

«УТВЕРЖДАЮ»

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

академик

«30» июня 2016 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук (ИХС РАН)

Диссертация "Синтез, структура и свойства диэлектрических и ферромагнитных пористых стекол и композитов со свойствами сегнетоэлектриков и мультиферроиков на их основе"
выполнена в лаборатории физической химии стекла ИХС РАН

В период подготовки диссертации соискатель Пшенко Ольга Андреевна

работала в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Трудового Красного Знамени Институте химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук на должности инженер (2009-2011 г.), младший научный сотрудник (2011-2013 г.), научный сотрудник (с 2013 г. по настоящее время)

Федеральное агентство научных организаций (ФАНО России)

наименование организации(ий), ведомственная принадлежность

В 2010 г. окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики» (СПб ГУ ИТМО, в настоящее время Университет ИТМО), кафедра нанотехнологий и материаловедения

по специальности Приборостроение

наименование специальности

Удостоверение № 48 от 01.10.2014 о сдаче кандидатских экзаменов
выдано в 2014 г.

Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук

наименование организации(ий)

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук
отрасль науки

планируется к защите в совете, созданном при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов им. И.В.Гребенщикова Российской академии наук,

Федеральное агентство научных организаций (ФАНО России)

наименование организации(ий), ведомственная принадлежность

Научный руководитель - доктор химических наук, доцент
(отрасль науки) наук,

Антропова Татьяна Викторовна

фамилия, имя, отчество - при наличии

работает зав. лабораторией в ИХС РАН, ФАНО России

должность

наименование организации, ведомственная

принадлежность

Диссертационная работа Пшенко Ольги Андреевны на тему "Синтез, структура и свойства диэлектрических и ферромагнитных пористых стекол и композитов со свойствами сегнетоэлектриков и мультиферроиков на их основе" выполнена в соответствии с Основными направлениями фундаментальных исследований РАН и темами НИР ИХС РАН 2010-2012 г.г. (гос. регистрация № 01201052583) и 2013-2016 г.г. (гос. регистрация № 01201353825), а также в рамках совместных межакадемических проектов Российской и Польской академий наук 2011/2013 г.г. и 2014/2016г.г. Работа была поддержана грантами по проектам РФФИ № 11-03-00747а, № 15-03-06258а; ОХНМ-02 РАН (2009/2011 г.г., 2012/2014 г.г.); ФЦП Минобрнауки РФ, соглашение № 8427 (2012/2013 г.г.) (автор - исполнитель проекта); а также по проектам РФФИ №12-03-31617_мол_а, КНВШ Правительства Санкт-Петербурга, 2012 г., 2015 г. (автор - руководитель проектов).

Актуальность

Разработка физико-химических основ синтеза и создание новых композиционных материалов с элементами наноструктурирования, которые обеспечивают их уникальные физические свойства, является важной задачей, решение которой направлено на минимизацию функциональных элементов современной аппаратурной базы микроэлектроники.

В настоящее время актуально создание материалов со свойствами сегнетоэлектриков, а также со свойствами мультиферроиков, обладающих несколькими типами упорядочения (например, сегнетоэлектрическим и магнитным), которые могут быть использованы при изготовлении элементов

памяти или долговременных носителей информации, высокоемкостных конденсаторов, микроскопических источников питания и др.

Известно, что перспективным способом получения нанокompозитных материалов (НКМ) является химическая технология внедрения соответствующего допанта, свойствами которого определяются свойства синтезируемого НКМ, в поровое пространство высококремнеземных пористых стекол (ПС). Помимо большой практической значимости такие исследования имеют фундаментальный научный характер, который заключается в установлении влияния размерного эффекта и топологии ПС на макроскопические свойства НКМ на их основе.

В связи с этим актуальным является проведение в диссертационной работе комплексных физико-химических исследований, направленных на получение новых ПС с регулируемыми параметрами структуры порового пространства и модифицированным химическим составом и НКМ на их основе, а также изучение их структуры и свойств. Уникальное сочетание электрических и магнитных свойств НКМ обусловлено сочетанием свойств ПС и внедренного допанта.

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации

В диссертации представлены результаты работы, выполненной автором в лаборатории физической химии стекла по темам НИР ИХС РАН в период 2009 – 2016 г.г., которые включают литературный поиск; планирование эксперимента; синтез объектов исследования; исследование их структуры методом БЭТ; исследование их свойств (спектрально-оптических в видимой и ИК областях, плотности), а также пробоподготовку образцов для химического анализа, электронно-микроскопических и рентгено-дифракционных исследований, исследований магнитных свойств; непосредственное участие в обработке результатов и подготовке публикаций.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

полученных в диссертационной работе, определяется тем, что проведенные исследования выполнены по современным методикам на современном аттестованном оборудовании; результаты, полученные различными методами, согласуются между собой.

Научная новизна результатов исследования заключается в следующем:

Впервые исследовано влияние поэтапного замещения Na_2O на K_2O в двухфазных NaKBSi стеклах, содержащих по синтезу 8 мол. % щелочных оксидов и лежащих на разрезах 60 или 70 мол. % SiO_2 , на их ликвационную структуру и свойства (электрические, плотность, химическую устойчивость) Установлено, что на вид концентрационных зависимостей указанных свойств

изученных двухфазных стекол оказывает влияние, помимо полищелочного эффекта, тип ликвационной структуры.

Показано, что ПС на основе двухфазных NaKBSi стекол обладают сквозной пористостью с размерами ≤ 10 нм и низкой электропроводностью, что делает их пригодными для использования в качестве матриц для создания НКМ.

Обнаружено, что в изученных двухфазных NaFeBSi стеклах железо находится в двух степенях окисления Fe^{2+} и Fe^{3+} и образует структурные группы двух типов $[FeO_4]$ (тетраэдрическая координация) и $[FeO_6]$ (октаэдрическая координация). Экспериментально подтверждена возможность формирования магнетита Fe_3O_4 в расплаве в процессе варки этих стекол из шихты, изначально содержащей Fe_2O_3 . Показано, что интенсивность кристаллической фазы Fe_3O_4 в двухфазных NaFeBSi стеклах увеличивается при увеличении содержания железа в стекле.

Впервые разработана физико-химическая методика и получены ферромагнитные железосодержащие ПС в форме пластин толщиной 0,5-2 мм. Обнаружено, что ПС на основе двухфазных NaFeBSi стекол обладают низкой электропроводностью и диэлектрической проницаемостью, а также ферромагнитными свойствами; сквозными непериодическими порами либо размером ~ 5 нм, либо бимодальной структурой и размерами $\sim 5,5$ и 60 нм, в зависимости от режима травления. Что суммарно делает их пригодными для использования в качестве матриц для создания НКМ.

Обнаружено, что в НКМ, синтезированных путем внедрения KNO_3 из водно-солевого раствора в поры диэлектрических ПС с размерами пор ≤ 10 нм, наблюдается существенное расширение температурного диапазона существования сегнетоэлектрической γ - KNO_3 фазы вплоть до комнатной температуры. Обнаружена стабилизация γ - KNO_3 фазы при комнатной температуре в течение длительного времени.

Обнаружено, что в НКМ, синтезированных путем внедрения KNO_3 из водно-солевого раствора, а также $NaNO_2$ из солевого расплава, в поры ферромагнитных ПС с размерами пор либо ~ 5 нм, либо с бимодальной структурой и размерами $\sim 5,5$ и 60 нм, наблюдается существенное расширение температурного диапазона существования сегнетоэлектрической γ - KNO_3 фазы вплоть до комнатной температуры. Показано взаимное влияние ферромагнитных и сегнетоэлектрических свойств друг на друга.

Практическая значимость

Впервые, путем пропитки диэлектрических ПС с размерами пор ≤ 10 нм нитратом калия (KNO_3) из водно-солевого раствора, синтезированы образцы НКМ в форме пластин толщиной 0,5 - 2 мм, обладающие сегнетоэлектрическими свойствами, стабильными при комнатной температуре.

Впервые разработан метод синтеза и получены лабораторные образцы ферромагнитных ПС в форме пластин толщиной 0,5 - 2 мм.

Впервые, путем пропитки ферромагнитных ПС с размерами пор либо ~ 5 нм, либо с бимодальной структурой и размерами $\sim 5,5$ и 60 нм нитратом калия (KNO_3) из водно-солевого раствора, а также $NaNO_2$ из солевого расплава,

синтезированы образцы НКМ в форме пластин толщиной 0,5 - 2 мм, обладающие свойствами, присущими мультиферроикам.

Синтезированные сегнетоэлектрические НКМ могут быть использованы для изготовления пьезоэлектрических датчиков, энергонезависимых сегнетоэлектрических элементов памяти (RAM), пироэлектрических инфракрасных датчиков, акустических устройств (датчики, резонаторы, фильтры), электрооптических или фотонных устройств.

Синтезированные НКМ со свойствами мультиферроиков пригодны для создания элементов долговременной памяти и/или долговременных носителей информации с высокой стабильностью и надежностью работы (FeRAM, FLESH-памяти).

По результатам работы получены два патента РФ:

Патент РФ 2540754. Способ получения высококремнеземного пористого стекла с магнитными свойствами / Антропова Т. В., Анфимова И. Н., Дроздова И. Н., Костырева Т. Г., Полякова И. Г., **Пшенко О. А.**, Столяр С. В. // Оpubл. 10.02.2015, Бюл. № 4.- 12 с.: ил.

Патент РФ 2594183. Способ получения композитного мультиферроика на основе ферромагнитного пористого стекла / Антропова Т. В., **Пшенко О. А.**, Анфимова И. Н., Дроздова И. А. // Оpubл. 10.08.2016, Бюл. № 22.- 19 с.: ил.

Ценность научных работ соискателя

В ходе проведенного научного исследования Пшенко О.А. успешно продемонстрирована перспективность использования двухфазных натриевокалиевоборосиликатных и железосодержащих натриевоборосиликатных стекол для создания нанопористых матриц и новых композиционных материалов со свойствами сегнетоэлектриков и мультиферроиков, которые обеспечивают их применимость в микроэлектронике. В диссертации эффективно использован комплекс современных химических, физико-химических и физических методов (химического анализа, просвечивающей электронной микроскопии, рентгеновской дифракции, адсорбционных методов (весовой, тепловая десорбция азота при 77 К), оптической спектроскопии в видимой и ИК областях спектра; электрических и магнитных измерений) исследования синтезированных материалов и обработки полученных результатов для установления связи "состав - структура - свойство". Выявленные закономерности имеют принципиальную научную новизну, что обусловило возможность опубликования полученных результатов в журналах "Физика и химия стекла", "Физика твердого тела", рекомендованных ВАК, а также в журналах " Composites: Part B ", "Optica Applicata", " Journal of Alloys and Compounds ", а также в трудах научных конференций, посвященных проблемам физической химии стекла и материаловедения.

Специальность, которой соответствует диссертация

Основные научные положения диссертации О. А. Пшенко соответствуют формуле специальности 02.00.04 – физическая химия, поскольку в диссертации 1) разработаны физико-химические основы способа получения новых диэлектрических и ферромагнитных пористых стекол путем химического травления двухфазных натриевоборосиликатных стекол, модифицированных введением оксидов калия или железа, а также новых композиционных материалов путем осуществления химических процессов формирования сегнетоэлектрической фазы в поровом пространстве синтезированных пористых стекол в ходе пропитки и тепловой обработки, 2) осуществлен синтез этих материалов и проведено комплексное исследование их состава, структуры и физико-химических свойств, 3) теоретической основой исследования являются общие физические законы а) жидкостного фазового разделения в стеклообразующих расплавах, б) массопереноса в пористых средах, в) электричества и магнетизма. Результаты научного исследования, выполненного Пшенко О.А., соответствуют паспорту специальности 02.00.04 – физическая химия, п. 5. Изучение физико-химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в экстремальных условиях высоких температур и давлений; п. 11. Физико-химические основы процессов химической технологии; отрасль наук - химические науки.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Основные положения диссертации в полной мере опубликованы в 38 научных работах, включая 2 патента РФ на изобретение, 9 статей в рецензируемых журналах, из которых 7 статей в журналах перечня ВАК, а также в тезисах 27 докладов на 22-ти международных и российских научных конференциях.

Статьи в научных журналах из перечня ВАК

1. Пшенко, О. А. Химическая устойчивость двухфазных железосодержащих натриево-боро-силикатных стекол в растворах HCl / О. А. Пшенко, И. Н. Анфимова, Т. Г. Костырева, Л. Ф. Дикая, Т. В. Антропова // Физика и химия стекла. Письма в журнал. – 2012. – Т. 38. – № 6. – С. 858-860.
2. Столяр, С.В. Электропроводность стекол системы $\text{Na}_2\text{O-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ / С. В. Столяр, О. А. Пшенко, М. Ю. Конон, Т. В. Антропова // Физика и химия стекла. Письма в журнал. – 2012. – Т. 38. – № 6. – С. 829-831.
3. Лапшин, А. Е. Структура сегнетоэлектрической фазы KNO_3 , сформированной в матрице нанопористого стекла / А. Е. Лапшин, М. Ю. Арсентьев, О. А. Пшенко, Т. В. Антропова // Физика и химия стекла. Письма в журнал. – 2012. – Т. 38. – № 6. – С. 817-819.
4. Пшенко, О. А. Ферромагнитные железосодержащие пористые стекла / О. А. Пшенко, И. А. Дроздова, И. Г. Полякова, К. Rogacki, A. Ciżman, R. Porzawski, E. Rysiakiewicz-Pasek, Т. В. Антропова // Физика и химия стекла. – 2014. – Т. 40. – № 2. – С. 215-222.

5. **Пшенко, О. А.** Новые стеклообразные нанокомпозиты, содержащие фазы Fe₃O₄ и γ-KNO₃ / О. А. Пшенко, Т. В. Антропова, М. Ю. Арсентьев, И. А. Дроздова // Физика и химия стекла. – 2015. – Т. 41. – № 5. – С. 687-693.

6. **Пшенко, О. А.** Исследование железосодержащих натриевоборосиликатных двухфазных и пористых стекол методами оптической спектроскопии / О. А. Пшенко, М. А. Гирсова, Г. Ф. Головина, Т. В. Антропова // Физика и химия стекла – 2016. – Т. 42. – № 1. – С. 47-53.

7. Волкова, А. В. Электрокинетические свойства железосодержащих микропористых стекол / А. В. Волкова, Л. Э. Ермакова, Е. А. Кашпурина, **О. А. Пшенко**, Т. В. Антропова // Физика и химия стекла – 2016. – Т. 42. – № 3. – С. 446-449.

Статьи в других научных журналах

1. Cizman, A. Structural, dielectric, thermal and electron magnetic resonance studies of magnetic porous glasses filled with ferroelectrics / A. Cizman, W. Bednarski, T.V. Antropova, **O. Pshenko**, E. Rysiakiewicz-Pasek, S. Waplak, R. Poprawski // Composites: Part B. – 2014. – N 64. – P. 16-23.

2. Cizman, A. Magnetic properties of novel magnetic porous glass-based multiferroic nanocomposites / A. Cizman, K. Rogacki, E. Rysiakiewicz-Pasek, T. Antropova, **O. Pshenko** and R. Poprawski // Journal of Alloys and Compounds. – 2015. – V. 649. – P. 447-452.

Патенты

1. **Патент РФ 2540754.** Способ получения высококремнеземного пористого стекла с магнитными свойствами / Антропова Т. В., Анфимова И. Н., Дроздова И. Н., Костырева Т. Г., Полякова И. Г., **Пшенко О. А.**, Столяр С. В. Заявитель и патентообладатель Институт химии силикатов им. И. В. Гребенщикова Российской академии наук // Оpubл. 10.02.2015, Бюл. № 4.- 12 с.: ил.

2. **Патент РФ 2594183.** Способ получения композитного мультиферроика на основе ферромагнитного пористого стекла / Антропова Т. В., **Пшенко О. А.**, Анфимова И. Н., Дроздова И. А. Заявитель и патентообладатель Институт химии силикатов им. И. В. Гребенщикова Российской академии наук // Оpubл. 10.08.2016, Бюл. № 22.- 19 с.: ил.

Публикации в материалах научных мероприятий

1. **Пшенко, О. А.** Исследование двухфазных натриевокалиевоборосиликатных стекол методами оптической спектроскопии / О. А. Пшенко, Т. В. Антропова, И. В. Кухтевич, Г. Ф. Головина, И. Н. Анфимова // Сборник трудов IX Международной конференции «Прикладная Оптика 2010» (18 – 22 октября 2010 г., Санкт-Петербург). – СПб.: Редакционно-издательский центр ГУАП, 2010. – Т. 2. – С. 39-42.

2. **Пшенко, О. А.** Синтез и исследование структуры, химической устойчивости и оптических свойств двухфазных стекол системы Na₂O-K₂O-B₂O₃-SiO₂ / О. А. Пшенко // Тезисы докладов XI Молодежной научной конференции ИХС РАН (09 – 10 декабря 2010 г., Санкт-Петербург). – СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА», 2010. – С. 125-127.

1. Antropova, T. Structure of the magnetic phase-separated and nano porous glasses / T. Antropova, I. Anfimova, I. Drozdova, I. Poljakova, **O. Pshenko**, S. Stolyar, T. Kostyreva // Abstr. Tenth Seminar «Porous Glasses - Special Glasses» PGL'2011. (30 August – 3 September 2011, Wroclaw, Poland). – Wroclaw, 2011. – P. 10.

2. **Пшенко, О. А.** Структура и структурно-чувствительные свойства двухфазных стекол системы $R_2O-B_2O_3-SiO_2$ ($R=Na, K$) / О. А. Пшенко, С. В. Столяр, Т. В. Антропова, И. Н. Анфимова, И. А. Дроздова, М. Ю. Конон // Тезисы докладов XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. В 4 т. (25 – 30 сентября 2011 г., Волгоград). – Волгоград : ИУНЛ ВолгГТУ, 2011. – Т. 2. – С. 523.

3. **Пшенко, О. А.** Оптические свойства двухфазных стекол системы $R_2O-B_2O_3-SiO_2$ ($R = Na, K$) / О. А. Пшенко, И. В. Кухтевич, З. Г. Тюрнина, О. Н. Королева // Сборник трудов 10-й Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодежи «Материалы нано-, микро-, оптоэлектроники и волоконной оптики: физические свойства и применение» (4 – 7 октября, 2011 г., Саранск). – Саранск : Издательство Мордовского университета, 2011. – С. 81.

4. **Пшенко, О. А.** Электрические свойства двухфазных и пористых стекол системы $Na_2O-K_2O-B_2O_3-SiO_2$ / О. А. Пшенко // Тезисы докладов XII Молодежной научной конференции ИХС РАН в рамках Российской конференции – научной школы для молодых ученых «Новые материалы для малой энергетики и экологии. Проблемы и решения» К 80-летию академика Я. Б. Данилевича (23 ноября 2011 г., Санкт-Петербург). – СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА», 2011. – С. 14.

5. **Пшенко, О. А.** Получение нанопористых магнитных матриц из двухфазных железосодержащих натриевоборосиликатных стекол / О. А. Пшенко, Т. В. Антропова, И. Н. Анфимова, С. В. Лурье, Т. Г. Костырева // Тезисы докладов XIV Международной научно-технической конференции «Научоемкие химические технологии – 2012» с элементами научной школы для молодежи (21 – 25 мая 2012 г., Тула – Ясная Поляна – Куликово Поле). - - М. : Издательство МИТХТ, 2012. – С.353.

6. **Пшенко, О. А.** Синтез и электрические свойства нанокompозитов <Пористое стекло + KNO_3 > / О. А. Пшенко // Тезисы докладов XIII Всероссийской молодежной научной конференции с элементами научной школы «Химия силикатов: вчера, сегодня, завтра» (к 125-летию академика И. В. Гребенщикова) (9 – 10 июля 2012 г., Санкт-Петербург). – СПб.: ООО «Издательство «ЛЕМА», 2012. – С. 81-84.

7. **Пшенко, О. А.** Наноструктурированные магнитные стеклообразные пористые матрицы на основе железосодержащей оксидной натриевоборосиликатной системы / О. А. Пшенко, Т. В. Антропова, И. А. Дроздова, И. Г. Полякова // Сборник трудов 11-той Всероссийской с международным участием конференции-школы «Материалы нано- микро- оптоэлектроники и волоконной оптики: физические свойства и применение» (2

– 5 октября 2012 г., Саранск). – Саранск : Издательство Мордовского университета, 2012. – С. 53.

8. Антропова, Т. В. Нанопористые магнитные матрицы для композитов со свойствами мультiferроиков / Т. В. Антропова, И. Н. Анфимова, **О. А. Пшенко**, С. В. Лурье, И. А. Дроздова, И. Г. Полякова, Т. Г. Костырева // Тезисы докладов III Международной научной конференции «Наноструктурные материалы – 2012: Россия – Украина – Беларусь» (19 – 22 ноября 2012 г., Санкт-Петербург). – СПб. : ООО «Издательство «ЛЕМА», 2012. – С. 169.

9. **Пшенко, О. А.** Исследование полищелочного эффекта в стеклообразующей системе $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, используемой для синтеза нанопористых диэлектрических матриц / О. А. Пшенко, Т. В. Антропова, И. Н. Анфимова, И. А. Дроздова, Т. Г. Костырева, Г. Ф. Головина // Тезисы докладов III Международной научной конференции «Наноструктурные материалы – 2012: Россия – Украина – Беларусь» (19 – 22 ноября 2012 г., Санкт-Петербург). – СПб. : ООО «Издательство «ЛЕМА», 2012. – С. 404.

10. **Пшенко, О. А.** Синтез сегнетоэлектрических композитных материалов на основе нанопористых стеклообразных оксидных матриц / О. А. Пшенко // Тезисы докладов VII Всероссийской конференции молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием по химии и наноматериалам «Менделеев-2013» (2 – 5 апреля 2013 г., Санкт-Петербург). – СПб. : Издательство Соло, 2013. – Нанохимия и наноматериалы. – С. 68-70.

11. Antropova, T. Structure and properties of the ferriferous nano porous vitreous matrixes / T. Antropova, I. Anfimova, I. Drozdova, I. Polyakova, **O. Pshenko**, A. Cizman, E. Rysiakiewicz-Pasek, R. Poprawski // Book of abstracts of The 23rd International Congress on Glass (1 – 5 July 2013, Prague, Czech Republic). – Prague, 2013. – P. 286-287.

12. **Pshenko, O. A.** Nanoporous magnetic silicate matrixes / O. A. Pshenko, T. V. Antropova // Abstract book of The 17th International Zeolite Conference (17th IZC) (7 – 12 July 2013, Moscow, Russia). – Moscow, 2013. – P. 404.

13. **Pshenko, O. A.** Nanocomposites “porous glass- KNO_3 ”: structure and electric properties / O. A. Pshenko, M. Yu. Arsent'ev, T. V. Antropova, A. E. Lapschin, I. N. Anfimova // Abstract book of The 17th International Zeolite Conference (17th IZC) (7 – 12 July 2013, Moscow, Russia). – Moscow, 2013. – P. 571-572.

14. Rysiakiewicz-Pasek, E. Dielectric properties of ferroelectrics embedded into magnetic porous glasses / E. Rysiakiewicz-Pasek, A. Cizman, M. Lukaszewicz, R. Poprawski, T. Antropova, **O. Pshenko** // Abstract book of 17 Intern. Conf. on Composite Structures (17 – 21 June 2013, Porto, Portugal). – Porto, 2013. – P. 99. (<http://conference.mercartura.pt/gesta04/index.php?pagina=1367&>) (N 3834)

15. **Пшенко, О. А.** Новые стеклообразные нанокompозиты, содержащие фазы Fe_3O_4 и $\gamma\text{-KNO}_3$ / О. А. Пшенко, Т. В. Антропова, А. Е. Лапшин, Т. Г. Костырева, Л. Н. Куриленко // Тезисы Российской конференции с международным участием «Стекло: наука и практика» (6 – 8 ноября 2013 г., Санкт-Петербург). – СПб. : ООО «Издательство «ЛЕМА», 2013. – С. 134-135.

16. **Пшенко, О. А.** Структура железосодержащих двухфазных и пористых стекол / О. А. Пшенко, Т. В. Антропова, И. Н. Анфимова, И. А. Дроздова, И. Г.

Полякова // Тезисы Российской конференции с международным участием «Стекло: наука и практика» (6 – 8 ноября 2013 г., Санкт-Петербург). – СПб. : ООО «Издательство «ЛЕМА», 2013. – С. 136-137.

17. Головина, Г.Ф. ИК-спектроскопическое исследование двухфазных натриевоборосиликатных стекол с добавками железа / Г. Ф. Головина, **О. А. Пшенко** // Тезисы Российской конференции с международным участием «Стекло: наука и практика» (6 – 8 ноября 2013 г., Санкт-Петербург). – СПб. : ООО «Издательство «ЛЕМА», 2013. – С. 61-62.

18. Poprawski, R. Physical properties of magnetic porous glass-based multiferroics nanocomposites / R. Poprawski, A. Gizman, K. Rogacki, **О. Pshenko**, T. Antropova // Тезисы Российской конференции с международным участием «Стекло: наука и практика» (6 – 8 ноября 2013 г., Санкт-Петербург). – СПб. : ООО «Издательство «ЛЕМА», 2013. – С. 27.

19. Antropova, T. New nanocomposite ferroelectric and multiferroic materials based on the porous glasses / T. Antropova, **О. Pshenko**, I. Drozdova, I. Polyakova, M. Arsent'ev // Abstract 6th International FEZA Conference (8 – 11 September 2014, Leipzig, Germany). – Leipzig, 2014. – P. 272.

20. **Пшенко, О. А.** Разработка химической технологии, синтез и исследование структуры новых магнитных нанопористых стекол / О. А. Пшенко // Сборник тезисов XV Всероссийской молодежной научной конференции с элементами научной школы – «Функциональные материалы: синтез, свойства, применение» (10 – 12 декабря 2014 г, Санкт-Петербург). – СПб. : ООО «Издательство «ЛЕМА», 2013. – С. 213-215.

21. Cizman, A. Physical properties and novel magnetic porous glass-based ferroelectric-ferromagnetic multiferroic nanocomposites / A. Cizman, R. Poprawski, K. Rogacki, T. Antropova, I. Anfimova, I. Drozdova, I. Polyakova, **О. Pshenko**. // Abstr. 13 European Meeting on ferroelectricity EMF 2015 (28 June – 3 July 2015, Porto, Portugal,). – Porto, 2015.

22. **Пшенко, О. А.** Железосодержащие ферромагнитные пористые стекла и композитные мультиферроики нового поколения на их основе / О. А. Пшенко, Т. В. Антропова // Сборник материалов междисциплинарного молодежного научного форума «Новые материалы. Дни науки. Санкт-Петербург 2015» (20 – 22 октября 2015, Санкт-Петербург). – М. : ООО «БУКИ ВЕДИ», 2015. – С. 267-270.

23. **Пшенко, О. А.** Спектрально-оптические свойства железосодержащих натриевоборосиликатных двухфазных и пористых стекол / О. А. Пшенко, Т. В. Антропова, М. А. Гирсова, Г. Ф. Головина, Т. Г. Костырева // Тезисы докладов 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» – «INNO–TECH 2015» (22 – 23 октября 2015, Санкт-Петербург). – СПб. : ООО «Издательство «ЛЕМА», 2015. – С. 57.

24. **Пшенко, О. А.** Синтез и характеристики новых гетерогенных мультиферроиков на основе железосодержащих ферромагнитных пористых стекол / О. А. Пшенко, Т. В. Антропова, И. Н. Анфимова, Г. Ф. Головина, Л. Ф.

Дикая, Т. Г. Костырева, И. А. Дроздова, М. Ю. Арсентьев // Материалы конференции Научная конференция «Неорганическая химия – фундаментальная основа материаловедения керамических, стеклообразных и композиционных материалов» (4 – 5 марта 2016, Санкт-Петербург). – СПб. : ООО «Издательство «ЛЕМА», 2016. – С. 173-176.

25. **Pshenko, O.** Multiferroic nanocomposites based on ferromagnetic nanoporous vitreous matrixes / O. Pshenko, T. Antropova, M. Arsent'ev, E. Rysiakiewicz-Pasek, A. Cizman // Abstract of «The 24th International Congress of Glass» (April, 7-11 2016, Shanghai, China). – Shanghai. – P. 226.

Диссертация Пшенко Ольги Андреевны на тему "Синтез, структура и свойства диэлектрических и ферромагнитных пористых стекол и композитов со свойствами сегнетоэлектриков и мультиферроиков на их основе" представляет собой самостоятельно выполненную автором научно-квалификационную работу, в которой решена фундаментальная задача использования явления метастабильного фазового разделения в оксидных щелочно-боросиликатных системах для создания новых стеклообразных диэлектрических и ферромагнитных пористых матриц, а также сегнетоэлектрических и мультиферроидных материалов на их основе путем их пропитки сегнетоэлектриком из солевого раствора или расплава; проведено комплексное исследование состава, структуры и физико-химических свойств синтезированных материалов в зависимости от условий синтеза. Полученные результаты вносят вклад в развитие физической химии силикатов, а также обеспечивают решение важных прикладных задач, актуальность которых обусловлена широким развитием современных технологий микроэлектроники. Диссертация О.А. Пшенко полностью соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявленным к кандидатским диссертациям.

По результатам рассмотрения диссертации "Синтез, структура и свойства диэлектрических и ферромагнитных пористых стекол и композитов со свойствами сегнетоэлектриков и мультиферроиков на их основе"

название диссертации

принято следующее заключение:

Диссертация "Синтез, структура и свойства диэлектрических и ферромагнитных пористых стекол и композитов со свойствами сегнетоэлектриков и мультиферроиков на их основе"

название диссертации

Пшенко Ольги Андреевны

фамилия, имя, отчество - при наличии

рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности _____

отрасль науки

02.00.04 – физическая химия

шифр(ы) и наименование специальности(ей) научных работников


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 «Исследования 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. Присутствовало на заседании 45 научных сотрудников, в том числе докторов наук - 11 чел., кандидатов наук - 15 чел. Результаты открытого голосования: «за» - 44 , «против» - нет , «воздержалось» - 1 , протокол № 8 от «30» июня 2016 г.

Председатель совместного
заседания научного -методических
советов (названия советов) ИХС
РАН


(подпись)

Лапшин А.Е., д.х.н., в.н.с.

Секретарь заседания


(подпись)

Ефименко Л.П., д.х.н.,
ученый секретарь ИХС
РАН