

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Ордена Трудового
Красного Знамени Института химии силикатов им.

И. В. Гребенщикова Российской академии наук

д.т.н.  И.Ю. Кручинина

«30» _____ 2020 г.



Заключение

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов им. И. В. Гребенщикова Российской академии наук (ИХС РАН).

Диссертация «Синтез и физико-химическое исследование нанопорошков и биокерамики с различной пористой структурой в системах $ZrO_2 - Y_2O_3$, $ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2$, $ZrO_2 - Y_2O_3 - Al_2O_3$ » выполнена в лаборатории неорганического синтеза ИХС РАН.

В период подготовки диссертации соискатель Федоренко Надежда Юрьевна работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов им. И. В. Гребенщикова Российской академии наук в должности инженера-исследователя (2012-2015 г.), младшего научного сотрудника (с 2015 г. – по настоящее время).

В 2012 г. окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» с присуждением квалификации «Инженер» по специальности «Химическая технология неорганических веществ».

С 01.07.2013 по 30.06.2016 являлась аспирантом очной формы обучения по специальности 02.00.04 – физическая химия (приказ № 69-к от 28.06.2013).

Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук планируется к защите в совете Д 002.107.01, созданном при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов им. И. В. Гребенщикова Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор химических наук, профессор Шилова Ольга Алексеевна. Работает главным научным сотрудником, заместителем директора ИХС РАН по научной работе.

Диссертационная работа Федоренко Надежды Юрьевны на тему «Синтез и физико-химическое исследование нанопорошков и биокерамики с различной пористой структурой в системах $ZrO_2 - Y_2O_3$, $ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2$, $ZrO_2 - Y_2O_3 - Al_2O_3$ » выполнена в соответствии с основными направлениями фундаментальных научных исследований Российской академии наук в рамках планов научных исследований ИХС РАН 2010-2012 гг. (гос. регистрация № 01201052587), 2013-2015 гг. (гос. регистрация № 01201353828), 2016-2018 гг. (гос. регистрация № АААА-А16-116020210286-1) и 2019-2021 гг. (гос. регистрация № АААА-А19-119022290091-8). Проведенные исследования поддержаны грантами РФФИ №15-35-50059 мол_нр (автор – исполнитель по проекту); грантом Правительства Санкт-Петербурга для студентов, аспирантов, молодых ученых, молодых кандидатов наук в соответствии с распоряжением Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга от 05.12.2014 №161, диплом ПСП №14230 (автор – руководитель проекта); и грантом Правительства Санкт-Петербурга для студентов, аспирантов, молодых ученых, молодых кандидатов наук в соответствии с распоряжением Комитета по науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга от 28.11.2016 №148, диплом ПСП №16569 (автор – руководитель проекта).

Актуальность

Актуальность работы обусловлена необходимостью поиска взаимосвязи между условиями химического синтеза ксерогелей и порошков на основе диоксида циркония и их структурой и свойствами с целью создания технически ценных материалов с регулируемым в широком диапазоне значений пористостью и плотностью для использования в области реставрационной стоматологии и эндопротезирования.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации

Лично автором проведен литературный поиск, планирование эксперимента, совместно с научным руководителем сформулированы цели и задачи работы. В ходе работы автором были подобраны условия синтеза и температурные режимы обжига ксерогелей и порошков и спекания керамических образцов, а также синтезированы все исследуемые порошки, получены плотные и пористые керамические образцы, проведены измерения их линейной усадки, относительной плотности, открытой пористости и влагопоглощения. Автором проведена подготовка образцов для проведения физико-химических исследований, обработка полученных результатов. Кроме того, автор

принимал непосредственное участие в интерпретации и обобщении полученных в работе результатов, а также в подготовке всех публикаций.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность результатов основана на 1) применении современных взаимодополняющих физико-химических методов исследования, таких как низкотемпературная адсорбция азота, дифференциальный термический анализ, ИК-спектроскопия, метод адсорбции кислотно-основных индикаторов, рентгенофазовый анализ, растровая электронная микроскопия, гидростатическое взвешивание, ртутная порометрия, гониометрия, резонансный метод акустического контроля частоты собственных колебаний; 2) корректном использовании современного научного оборудования; 3) воспроизводимости и согласованности полученных данных.

Научная новизна и практическая значимость работы:

Разработаны физико-химические основы синтеза нанодисперсных порошков (средний размер частиц 8-10 нм) составов $(\text{ZrO}_2)_{0.97}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.03}$, $(\text{ZrO}_2)_{0.92}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.03}(\text{CeO}_2)_{0.05}$ и $[(\text{ZrO}_2)_{0.97}(\text{Y}_2\text{O}_3)_{0.03}]_{0.8}(\text{Al}_2\text{O}_3)_{0.2}$ методом совместного осаждения с последующей низкотемпературной обработкой. Показано, что порошки, полученные данным способом, в меньшей степени подвержены полимеризации и формированию цирконий-содержащих полимерных комплексов, что снижает степень их агломерации.

Керамика, полученная из синтезированных порошков, обладает монофазной тетрагональной структурой и высокими значениями степени тетрагональности ($c/a = 1.43837$), что способствует протеканию процесса трансформационного упрочнения в условиях агрессивного воздействия внешней среды и увеличению ее прочности и долговечности.

Получена высокопористая прочная керамика на основе $t\text{-ZrO}_2$ с высокой открытой пористостью 48%, при сохранении достаточно высоких для ее дальнейшего использования в эндопротезировании механических свойств (модуль упругости 94 ГПа). Подобран оптимальный состав порообразующей комплексной добавки гидроксиапатит (ГАП) + $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Установлена возможность регулирования величины открытой пористости за счет изменения количества карбоната аммония.

Проведена оценка биоинертности керамического наноматериала на основе $t\text{-ZrO}_2$ в SBF-растворе (synthetic body fluid), имитирующем по составу плазму крови человека, и физиологическом растворе. Изучено влияние изменения водородного показателя pH жидкостей при контакте с керамикой. Установлено, что среды с низкими значениями pH не вызывают дегенеративных изменений керамики. Изучено влияние низкотемпературного «старения» во влажной среде на стабильность кристаллической

структуры $t\text{-ZrO}_2$. Выявлено, что обработка керамики в биологических растворах и во влажной среде не вызывает ее структурных и химических изменений.

В ходе совместных работ с Институтом цитологии РАН подтверждена биосовместимость керамики с клетками живых организмов, что позволяет использовать ее в качестве материала для имплантатов реставрационной стоматологии.

Совместно с Первым Санкт-Петербургским государственным медицинским университетом им. академика И. П. Павлова и Российским научным центром радиологии и хирургических технологий им. акад. А.М. Гранова Министерства Здравоохранения РФ проведены исследования керамики *in vivo*, которые свидетельствуют об отсутствии токсического влияния имплантата на основе диоксида циркония на организм лабораторных животных в период до 195 суток с момента имплантации. По истечении 15 месяцев с момента имплантации установлено наличие в капсуле кровеносных сосудов. Клеточный состав капсулы свидетельствует о том, что клетки соединительной ткани и сосуды способны внедриться и прорасти в поры керамического имплантата.

Результаты выполненного исследования вносят существенный вклад в развитие физической химии, дополняя научные знания в области экспериментального определения кристаллической структуры дисперсных материалов на основе сложных оксидов циркония, редкоземельных элементов (Ce, Y) и алюминия, изучения физико-химических свойств этих систем, в том числе, процессов кристаллизации, при воздействии высоких температур, определения реакционной способности полученной керамики и установления взаимосвязи с ее структурой и условиями окружающей среды.

Ценность научных работ соискателя заключается в:

- Установлении физико-химических и технологических закономерностей процессов протекания жидкофазного синтеза аэрогелей, ксерогелей и порошков в системах $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$, $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-CeO}_2$ и $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3$ с использованием методов совместного осаждения с последующей низкотемпературной обработкой, золь-гель и гидротермального синтеза;

- Разработке методики химического синтеза получения плотной керамики в системе $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-CeO}_2$, отличающейся высоким значением модуля упругости (198 – 212 ГПа) и низкой пористостью (6 %);

- Разработке методики химического синтеза биокерамики с высокой пористостью (45 – 55 %) при сохранении высокой механической прочности и выявленных зависимостях состав – структура – свойства полученных материалов;

- Определении базовой цитотоксичности полученных материалов в экспериментах *in vitro* с использованием модельных сред и культивируемых клеточных линий,

- Определении базовой цитотоксичности полученных материалов на биологические ткани экспериментальных животных в экспериментах *in vivo* и оценки состояния контактных тканей животного и кровообращения в них, в результате чего показана перспективность применения разработанной керамики в качестве материала для создания имплантатов и эндопротезов для стоматологии и ортопедической хирургии.

Специальность, которой соответствует диссертация

Диссертация Федоренко Надежды Юрьевны соответствует паспорту специальности 02.00.04 – физическая химия (П.1 – Экспериментальное определение и расчет параметров строения молекул и пространственной структуры веществ; П. 3 – Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях; П. 9 – Элементарные реакции с участием активных частиц; П. 10 – Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями осуществления химической реакции; П. 11 – Физико-химические основы процессов химической технологии).

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Основное содержание диссертационной работы представлено в 50 публикациях, включая 10 статей в рецензируемых научных журналах из Перечня ВАК, 3 статьи в сборниках, 1 патент на изобретение и 35 тезисов докладов.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК:

1. Морозова Л.В., Калинина М.В., **Ковалько Н.Ю.**, Дроздова И.А., Шилова О.А. Синтез и исследование нанокпозиций на основе диоксида циркония с целью создания новых биоматериалов.// Физика и химия стекла. 2012. Т.38. №6(письма). Стр. 946-950.
2. Морозова Л.В., Калинина М.В., **Ковалько Н.Ю.**, Арсентьев М.Ю., Шилова О.А. Синтез нанокерамики на основе диоксида циркония с высокой степенью тетрагональности.// Физика и химия стекла. 2014. Т. 40. № 3. С.462 – 468.
Morozova L.V., Kalinina M.V., **Koval'ko N.Yu.**, Arsent'ev M.Yu., Shilova O.A. Preparation of Zirconia-Based Nanoceramics with a High Degree of Tetragonality.// Glass Physics and Chemistry, 2014, Vol. 40, No. 3, pp. 352–355.
3. **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Морозова Л.В., Арсентьев М.Ю., Колобов К.А., Шилова О.А. Исследование лиофильных свойств и цитотоксичности наноструктурированной биокерамики на основе систем $ZrO_2-Y_2O_3-CeO_2$ и $ZrO_2-Y_2O_3-Al_2O_3$. // Физика и химия стекла. 2016. Т. 42. №6. С. 790-797.

Koval'ko N.Yu., Kalinina M.V., Morozova L.V., Arsent'ev M.Yu., Kolobov K.A., Shilova O.A. Study of the Lyophilic Properties and Cytotoxicity of Nanostructured Bioceramics Based on the ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2 and ZrO_2 - Y_2O_3 - Al_2O_3 Systems // *Glass Physics and Chemistry*. 2016. V.42. No. 6, pp. 609-614.

4. **Ковалько Н.Ю., Колобов К.А., Калинина М.В., Морозова Л.В., Шилова О.А., Блинова М.И.** Биосовместимость нанокерамики на основе диоксида циркония с культивируемыми клетками. // *Цитология*. 2016. Т.58. №11. С.891-896.

5. **Ковалько Н.Ю., Калинина М.В., Малкова А.Н., Лермонтов С.А., Морозова Л.В., Полякова И.Г., Шилова О.А.** Синтез и сравнительное исследование ксерогелей, аэрогелей и порошков на основе системы ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2 . // *Физика и химия стекла*. 2017. Т. 43. № 4. С. 415-424.

Koval'ko N. Yu., Kalinina M. V., Malkova A. N., Lermontov S. A., Morozova L. V., Polyakova I. G., Shilova O. A. Synthesis and Comparative Studies of Xerogels, Aerogels, and Powders Based on the ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2 System. // *Glass Physics and Chemistry*. 2017. V.43. No. 4, pp. 368-375.

6. **Ковалько Н.Ю., Калинина М.В., Масленникова Т.П., Морозова Л.В., Мякин С.В., Хамова Т.В., Арсентьев М.Ю., Шилова О.А.** Сравнительное исследование порошков на основе системы ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2 , полученных различными жидкофазными методами синтеза // *Физика и химия стекла*. 2018. Т. 44. № 5. С.500–508. DOI: 10.7868/S0132665118050074.

Koval'ko N.Yu., Kalinina M.V., Maslennikova T.P., Morozova L.V., Myakin S.V., Khamova T.V., Arsent'ev M.Yu., Shilova O.A. Comparative Study of Powders Based on the ZrO_2 - Y_2O_3 - CeO_2 System Obtained by Various Liquid Phase Methods of Synthesis // *Glass Physics and Chemistry*, 2018. Vol. 44. No. 5. pp. 433–439. DOI: 10.1134/S1087659618050103.

7. **Ковалько Н.Ю., Долгин А.С., Ефимова Л.Н., Арсентьев М.Ю., Шилова О.А.** Жидкофазный синтез и исследование порошков на основе диоксида циркония // *Физика и химия стекла*. 2018. Т. 44. №6. С.77-83.

Koval'ko N.Yu., Dolgin A.S., Efimova L.N., Arsent'ev M.Yu., Shilova O.A. Liquid-phase Synthesis and Investigation of Powders Based on Zirconium Dioxide // *Glass Physics and Chemistry*. 2018. Vol. 44. No. 6. Pp.611-616.

8. **Ковалько Н.Ю., Калинина М.В., Суслов Д.Н., Галибин О.В., Юкина Г.Ю., Арсентьев М.Ю., Шилова О.А.** Исследование влияния биокерамических образцов на основе $t-ZrO_2$ на состояние мышечной и соединительной тканей экспериментальных животных при внутримышечном введении // *Перспективные материалы*. 2019. №5. С. 41–49. DOI: 10.30791/1028-978X-2019-5-41-49.

Kovalko N.Yu., Kalinina M.V., Suslov D.N., Galibin O.V., Yukina G.Yu., Arsent'ev M.Yu., Shilova O.A. Effect of t-ZrO₂-Based Ceramic Samples on the Condition of Muscular and Connecting Tissues in Experimental Animals with Intramuscular Introduction // Inorganic Materials: Applied Research. 2019. Vol. 10. Iss. 5. Pp. 1109–1114. DOI: 10.1134/S2075113319050149.

9. **Koval'ko N.Yu.**, Ponomareva M.A., Khamova T.V., Dolgin A.S., Kalinina M.V., Shilova O.A. Preparation and Study of Porous Ceramics Based on Zirconium Dioxide for Endoprosthesis // Glass Physics and Chemistry, 2019, Vol. 45, No. 6, pp. 520–523. DOI: 10.1134/S1087659619060117

10. **Федоренко (Ковалько) Н.Ю.**, Мякин С.В., Франк В.М., Долгин А.С., Христюк Н.А., Полякова И.Г., Калинина М.В., Шилова О.А. Влияние условий синтеза ксерогелей в системе ZrO₂-Y₂O₃-CeO₂ на свойства керамики на их основе // Физика и химия стекла. 2020. № 2. С. 206–212.

Fedorenko (Koval'ko) N.Y., Myakin S.V., Frank V.M., Dolgin A.S., Khristyuk N.A., Polyakova I.G., Kalinina M.V., Shilova O.A. Influence of Xerogel Synthesis Conditions in the ZrO₂-Y₂O₃-CeO₂ System on the Properties of Powders and Ceramics Based on Them // Glass Physics and Chemistry, 2020, Vol. 46, No. 2, pp. 176–180. DOI: 10.1134/S1087659620020030

11. Калинина М.В., **Ковалько Н.Ю.**, Суслов Д.Н., Андожская Ю.С., Галибин О.В., Шилова О.А. Исследование влияния высокопористой биокерамики на основе системы ZrO₂-Y₂O₃-CeO₂ на биологические ткани экспериментальных животных // Перспективные материалы. 2020. № 7. В печати.

В других изданиях:

1. Kalinina M.V., Morozova L.V., **Koval'ko N.Yu.**, Drozdova I.A., Arsent'ev M.Yu., Shilova O.A. Bioceramic nanocomposite based on zirconium dioxide as applied to restorative dentistry.// "Advanced Metals, Ceramics and Composites" The 12th China-Russia Symposium on Advanced Materials and Technologies. 19-22 November 2013, Kunming, China. Vol.I. pp. 31-35. ISBN 978-7-5415-7650-5.

2. Калинина М.В., Морозова Л.В., Егорова Т.Л., **Ковалько Н.Ю.**, Шилова О.А. Способы получения пористой керамики на основе стабилизированного диоксида циркония.// Вестник НТУ «ХПИ», Украина. 2014. С.41-44.

3. Морозова Л.В., Калинина М.В., **Ковалько Н.Ю.**, Дроздова И.А., Полякова И.Г., Шилова О.А. Синтез и исследование биоинертной нанокерамики на основе диоксида циркония с высокой степенью тетрагональности для имплантологии.// Актуальные проблемы технологии производства современных керамических материалов: сборник трудов научного семинара – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2015. С. 229-244.

Патент:

1. Шилова О.А., Калинина М.В., Морозова Л.В., **Ковалько Н.Ю.** Способ получения керамики на основе диоксида циркония для реставрационной стоматологии. // Патент № 2536593. МПК С 04 В 35/486. Зарег. 27.12.2014 г. (Заявка № 2013141665/03, приоритет от 10.09.2013 г.); Бюл. № 36, 27.12.2014.

Тезисы докладов конференций:

1. **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Морозова Л.В., Шилова О.А. Синтез и исследование нанокмпозиций на основе диоксидов циркония с целью создания новых керамических биоматериалов.// Сборник тезисов докладов Всероссийской молодежной научной школы «Химия и технология полимерных и композиционных материалов». Россия. Москва. 26-27 ноября 2012 г., с.170.

2. **Ковалько Н.Ю.**, Морозова Л.В., Калинина М.В., Шилова О.А. Низкотемпературный синтез нанодисперсных порошков на основе системы $t\text{-ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ для получения керамики различного функционального назначения// Сборник тезисов докладов II Всероссийской молодежной конференции «Успехи химической физики». 26-31 мая 2013 г., г. Черногловка, с.206.

3. **Ковалько Н.Ю.** Инновационная технология получения керамики на основе диоксида циркония для реставрационной стоматологии.// Сборник тезисов докладов Всероссийской молодежной научной конференции «Инновации в материаловедении», 3 – 5 июня 2013 г., г. Москва, с.173.

4. **Ковалько Н.Ю.**, Морозова Л.В., Калинина М.В., Шилова О.А. Низкотемпературный синтез нанокристаллических порошков на основе диоксида циркония для получения керамики функционального назначения.// Сборник тезисов докладов Восьмой Всероссийской конференции «Керамика и композиционные материалы», школы молодых ученых «Наноструктурированные керамические и композиционные материалы», 17-20 июня 2013 г., г. Сыктывкар, с.135.

5. **Ковалько Н.Ю.**, Морозова Л.В., Калинина М.В., Арсентьев М.Ю., Шилова О.А. Изучение устойчивости керамики на основе ZrO_2 во влажной среде с целью создания биоматериалов для стоматологии//Сборник тезисов докладов Российской конференции (с международным участием) «Высокотемпературная химия оксидных наносистем», Сборник тезисов конференции, 7-9 октября 2013г., г.Санкт-Петербург, с. 82

6. **Ковалько Н.Ю.**, Морозова Л.В., Калинина М.В., Арсентьев М.Ю., Шилова О.А. Получение нанодисперсных порошков на основе диоксида циркония для создания керамики функционального назначения.// Сборник тезисов докладов Международной конференции – научной школы молодых ученых «Новые материалы для

электромашиностроения и радиоэлектроники» XIV Молодежной конференции ИХС РАН 4-6 декабря 2013 г., г. Санкт-Петербург. С.44.

7. **Ковалько Н.Ю.**, Морозова Л.В., Калинина М.В., Арсентьев М.Ю., Шилова О.А. Синтез и исследование нанокерамики на основе диоксида циркония для создания биоматериалов//Сборник тезисов докладов II Научно – технической конференции «Наноиндустрия и технологии будущего», СПбГЭУ «ЛЭТИ», г. Санкт-Петербург, 10 апреля 2014 г. Стр. 93.

8. Морозова Л.В., Калинина М.В., **Ковалько Н.Ю.**, Арсентьев М.Ю., Дроздова И.А., Шилова О.А. Изучение стабильности биокерамики на основе диоксида циркония в неорганических и биологических средах.//Сборник тезисов докладов III международной конференции стран СНГ «Золь-гель синтез и исследование неорганических соединений, гибридных функциональных материалов и дисперсных систем». г. Суздаль. 8-12 сентября 2014г. С. 36-37.

9. Морозова Л.В., **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Шилова О.А. Синтез и исследование биокерамики на основе диоксида циркония с высокой степенью тетрагональности для медицины.//Сборник тезисов докладов XXII Всероссийского совещания по неорганическим и органосиликатным покрытиям. г. Санкт-Петербург. 17 – 19 ноября 2014. С. 151-152.

10. **Ковалько Н.Ю.** Особенности жидкофазного синтеза и исследование нанокристаллической керамики на основе $t\text{-ZrO}_2$ для создания биоматериалов.// Сборник тезисов докладов XV Всероссийской молодежной научной конференции с элементами научной школы – «Функциональные материалы: синтез, свойства, применение». г. Санкт-Петербург, 10-12 декабря 2014 г. С. 123-125.

11. Морозова Л.В., **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Дроздова И.А., Полякова И.Г., Шилова О.А. Исследование биоинертности керамики на основе $t\text{-ZrO}_2$ в биологических растворах и влажных средах. // Сборник тезисов докладов V научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием) «Неделя науки – 2015». г. Санкт-Петербург. 25-27 марта 2015г. С. 234.

12. **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Морозова Л.В., Блинова М.И., Колобов К.А., Шилова О.А. Изучение характера взаимодействия нанокерамики на основе $t\text{-ZrO}_2$ с клетками живых организмов.// Сборник тезисов докладов Междисциплинарного научного форума «Новые материалы. Дни науки. Санкт-Петербург-2015» (SciDays-2015). г. Санкт-Петербург. 20-22 октября 2015 года. С. 88-91.

13. **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Морозова Л.В., Блинова М.И., Колобов К.А., Шилова О.А. Изучение поведения биокерамики на основе $t\text{-ZrO}_2$ в неорганических и

биологических средах //Сборник материалов Региональной конференции – научной школы молодых ученых для научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений «Инновационно - технологическое сотрудничество в области химии для развития Северо-Западного Региона России». Санкт-Петербург. 22-23 октября 2015 года. С. 33.

14. **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Морозова Л.В., Шилова О.А. Изучение устойчивости керамики на основе диоксида циркония в биологических и неорганических средах. // Сборник материалов Симпозиума « Химия для биологии, медицины, экологии и сельского хозяйства». г. Санкт-Петербург. 24-26 ноября 2015 года. С. 141.

15. **Ковалько Н.Ю.**, Морозова Л.В., Калинина М.В., Шилова О.А. Синтез и физико-химические свойства биосовместимой керамики на основе $t\text{-ZrO}_2$ медицинского назначения. // Сборник материалов научной конференции «Неорганическая химия - фундаментальная основа в материаловедении керамических, стеклообразных и композиционных материалов». г. Санкт-Петербург. 4-5 марта 2016 года. С. 93-95.

16. **Ковалько Н.Ю.**, Морозова Л.В., Калинина М.В., Шилова О.А. Разработка и исследование биокерамики на основе $t\text{-ZrO}_2$ для медицинского применения. // Сборник тезисов VI научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием) «Неделя науки – 2016». Санкт-Петербург. 30 марта – 1 апреля 2016 г. С. 269.

17. **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Аянка Р.В., Морозова Л.В., Шилова О.А. Синтез и консолидация порошков на основе диоксида циркония с заданной поровой структурой. // Сборник материалов IX Всероссийской конференции «Керамика и композиционные материалы». Сыктывкар, 23-26 мая 2016 г. С. 320-322.

18. **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Хамова Т.В., Морозова Л.В., Колобов К.А., Шилова О.А. Физико-химические исследования ксерогелей и порошков на основе диоксида циркония, полученных различными жидкофазными методами синтеза // Региональная конференция - научная школа молодых ученых для научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений «Инновационно-технологическое сотрудничество в области химии для развития Северо-Западного региона России «INNO-TECH 2016»: Сборник тезисов, Санкт-Петербург, 5–7 октября 2016 г. – СПб: Издательство «Лема», 2016. С. 58–59.

19. **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Морозова Л.В., Блинова М.И., Галибин О.В., Суслов Д.Н., Шилова О.А., Кручинина И.Ю. Жидкофазный синтез и исследование новых керамических наноматериалов. // Нейронаука для медицины и психологии: 13-й Международный междисциплинарный конгресс. Судак, Крым, Россия. 30 мая – 1 июня

2017. Труды конгресса. Под ред. Лосевой Е.В. Крючковой А.В., Логиновой Н.А. – М.: МАКС Пресс, 2017. – 488 с. (стр. 212).

20. **Kovalko N.Yu.**, Kalinina M.V., Morozova L.V., Blinova M.I., Galibin O.V., Suslov D.N., Kruchinina I.Yu. Liquid-phase synthesis and investigation of new ceramic materials. // Neuroscience for medicine and psychology: XIII International interdisciplinarity congress. Sudak, Crimea, Russia. May 30 – June 10, 2017. Proceeding of Congress. Edited by Loseva E.V., Kruchkova A.V., Loginova N.A. – М.: МАКС Press, 2017. – 448 p. (p. 213).

21. **Ковалько Н.Ю.**, Хамова Т.В., Арсентьев М.Ю., Шилова О.А., Сычев М.М. Синтез и изучение фазового состава порошков на основе $t\text{-ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ // Электронный журнал «Вестник современных исследований» (ISSN 2541-8300), г. Омск, 5 декабря, 2017 г. С. 273 – 275.

22. Франк В.М., **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Морозова Л.В. Жидкофазный синтез биокерамических материалов на основе $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3\text{-CeO}_2$ и исследование их характеристик в зависимости от условий обработки // Сборник тезисов докладов конференции «Неделя науки-2018», СПб, (СПбГТИ(ТУ)), с. 49.

23. **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Масленникова Т.П., Франк В.М., Мякин С.В., Шилова О.А. Жидкофазный синтез и исследование ксерогелей и порошков на основе диоксида циркония, полученных различными методами // Сборник тезисов Пятой международной конференции стран СНГ «Золь-гель синтез и исследование неорганических соединений, гибридных функциональных материалов и дисперсных систем «Золь-гель 2018». Санкт-Петербург, 27–31 августа 2018 г. – СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА», 2018. – 331 с. (с. 192-194).

24. **Ковалько Н.Ю.**, Копица Г.П., Арсентьев М.Ю., Христюк Н.А., Шилова О.А. Синтез и исследование порошков на основе диоксида циркония // Сборник тезисов XVII Всероссийской молодежной научной конференции с элементами научной школы – «Функциональные материалы: синтез, свойства, применение», посвященной 110-летию со дня рождения член-корр. АН СССР Н. А. Торопова. СПб.: «ЛЕМА», 2018. - 244 с. (стр. 69).

25. **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Масленникова Т.П., Франк В.М., Мякин С.В., Шилова О.А. Изучение порошков на основе диоксида циркония, полученных жидкофазными методами синтеза // Сборник тезисов XVII Всероссийской молодежной научной конференции с элементами научной школы – «Функциональные материалы: синтез, свойства, применение», посвященной 110-летию со дня рождения член-корр. АН СССР Н. А. Торопова. СПб.: «ЛЕМА», 2018. - 244 с. (стр. 70).

26. Франк В.М., **Ковалько Н.Ю.**, Мякин С.В., Калинина М.В., Морозова Л.В. Управление функциональным составом поверхности биокерамических материалов на основе $t\text{-ZrO}_2$ // Сборник тезисов IX научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках мероприятий, посвященных 150-летию открытия Периодического закона химических элементов Д.И. Менделеевым «НЕДЕЛЯ НАУКИ-2019» (с международным участием). 1–3 апреля 2019 г. – СПб.: 2019. С. 70

27. Пономарева М.А., **Ковалько Н.Ю.** Особенности получения пористой керамики на основе диоксида циркония для эндопротезирования // Сборник тезисов IX научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках мероприятий, посвященных 150-летию открытия Периодического закона химических элементов Д.И. Менделеевым «НЕДЕЛЯ НАУКИ-2019» (с международным участием). 1–3 апреля 2019 г. – СПб.: 2019. С. 58

28. Пономарева М.А., **Ковалько Н.Ю.**, Хамова Т.В., Долгин А.С., Калинина М.В., Шилова О.А. Пористая керамика на основе $t\text{-ZrO}_2$ для эндопротезирования // XXIII Всероссийская конференция с международным участием по неорганическим и органосиликатным покрытиям: Тезисы докладов конференции, 7-9 октября 2019 г. – СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА», 2019. С. 145-146

29. Франк В.М., Мякин С.В., **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Шилова О.А. Влияние условий синтеза на характеристики поверхности частиц порошков на основе диоксида циркония // XXIII Всероссийская конференция с международным участием по неорганическим и органосиликатным покрытиям: Тезисы докладов конференции, 7-9 октября 2019 г. – СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА», 2019. С. 173-174.

30. Пономарева М.А., **Ковалько Н.Ю.**, Хамова Т.В., Долгин А.С., Калинина М.В., Шилова О.А. Пористая керамика на основе $t\text{-ZrO}_2$ для эндопротезирования // XXIII Всероссийская конференция с международным участием по неорганическим и органосиликатным покрытиям: Тезисы докладов конференции, 7-9 октября 2019 г. – СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА», 2019. С. 145-146

31. Франк В.М., Мякин С.В., **Ковалько Н.Ю.**, Калинина М.В., Шилова О.А. Влияние условий синтеза на характеристики поверхности частиц порошков на основе диоксида циркония // XXIII Всероссийская конференция с международным участием по неорганическим и органосиликатным покрытиям: Тезисы докладов конференции, 7-9 октября 2019 г. – СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА», 2019. С. 173-174.

32. Пономарева М.А., **Федоренко (Ковалько) Н.Ю.**, Долгин А.С. Оптимизация синтеза гап-содержащих биокomпозиционных материалов на основе $t\text{-ZrO}_2$ для эндопротезирования // XVII Молодежная научная конференция, школа молодых ученых:

Сборник тезисов докладов конференции, г. Санкт-Петербург, 5-6 декабря 2019 г. – СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА», 2019. – с. 101.

33. Франк В.М., **Федоренко (Ковалько) Н.Ю.**, Мякин С.В. Влияние состава поверхности биосовместимой керамики на основе диоксида циркония на физико-химические характеристики порошков // XVII Молодежная научная конференция, школа молодых ученых: Сборник тезисов докладов конференции, г. Санкт-Петербург, 5-6 декабря 2019 г. – СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА», 2019. – с. 111-112.

34. Пономарева М.А., **Федоренко (Ковалько) Н.Ю.**, Калинина М.В. Оптимизация синтеза ГАП/t-ZrO₂ керамических материалов для эндопротезирования // Сборник тезисов X научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках мероприятий XV Всероссийского фестиваля науки «НАУКА 0+» «НЕДЕЛЯ НАУКИ-2020» (с международным участием). 1–3 апреля 2020 г. – СПб.: 2020. – с. 192

35. Франк В.М., Мякин С.В., **Федоренко (Ковалько) Н.Ю.** Влияние условий синтеза на свойства ксерогелей и порошков на основе диоксида циркония // Сборник тезисов X научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых в рамках мероприятий XV Всероссийского фестиваля науки «НАУКА 0+» «НЕДЕЛЯ НАУКИ-2020» (с международным участием). 1–3 апреля 2020 г. – СПб.: 2020. – с. 204

Диссертация Федоренко Надежды Юрьевны на тему «Синтез и физико-химическое исследование нанопорошков и биокерамики с различной пористой структурой в системах ZrO₂ – Y₂O₃, ZrO₂ – Y₂O₃ – CeO₂, ZrO₂ – Y₂O₃ – Al₂O₃» представляет собой самостоятельно выполненную автором научно-квалификационную работу, имеющую научную и практическую значимость для развития физической химии в части установления количественных взаимодействий между химическим составом, структурой вещества и его свойствами и разработки физико-химических основ процессов химической технологии получения нанодисперсных порошков и керамики на их основе. Работа соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842 (в редакции от 21.04.2016), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

По результатам рассмотрения диссертации «Синтез и физико-химическое исследование нанопорошков и биокерамики с различной пористой структурой в системах ZrO₂ – Y₂O₃, ZrO₂ – Y₂O₃ – CeO₂, ZrO₂ – Y₂O₃ – Al₂O₃» принято следующее заключение:

Диссертация «Синтез и физико-химическое исследование нанопорошков и биокерамики с различной пористой структурой в системах ZrO₂ – Y₂O₃, ZrO₂ – Y₂O₃ –

CeO_2 , $\text{ZrO}_2 - \text{Y}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$ Федоренко Надежды Юрьевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия.

Заключение принято на совместном заседании научно-методических советов «Разработка новых принципов и методов синтеза материалов и химических продуктов (в том числе наноматериалов). Химическая энергетика и экология» и «Исследование в области наночастиц, наноструктур и нанокompозитов. Гибридные органо-неорганические системы» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института химии силикатов им. И. В. Гребенщикова Российской академии наук.

На совместном заседании научно-методических советов ИХС РАН № 4 от «30» июня 2020 г., присутствовало 42 человек, в том числе докторов наук – 9 чел., кандидатов наук – 20 чел. Результаты открытого голосования: «за» – 42 чел., «против» – нет, «воздержались» – нет.

Председатель
совместного заседания
научно-методических
советов ИХС РАН



Здравков А.В., к.х.н., зам.
директора ИХС РАН по научной
работе

Секретарь заседания



Арсеньев М.Ю., к.х.н., ст.н.с.