 5 работ, опубликованных в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ, из них 3 – в российских рецензируемых журналах, и 2 – в зарубежных рецензируемых журналах. Все публикации входят в перечень журналов, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science. 7 тезисов докладов опубликованы в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов. Общий объём опубликованных работ составляет 48 стр. (3 усл. печ. л.).

Научные статьи по теме диссертации:

1. **Bakovets V.V., Sotnikov A.V., Korolkov I.V. Kinetics of phase formation in the Ln–O–S (Ln = La, Gd, Y) systems during oxide sulfidation in ammonium thiocyanate vapor // J. Am. Ceram. Soc. – 2017. – V. 100. – N. 4. – P. 1320-1329.**
2. **Сотников А.В., Баковец В.В., Агажанов А.Ш., Станкус С.В., Пищур Д.П., Соколов В.В. Влияние морфологических дефектов на теплофизические свойства γ -Gd₂S₃ // Физика твердого тела. – 2018. – Т. 60, № 3. – С. 482-489.**
3. **Bakovets V.V., Sotnikov A.V., Agazhanov A.Sh., Stankus S.V., Korotaev E.V. Pishchur D.P., Shkatulov A.I. Some features of thermophysical properties of γ -Gd₂S₃ ceramics based on real structure // J. Am. Ceram. Soc. – 2018. – V. 101. – N. 10. – P. 4773-4782.**

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 9 отзывов. Все отзывы положительные, с замечаниями. Отзывы поступили от: лауреата Государственной

премии в области науки и техники, профессора химического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова *д.х.н. В.П. Зломанова* (г. Москва); профессора кафедры материаловедения и индустрии наносистем ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» *д.х.н. И.Я. Миттовой* и *д.х.н., доцента В.Ф. Кострюкова* (г. Воронеж); заведующего кафедрой физики, теплотехники и теплоэнергетики ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», *д.ф.-м.н., доцента А.В. Буданова* (г. Воронеж); старшего научного сотрудника лаборатории теплофизики и термоэлектричества «Институт физики ДНЦ РАН», *к.ф.-м.н. С.М. Лугуева* (г. Махачкала); главного научного сотрудника лаборатории термодинамики веществ и материалов ФГБУН «Институт теплофизики СО РАН» *д.т.н. А.Б. Каплуна* и ведущего научного сотрудника *д.ф.-м.н. А.Б. Мешалкина* (г. Новосибирск); заведующего лабораторией плазменно-электролитических процессов «Институт химии Дальневосточного отделения РАН», *д.х.н. В.С. Руднева* (г. Владивосток); заведующего лабораторией гидрометаллургических процессов «Институт химии и химической технологии СО РАН», *д.х.н. В.И. Кузьмина* и старшего научного сотрудника *к.х.н. С.Н. Калякина* (г. Красноярск); старшего научного сотрудника лаборатории нелинейных резонансных процессов и лазерной диагностики «Институт физики полупроводников СО РАН», *д.ф.-м.н. Б.И. Кидярова* (г. Новосибирск); ведущего научного сотрудника лаборатории термического анализа и калориметрии «Институт общей и неорганической химии РАН», *д.х.н. В.Н. Гуськова* (г. Москва).

Большинство замечаний к автореферату носят уточняющий характер по вопросам использования терминов кристаллическая и реальная структуры, а также обоснования выбора Gd и Dy в качестве редкоземельных элементов. Все отзывы заканчиваются выводом, что диссертационная работа А.В. Сотникова **полностью соответствует** требованиям, которые ВАК РФ предъявляет к кандидатским диссертациям, а её автор А.В. Сотников заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов в области синтеза соединений на основе сульфидов РЗЭ и их производных, а также их характеристики с помощью широкого спектра физико-химических методов. Важен и значим вклад ведущей организации в области исследования термоэлектрических свойств большого ряда соединений халькогенидов металлов в интервале высоких температур. Данные компетенции подтверждаются наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации в данной области исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- *определены* константы скоростей реакций образования полуторных сульфидов Gd_2S_3 и Dy_2S_3 , откуда следует, что при $T > 1000^\circ C$ должны формироваться их одно-родные твердые растворы, что подтверждено экспериментальными результатами;

- *отработаны методики* исследования особенностей ближнего и дальнего порядков кристаллической решетки образцов набором физико-химических методов;

- *установлено*, что развитые вакансионная и деформационная системы решетки керамических образцов, определяют величину теплопроводности твердых растворов $\gamma-Gd_xDy_{1-x}S_{1.49}$, причем при $x = 0.2$ достигнуты минимум коэффициента теплопроводности $0.68 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ и максимум термоэлектрической добротности 0.23 при 770К , что превышает значения для монокристаллов;

- *показано*, что параметр ZT чувствителен к составу твердого раствора сульфидов Gd и Dy и нарушениям ближнего порядка решетки соединений с несоизмерной структурой $(Gd_xDy_{1-x}S)_z(NbS_2)_m$ и при $x = 0.2 - 0.5$ термоэлектрическая добротность достигает величины 0.13 при 873 К с тенденцией к повышенным значениям при более высоких температурах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- *исследованы* кинетические параметры сульфидирования оксидов Gd и Dy и разработаны методики золь-гель синтеза полуторных оксидов Gd и Dy и твердых растворов на их основе с заданной концентраций вакансий;

- *установлено*, что развитые вакансионная система и система деформационных центров решетки, а также морфологические особенности микроструктуры керамики сульфидов Gd , Dy и твердых растворов на их основе, оказывают определяющее влияние на термоэлектрические свойства.

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

- *оптимизированы* процессы синтеза однородных по распределению элементов твердых растворов $\gamma-(Gd_xDy_{1-x})_{3-n}[V_{L,n}]S_4$ со структурным типом Th_3P_4 , а также слоистых соединений с несоизмерной структурой $(Gd_xDy_{1-x}S)_zNbS_2$, представляющих интерес в качестве высокотемпературных термоэлектрических материалов;

- *установлено*, что изменение параметров микроструктуры керамических материалов и связанной с ней дефектности решетки позволяют снизить теплопроводность на $10-20 \%$ относительно монокристаллических образцов;

- *показано*, что использование твердых растворов сульфидов Gd и Dy в соединениях $\gamma-(Gd_xDy_{1-x})_{3-n}[V_{L,n}]S_4$ и $(Gd_xDy_{1-x}S)_zNbS_2$ увеличивает термоэлектрическую добротность материалов при высоких температурах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

- *в рамках работы* использовался комплекс современных высокочувствительных независимых физико-химических методов исследования: рентгенофазовый анализ, спектроскопия комбинационного рассеяния света, дальняя тонкая структура рент-

геновского спектра поглощения, сканирующая электронная микроскопия, просвечивающая микроскопия высокого разрешения, а также исследование магнитной восприимчивости, результаты которых не противоречат и дополняют друг друга. Экспериментальные результаты согласуются с данными других исследований. Корректность полученных результатов подтверждается воспроизводимостью измерений, произведенных в разных лабораториях. Признание результатов работы мировым сообществом подтверждается их публикациями в рецензируемых журналах и высокой оценкой на российских и международных конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в том, что: проведен поиск, анализ и обобщение литературных данных. Постановка цели и задач диссертационной работы проводились совместно с научным руководителем. Синтезированы все описанные в работе образцы с твердыми растворами сульфидов РЗЭ. Обработка экспериментальных данных, анализ и интерпретация результатов проводились совместно с научным руководителем и соавторами. Подготовка материалов к публикации проводилась совместно с соавторами.

Диссертационный совет Д 003.051.01 на базе ИНХ СО РАН на заседании 17 апреля 2019 г., протокол № 10, пришел к выводу о том, что диссертация соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждении ученых степеней», т.е. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена задача получения однородных керамических материалов $\gamma\text{-(Gd}_x\text{Dy}_{1-x})_{3-n}[\text{V}_{L,n}]\text{S}_4$ с использованием золь-гель метода, а также слоистых соединений с несоответствующей структурой $(\text{Gd}_x\text{Dy}_{1-x}\text{S})_z\text{NbS}_2$ и отработан алгоритм исследования дефектной структуры материалов для создания эффективных термоэлектрических устройств; принято решение присудить *Сотникову Александру Вадимовичу* ученую степень кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 24 (двадцати четырех) человек, из них 6 (шесть) докторов наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия, участвовавших в заседании и голосовании, из 33 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 24 (двадцать четыре), против присуждения учёной степени – 0 (нет), недействительных бюллетеней – 0 (нет).

Зам. председателя диссертационного совета
д.ф.-м.н., доцент

Козлова Светлана Геннадьевна

Ученый секретарь диссертационного совета
д.ф.-м.н.

Надолинный Владимир Акимович

17.04.2019 г.

Подпись *Козлова С.В.*
заверяю *Горосветко О.А.*
Ученый секретарь ИНХ СО РАН
" 17 " 04 2019 г.

