

Заключение диссертационного совета МГУ.014.8

по диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук

Решение диссертационного совета МГУ.014.8 от «13» декабря 2024 г. № 170

О присуждении Седельникову Денису Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Тройные интерметаллиды, содержащие индий, рутений и редкоземельный элемент: синтез, кристаллические структуры, физические свойства» по специальности 1.4.1. Неорганическая химия принята к защите диссертационным советом «18» октября 2024 г., протокол № 162.

Соискатель Седельников Денис Владимирович, 1996 года рождения, в 2024 году окончил очную аспирантуру химического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» по направлению «Химические науки».

Соискатель работает на кафедре общей химии химического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» в должности инженера 1-ой категории

Диссертация выполнена на кафедре общей химии в лаборатории физико-химического анализа химического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научный руководитель – кандидат химических наук, **Мурашова Елена Викторовна**, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», химический факультет, старший научный сотрудник кафедры общей химии.

Официальные оппоненты:

Захарова Елена Юрьевна – кандидат химических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», химический факультет, старший преподаватель кафедры неорганической химии;

Лазорьяк Богдан Иосипович – доктор химических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», химический факультет, профессор кафедры химической технологии и новых материалов;

Пушкин Денис Валериевич – доктор химических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», декан химического факультета.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что Захарова Елена Юрьевна и Лазоряк Богдан Иосипович обладают высокими компетенциями в области неорганической химии, включая синтетические, структурные аспекты и исследования физических свойств соединений редкоземельных элементов. Пушкин Денис Валериевич является специалистом по топологическому анализу кристаллических структур неорганических соединений. Значительная часть публикаций официальных оппонентов близка по направленности к теме диссертационной работы и посвящена получению новых неорганических соединений, функциональных материалов, изучению кристаллических структур, исследованию физических свойств новых соединений.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 4 работы, из них 4 статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности и отрасли наук.

1. **Sedelnikov D.**, Pavlova V., Kurenbaeva Zh., Efimov N., Murashova E. Ternary intermetallic compounds $R_{23}Ru_7In_4$ ($R = Ce, Pr$): Synthesis, crystal structure and physical properties // Journal of Solid State Chemistry. — 2024. — V. 337. — P. 124813. JIF = 3.2 (WoS). Объем 1 п.л. Личный вклад автора 40%.

2. **Sedelnikov D.**, Kurenbaeva Zh., Murashova E. Intermetallic compounds $RE_{10}RuAl_3$ ($RE = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm$): Synthesis, crystal structure and thermal properties // Journal of Solid State Chemistry. — 2023. — V. 328. — P. 124366. JIF = 3.2 (WoS). Объем 0.875 п.л. Личный вклад автора 50%.

3. **Седельников Д.В.**, Куренбаева Ж.М., Мурашова Е.В. Тройные интерметаллиды $R_{26}(Ru_xIn_{1-x})_{17}$ ($R = Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu$), $Pr_{21}Ru_{8.2}In_5$ и Gd_6Ru_2In с большим содержанием редкоземельных элементов // Неорганические материалы. — 2023. — Т. 59. — № 4. — С. 438-450. JIF = 1.412 (РИНЦ). Объем 1.625 п.л. Личный вклад автора 50%.

4. **Седельников Д.В.**, Гришина Ю.А., Турсина А.И., Куренбаева Ж.М., Мурашова Е.В. Синтез и кристаллические структуры новых галлидов RRu_xGa_{1-x} ($R = Er, Tm, Lu$) и индиев $R_2Ru_{1-x}In_{1+x}$ ($R = Dy, Ho, Er, Tm, Lu$) // Неорганические материалы. — 2022. — Т. 58. — № 6. — С. 596-605. JIF = 1.412 (РИНЦ). Объем 1.25 п.л. Личный вклад автора 40%.

На автореферат поступило 6 дополнительных отзывов от ведущих российских ученых. Все отзывы положительные.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание

ученой степени кандидата химических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований получены результаты, имеющие существенное значение для развития неорганической химии – получено 29 новых интерметаллических соединений, для которых установлено строение, проведен кристаллохимический анализ и систематизация кристаллических структур, определены температуры и характер плавления; а также для ряда полученных соединений исследованы магнитные свойства в широком температурном диапазоне.

Конкретно в диссертационной работе:

1. Впервые синтезированы, определены составы и кристаллические структуры 23 новых соединений в системах R-Ru-In ($R = \text{Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) и 6 новых соединений в системах R-Ru-Al ($R = \text{Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm}$).
2. Определены границы областей гомогенности для соединений переменного состава $\text{R}_2\text{Ru}_{1-x}\text{In}_{1+x}$ и $\text{R}_{26}(\text{Ru}_x\text{In}_{1-x})_{17}$ ($R = \text{Dy-Tm, Lu}$).
3. Установлены температуры плавления и характер плавления новых соединений.
4. Измерены полевые и температурные зависимости намагниченности, а также получены температурные зависимости статической магнитной восприимчивости для интерметаллидов $\text{Nd}_{26}(\text{Ru}_x\text{In}_{1-x})_{17}$ и $\text{Dy}_{26}(\text{Ru}_x\text{In}_{1-x})_{17}$ при $x = 0.47$, $\text{Gd}_6\text{Ru}_2\text{In}$; получены температурные и полевые зависимости динамической магнитной восприимчивости для соединения $\text{Pr}_{23}\text{Ru}_7\text{In}_4$.

Практическая значимость работы определяется необходимостью получения новых неорганических соединений, обладающих магнитными свойствами, пригодными для создания на их основе новых магнитных материалов. Полученные результаты магнитных измерений вместе со структурными данными могут найти применение при построении теоретических моделей, описывающих магнитные свойства соединений на основе редкоземельных элементов. Представленный в диссертации экспериментальный материал по синтезу, структуре и свойствам соединений в системах R-Ru-In может быть включен в учебные пособия по неорганической химии.

Диссертация Седельникова Д. В. представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, свидетельствуют о существенном личном вкладе автора в научные представления в области неорганической химии и содержат новые научные результаты:

- Соединения в системах R-Ru-In ($R = \text{Pr, Nd, Sm, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Lu}$) распределены по трем группам в зависимости от содержания РЗЭ и принципа формирования кристаллической структуры: ИМС первой группы ($\text{R}_{8-x}\text{Ru}_3\text{In}_{7+x}$, $\text{R}_3\text{Ru}_{1-x}\text{In}_3$, $\text{R}_{39}\text{Ru}_{12-x}\text{In}_{35}$, $\text{R}_{16}\text{Ru}_5\text{In}_{14}$, $\text{R}_{11}\text{Ru}_4\text{In}_9$, $\text{R}_3\text{Ru}_2\text{In}_4$) построены из фрагментов типа AlB_2 и CsCl ; второй ($\text{R}_2\text{Ru}_{1-x}\text{In}_{1+x}$, $\text{R}_{26}(\text{Ru}_x\text{In}_{1-x})_{17}$, $\text{Pr}_{21}\text{Ru}_{8,2}\text{In}_5$, $\text{Gd}_6\text{Ru}_2\text{In}$) – из сочетания тетрагональных призм и антипризм из атомов РЗЭ, центрированных индием и рутением; третьей (R_4RuIn , $\text{Pr}_{23}\text{Ru}_7\text{In}_4$, $\text{R}_{10}\text{Ru}_{1+x}\text{In}_{3-x}$) – из тригональных призм RuR_6 , пустых октаэдров R_6 и кластеров из атомов *p*-элемента.

- Интерметаллиды переменного состава $R_2Ru_{1-x}In_{1+x}$ и $R_{26}(Ru_xIn_{1-x})_{17}$ ($R = Dy-Tm, Lu$) существуют в области гомогенности за счет взаимного замещения атомов рутения и индия в своих позициях.
- Геометрическая форма кластеров, образованных атомами индия или индия и рутения, меняется с тетраэдрической на плоскую треугольную при переходе от структур соединений R_4RuIn ($R = Ce, Pr, Nd, Sm$) и $R_{23}Ru_7In_4$ ($R = Ce, Pr$) к структурам интерметаллидов $R_{10}Ru_{1+x}In_{3-x}$ ($R = Ho, Er, Lu$) при $x = 1.1$.
- Температуры плавления повышаются в изоструктурных рядах тройных соединений из систем $R-Ru-In$ при увеличении порядкового номера РЗЭ, входящего в состав интерметаллидов.
- Соединения $Nd_{26}(Ru_xIn_{1-x})_{17}$, $Dy_{26}(Ru_xIn_{1-x})_{17}$ при $x = 0.47$ и Gd_6Ru_2In являются ферромагнетиками, а интерметаллид $Pr_{23}Ru_7In_4$ – спиновым стеклом в области криогенных температур.

На заседании 13 декабря 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Седельникову Денису Владимировичу ученую степень кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 11 докторов наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия из 29 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 23, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя

Диссертационного совета

д.х.н., чл.-корр. РАН

Шевельков А.В.

Ученый секретарь

Диссертационного совета

к.х.н.

Хасанова Н.Р.

«13» декабря 2024 г.