

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. директора Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки

Института вулканологии и сейсмологии

Дальневосточного отделения

Российской академии наук



К.Г.-М.Н. Калачева Е.Г.

25 марта 2025 года

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Института вулканологии и сейсмологии

Дальневосточного отделения Российской академии наук

на диссертацию Чэнь Жуйци «Природные и синтетические оксидные фазы с f-элементами: рекристаллизация, кристаллохимия и свойства», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

**Актуальность** темы исследования обоснована востребованностью технологий переработки высокоактивных радиоактивных отходов, включая направление по созданию минералоподобных керамик, концентрирующих, главным образом, уран и торий. Одна из технологий переработки высокоактивных отходов основана на спекании материала с получением СИНРОК керамик (или синтетической горной породы), состоящей из аналогов таких минералов как цирконолит, перовскит, пироклор, браннерит, кричтонит, монацит. Исследование кристаллических структур этих минералов зачастую невозможно из-за эффекта метамиктизации, вызванного радиоактивным излучением элементов, входящих в состав перечисленных выше фаз. Диссертационная работа Чэнь Жуйци как раз направлена на систематическое решение этой научной проблемы путем прокаливании данных минералоподобных фаз, нацеленное на восстановление атомного порядка, с последующей структурной характеристикой фаз комплексом аналитических методов. В работе также определены температурные поля стабильности минералоподобных

оксидных фаз – концентраторов f-элементов, и их коэффициенты термического расширения, что необходимо для прогнозирования процессов растрескивания синтетических горных пород. Отдельный блок работы посвящен исследованию магнитных свойств синтетических аналогов минералов с редкоземельными элементами.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Общий объем работы составляет 165 страниц, включая 99 рисунков, 47 таблиц и библиографию из 255 наименований.

Во **Введении** последовательно обосновывается актуальность работы, формируются цели, задачи, описываются методы исследования, характеризуется теоретическая и практическая значимость; приведены защищаемые положения, обоснованность и достоверность результатов. По теме диссертационного исследования опубликовано 4 статьи в журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science. Основные результаты работы докладывались на 2 всероссийских конференциях и один раз в качестве стендового доклада на международной конференции.

В **первой главе** приводится обзор описательных характеристик изучаемых минералов и прототипов синтетических соединений, их физические свойства; рассмотрены их кристаллические структуры.

Во **второй главе** приводятся методы исследования и условия получения аналитических данных, а также дана информация об обработке первичных аналитических материалов.

В **третьей главе** представлены результаты комплексных исследований метамиктных минералов: браннерита, торита, фергусонита-(Y), самарскита-(Y), цирконолита и давидита-(La). По материалам главы показано, что кристаллические структуры браннерита и давидита успешно восстанавливаются после прокаливания, а метамиктный цирконолит кристаллизуется в 3T политипе. Перекристаллизация также обнаружена для торита и фергусонита-(Y), однако в процессе их прокаливания фиксируются фазовые переходы торита в хаттонит и фергусонита из  $\beta$  в  $\alpha$ -модификацию. В процессе прокаливания метамиктный самарскит кристаллизуется в виде фазы, изоструктурной  $\alpha$ -PbO<sub>2</sub>. В данной главе также приводятся коэффициенты термического расширения перечисленных выше минералов, диапазоны термической стабильности отдельных фаз, побочные продукты прогрева. Наименьшее объемное тепловое расширение и минимальная анизотропия термического расширения характерны для хаттонита и торита. Браннерит также имеет малое объемное тепловое расширение, но его поведение с ростом температуры характеризуется анизотропией термического поведения. Давидит-(La) и цирконолит характеризуются практически изотропным термическим

расширением. Фергусонит-(Y) демонстрирует наибольшее объемное термическое расширение и сильную анизотропию.

В **четвертой главе** описаны методики синтеза новых кричтонитоподобных соединений с редкоземельными элементами методом твердофазной реакции. Работа по созданию кричтонитоподобных материалов основывается на высокой изоморфной емкости данного структурного типа, которая сочетается с уникальными электронными конфигурациями редкоземельных элементов и их высоким потенциалом при создании магнитных материалов. В данной главе описаны новые соединения, которые имеют следующие формулы  $\text{LaMn}_3\text{Ti}_{13}\text{Fe}_5\text{O}_{38}$ ,  $\text{SrMn}_3\text{Ti}_{13}\text{Fe}_5\text{O}_{38}$ ,  $\text{SrFe}_3\text{Ti}_{18}\text{O}_{38}$  и  $\text{CaFe}_3\text{Ti}_{18}\text{O}_{38}$ . С помощью многометодного подхода показано, что кричтонитоподобные материалы характеризуются ферримагнитной упорядоченностью спинов  $\text{Mn}^{2+}$  и  $\text{Ti}^{3+}$ , а частичное замещение  $\text{Ti}^{3+}$  на  $\text{Fe}^{3+}$  может приводить к проявлению у этих фаз свойств спиновых стёкол. В ходе проведения исследований также показано, что лантаноиды могут нарушать магнитный порядок.

В **Заключении** автором обобщены результаты диссертационного исследования.

Научная составляющая диссертационного исследования выполнена на высоком уровне, автором самостоятельно получены принципиально новые результаты, апробация которых пройдена через публикацию материалов исследования в профильных журналах и их представления на конференциях. Замечания к работе касаются ее оформления: использование рисунков на английском языке, некорректное оформление литературных цитирований, символов и аббревиатур; имеются вопросы к русскому языку (потерянные склонения и пр.), однако это не создает принципиальных трудностей для восприятия материала и, в целом, понятно, что подготовка работы такого уровня для иностранного исследователя – огромное достижение.

К основным научным результатам работы стоит отнести (1) характеристику процессов перекристаллизации метамиктных фаз с ростом температуры, структурное изучение фаз с восстановленной кристалличностью; (2) определение полей температурной стабильности браннерита, торита, фергусонита-(Y), самарскита-(Y), цирконолита и давидита-(La), тепловых параметров, характера и коэффициентов термического расширения; (3) разработку методов синтеза кричтонитоподобных фаз, включая 4 новые, характеристику их магнитных свойств.

Анализ текста диссертации Чэнь Жуйци «Природные и синтетические оксидные фазы с f-элементами: рекристаллизация, кристаллохимия и свойства» показывает, что она соответствует специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, а также изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, а именно, выполненное исследование является существенным вкладом в решение фундаментальных и прикладных задач, связанных с получением и исследованием новых материалов.

Диссертация соответствует критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, установленным приказом от 19.11.2021 №11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» и рекомендована к защите в СПбГУ, а ее автор Чэнь Жуйци заслуживает присуждения искомой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4. Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Отзыв принят на расширенном заседании лаборатории минералогии Института вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук. Присутствовало на заседании 11 чел. Результаты открытого голосования по вопросу о принятии отзыва на диссертацию Чэнь Жуйци: «за» – 11 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 11 от 24 марта 2025 г.

Отзыв составила

Житова Елена Сергеевна, кандидат геолого-минералогических наук, зав. лаб. минералогии, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Адрес: Россия, Камчатский край, г. Петропавловск-Камчатский, бул. Пийпа Б.И., д. 9. Тел: (4152) 20 20 44, email zhitova\_es@mail.ru.

Я, Житова Елена Сергеевна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.



Подпись: Кашинцев Е.С.

ТС

Подпись: Миндеев Е.С.

зав. лаб.

Подпись: Житова Е.С.

зав. ОК ИВиС ДВО РАН

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ ВУЛКАНОЛОГИИ И СЕЙСМОЛОГИИ  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИВиС ДВО РАН)

Приказ

11 марта 2025 г.

№ 53-к

Петропавловск-Камчатский

§1

Убываю в командировку:  
16.03.2025 г. по 10.04.2025 г. на 20 календарных дней в г. Владивосток (ДВО РАН) для участия в научной сессии и общем собрании членов ДВО РАН; г. Москва (РАН) для участия в научной сессии по заслушиванию кандидатов в члены-корреспонденты РАН; г. Новосибирск (ИГМ СО РАН) для участия в разработке совместных проектов.

Командировочные расходы - за счет средств субсидии на выполнение государственного задания.

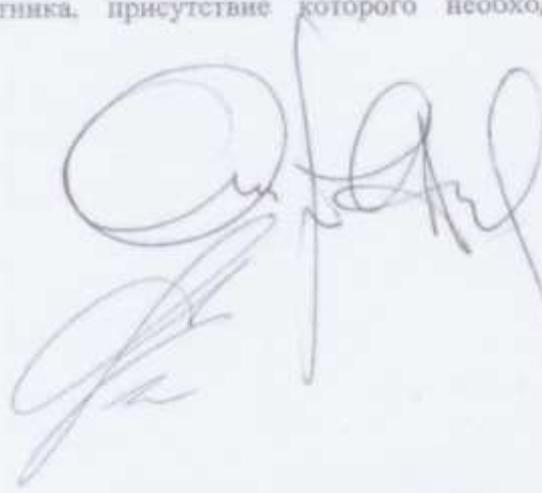
§2

На время моего отсутствия исполнять обязанности директора Института назначаю:  
В период с 16.03.2025 г. по 10.04.2025 г. Калачеву Е.Г. - заместителя директора по научной работе.

§3

КАЛАЧЕВОЙ Е.Г., заместителю директора по научной работе с 16.03.2025 г. по 10.04.2025 г. установить 50% доплату от оклада директора за выполнение обязанностей временно отсутствующего работника, присутствие которого необходимо постоянно, директора Озерова А.Ю.

Директор ИВиС ДВО РАН  
член-корреспондент РАН



А.Ю. Озеров

Согласовано:

Е.Г. Калачева

