

## УТВЕРЖДАЮ:

ректор Федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный  
электротехнический университет «ЛЭТИ»  
им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
профессор Кулузов В.М.



« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»

Диссертация «Формирование оксидных нанокристаллов и нанокompозитов в гидротермальных условиях, строение и свойства материалов на их основе» выполнялась на кафедре физической химии СПбГЭТУ «ЛЭТИ».

В период подготовки диссертации соискатель, Альмяшева Оксана Владимировна, работала в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)» на кафедре физической химии в должности доцента. Научный консультант – заведующий лабораторией новых неорганических материалов Федерального государственное бюджетное учреждение науки Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук, д.х.н., проф., чл.-корр. РАН Гусаров Виктор Владимирович.

В 1998 г. Альмяшева Оксана Владимировна окончила Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет) по специальности «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук защитила в совете, созданном при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Трудового Красного Знамени Институте химии силикатов имени И.В. Гребенщикова Российской академии наук.

По итогам обсуждения диссертации О.В. Альмяшевой «Формирование оксидных нанокристаллов и нанокompозитов в гидротермальных условиях, строение и свойства материалов на их основе» принято следующее заключение.

**Оценка выполненной соискателем работы:**

Работа посвящена исследованию процессов формирования и относительно устойчивого существования оксидных функциональных материалов различного состава и строения, в том числе гидросиликатов со структурой хризотила. Используются активно развивающиеся и перспективные методы получения оксидных наноматериалов, базирующиеся на использовании так называемых методов «мягкой химии», основанные на синтезе материалов преимущественно в водных средах при относительно невысоких температурах. Одним из наиболее перспективных представителей группы методов «мягкой химии» является метод гидротермального синтеза, позволяющий получать слабоагломерированные наноразмерные частицы, со структурой зачастую отличной от структуры макроразмерных частиц. На основании проведенного исследования влияния различных параметров на процессы образования, строение и свойства наночастиц простых оксидов, в том числе, наночастиц оксидов алюминия, кремния, титана, железа, хрома, циркония, сложных оксидов, имеющих различное строение и морфологию, например, соединений с перовскитоподобной или шпинелльной структурой, соединений имеющих тубулярное строение, сформулированы общие положения физико-химического подхода, на основании которого целесообразно вести направленный синтез наночастиц оксидов с определенными размерами, морфологией, структурой и свойствами. Решение данной задачи позволит значительно расширить круг получаемых из этих оксидов материалов или повысить уровень характеристик известных материалов, например таких, как сорбенты, катализаторы и носители катализаторов, ферриты и др. Предложены механизмы поведения неорганических наночастиц при образовании нанокompозитов, в том числе и композиционных наночастиц, имеющих строение типа «ядро-оболочка».

Таким образом, проведенное комплексное исследование закономерностей образования, роста, структурных трансформаций наночастиц простых и сложных оксидов металлов с привлечением современных физико-химических методов имеет большое значение, причем важными этапами исследований являются накопление, систематизация, обобщение экспериментальных данных и теоретическое описание полученных знаний.

**Актуальность** диссертационной работы обусловлена необходимостью разработки физико-химических представлений о формировании оксидных наноструктур, включая нанокompозиты, в условиях «мягкой химии» для создания новых функциональных материалов с заданными свойствами.

**Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.** В диссертации представлены результаты исследований, выполненных лично автором или под её непосредственным руководством. Личный вклад автора в настоящую работу заключается в постановке цели и задач, разработке экспериментальных методик, непосредственном проведении экспериментов, обработке, анализе и обобщении полученных результатов. Вклад автора в постановку задач исследований и интерпретацию результатов исследований, выполненных в соавторстве, является определяющим. Часть экспериментов выполнена в рамках работы над диссертациями на соискание ученой степени кандидата химических наук А.Н.Бугрова (2013 г. ИВС РАН, Диссертационный совет Д 002.229.01) и В.И.Попкова (2016 г. МГУ им. М.В. Ломоносова, Диссертационный совет Д 501.002.05), научным руководителем которых являлся автор.

**Степень достоверности результатов проведенных исследований** определяется использованием в работе комплекса современных методов физико-химического анализа, воспроизводимостью результатов исследования, корреляцией результатов, полученных различными методами. Результаты обсуждения работы автора на российских и международных конференциях свидетельствуют о высокой степени достоверности. Сделанные выводы научно обоснованы и являются обобщением результатов тщательно выполненного экспериментального исследования.

**Научная новизна проведенных исследований** может быть сформулирована в виде следующих положений:

Установлена решающая роль строения предзародышевых кластеров и размера критических зародышей различного строения на механизм формирования нанокристаллов в условиях «мягкой химии», их структуру и характер распределения частиц по размерам. Предложены механизмы формирования наночастиц простых оксидов в условиях гидротермального синтеза

Установлен механизм формирования наночастиц переменного состава типа «кристаллическое ядро - аморфная оболочка» в гидротермальных условиях.

Предложен механизм формирования сложных оксидов с перовскито- и шпинелеподобной структурой в гидротермальных условиях. Показана решающая роль структурной преемственности между исходным состоянием реакционной системы и конечным продуктом, а также пространственного сопряжения компонентов системы на формирование сложных оксидов в условиях «мягкой химии».

Показано определяющее влияние пространственного и химического сопряжения реагентов на скорость формирования наноситков со структурой хризотила

Предложена физико-химическая модель процесса образования новой фазы в условиях пространственных ограничений, позволяющая прогнозировать структуру формирующихся фаз.

**Практическая значимость результатов проведенных исследований** определяется тем, что в ходе ее выполнения определены основные параметры процессов формирования нанокристаллов ряда простых и сложных оксидов, варьирование которых позволит получать материалы с заданными структурой, морфологией и свойствами. Предложена физико-химическая модель, позволяющая прогнозировать структуру фазы, образующейся в условиях пространственных ограничений. Показана перспективность использования наночастиц и нанокомпозитов на основе изученных систем в качестве катализаторов окисления, в медицине, оптике, в качестве порошков для применения в теплотехнике, для конструкционной и функциональной керамики. В частности, разработана методика получения катализаторов окисления на основе композиционного материала «нанокристаллы  $ZrO_2$  – аморфный  $Al_2O_3$ » по своим характеристикам превосходящих применяемые в настоящее время Pt-Pd-катализаторы. Предложен эффективный метод получения нанокристаллов сложных оксидов ( $CoFe_2O_4$ ) с использованием микрореакторной технологии. На основании результатов проведенных исследований получено 3 патента РФ.

**Ценность научных работ соискателя** заключается в разработке физико-химических представлений о формировании оксидных наноструктур, включая нанокомпозиты, в условиях мягкой химии и их экспериментальное обоснование.

**Специальность, которой соответствует диссертация.** Диссертация Альмяшевой Оксаны Владимировны соответствует паспорту специальности 02.00.21 – химия твердого тела, в частности:

П1. Разработка и создание методов синтеза твердофазных соединений и материалов.  
П2. Конструирование новых видов и типов твердофазных соединений и материалов.  
П3. Изучение твердофазных химических реакций, их механизмов, кинетики и термодинамики, в том числе зародышеобразования и химических реакций на границе раздела твердых фаз, а также топохимических реакций и активирования твердофазных реагентов.

П7. Установление закономерностей «состав – структура – свойство» для твердофазных соединений и материалов.

П8. Изучение влияния условий синтеза, химического и фазового состава, а также температуры, давления, облучения и других внешних воздействий на химические и

химико-физические микро-и макроскопические свойства твердофазных соединений и материалов.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

По результатам проведенных исследования опубликовано 147 работ, включая 67 статей (в том числе 61 статья в рецензируемых отечественных и международных научных журналах рекомендованных перечнем ВАК, в из них 49 - опубликованы после защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук), 77 тезисов докладов на научных конференциях и 3 патента РФ.

Основное содержание работы изложено в статьях:

1. *Попков В.И., Тугова Е.А., Бачина А.К., Альмяшева О.В.* Формирование нанокристаллов ортоферритов редкоземельных элементов  $REFeO_3$  ( $RE = Y, La, Gd$ ) при термической обработке соосажденных гидроксидов // Журнал общей химии. . 2017. Т. 87.
2. *Almjasheva O.V., Garabadzhiu A.V., Kozina Yu.V., Litvinchuk L.F., Dobritsa V.P.* Biological effect of zirconium dioxide-based nanoparticles // Nanosystems: physics, chemistry, mathematics. 2017. V. 8. № 3. P. 391-396 (doi: 10.17586/2220-8054-2017-8-3-391-396)
3. *Popkov, V.I., Almjasheva, O.V., Semenova, A.S. Kellerman D.G., Nevedomskiy V., Gusarov V.V.* Magnetic properties of  $YFeO_3$  nanocrystals obtained by different soft-chemical methods // J Mater Sci: Mater Electron (JMSE). 2017. (doi: 10.1007/s10854-017-6676-1)
4. *Кнурова М.В., Миттова И.Я., Перов Н.С., Альмяшева О.В., Нгуен А.Т., Миттова В.О., Самсонова В.В., Вирютина Е.Л.* Влияние степени допирования на размер и магнитные свойства нанокристаллов  $La_{1-x}Zn_xFeO_3$ , синтезированных золь-гель методом // Журнал неорганической химии. 2017. Т. 62, № 3. С. 275-282. (doi: 10.1134/S0036023617030081)
5. *Альмяшева О.В., Денисова Т.А.* Состояние воды в нанокристаллах диоксида циркония, полученных в гидротермальных условиях, и ее влияние на структурные превращения // ЖОХ. 2017. Т. 87. №1. С. 3-10. (doi: 10.1134/S1070363217010017)
6. *Попков В.И., Альмяшева О.В., Панчук В.В., Семенов В.Г. Гусаров В.В.* Роль предзародышевых образований в процессах формирования нанокристаллического ортоферрита иттрия // Доклады академии наук. 2016. Т. 471. № 4. С. 439–443
7. *Комлев А.А., Панчук В.В., Семенов В.Г., Альмяшева О.В., Гусаров В.В.* Влияние последовательности химических превращений на пространственную сегрегацию компонентов и образование периклазо-шпинельных нанопорошков в системе  $MgO-Fe_2O_3-H_2O$  // Журнал прикладной химии. 2016. Т. 89. Вып. 12. С. 1930-1936.

8. *Almjasheva O.V.* Formation and structural transformations of nanoparticles in the  $\text{TiO}_2\text{-H}_2\text{O}$  system // *Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics*, 2016, 7 (6), P. 1031–1049
9. *Альмяшева О.В., Гусаров В.В.* Роль предзародышевых образований в управлении синтезом нанокристаллических порошков  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  // *Журнал Прикладной химии* 2016. V. 89, № 6, С. 689–695. (doi: 10.1134/S107042721606001X)
10. *Vasilevskay A.K., Almjasheva O.V., Gusarov V.V.* Peculiarities of structural transformations in zirconia nanocrystals // *Journal of Nanoparticle Research* (2016) 18:188 (doi: 10.1007/s11051-016-3494-y)
11. *Малков А.А., Васильева К.Л., Альмяшева О.В., Малыгин А.А.* Влияние температуры обработки  $\text{ZrO}_2$  на взаимодействие с тетрахлоридом титана // *ЖОХ*. 2016. Т. 86. №5. С. 736-743. (doi: 10.1134/S1070363216050029)
12. *Bugrov A.N., Rodionov I.A., Zvereva I.A., Smyslov R.Yu., Almjasheva O.V.* Photocatalytic activity and luminescent properties of Y, Eu, Tb, Sm and Er-doped  $\text{ZrO}_2$  nanoparticles obtained by hydrothermal method // *Int. J. Nanotechnology*. 2016. Vol. 13 No. 1/2/3, P. 147-157. (doi: 10.1504/IJNT.2016.074530)
13. *Popkov V.I., Almjasheva O.V., Nevedomskiy V.N., V.V. Sokolov V.V., Gusarov V.V.* Crystallization behaviour and morphological features of  $\text{YFeO}_3$  nanocrystallites obtained by glycine-nitrate combustion // *Nanosystems: physics, chemistry, mathematics*. 2015, V. 6, № 6, P. P.866-874 (doi: 10.17586/2220-8054-2015-6-6-866-874)
14. *Василевская А.К., Альмяшева О.В., Гусаров В.В.* Формирование нанокристаллов в системе  $\text{ZrO}_2\text{-H}_2\text{O}$  // *Журнал общей химии*. 2015. Т. 85, № 12, С. 1937-1942 (doi: 10.1134/S1070363215120014)
15. *Almjasheva O.V.* Heat-stimulated transformation of zirconium dioxide nanocrystals produced under hydrothermal conditions // *Nanosystems: physics, chemistry, mathematics*. 2015, V. 6, № 5, P. 697-703 (doi: 10.17586/2220-8054-2015-6-5-697-703)
16. *Попков В.И., Альмяшева О.В., Шмидт М.П., Гусаров В.В.* Механизм образования нанокристаллического ортоферрита иттрия при термообработке соосажденных гидроксидов // *Журнал общей химии*. 2015. Т. 85. №6. С. 901-907.
17. *Попков В.И., Альмяшева О.В., Шмидт М.П., Изотова С.Г., Гусаров В.В.* Особенности формирования наночастиц  $\text{YFeO}_3$  при термообработке продуктов глицин-нитратного горения // *Журнал неорганической химии*. 2015. Т. 60. № 10. С. 1308–1314.
18. *Попков В.И., Альмяшева О.В., Гусаров В.В.* Исследование возможностей управления структурой нанокристаллического ортоферрита иттрия при его получении из аморфных порошков // *Журн. прикладной химии*. 2014. Т. 87. № 10. С. 1416-1420

19. *Popkov V.I., Almjasheva O.V.* Formation mechanism of  $\text{YFeO}_3$  nanoparticles under the hydrothermal condition // *Nanosystems: physics, chemistry, mathematics*. 2014, V. 5, № 5, P. 703-708.
20. *Almjasheva O.V., Gusarov V.V.* Metastable clusters and aggregative nucleation mechanism // *Nanosystems: physics, chemistry, mathematics*. 2014, V. 5, № 3, P. 405-417
21. *Попков В.И., Альмяшева О.В.* Формирование нанопорошков ортоферрита иттрия  $\text{YFeO}_3$  в условиях глицин-нитратного горения // *Журн. прикладной химии*. 2014. Т. 87. № 2. С. 185-189.
22. *Альмяшева О.В., Смирнов А.В., Федоров Б.А., Томкович М.В., Гусаров В.В.* Особенности строения наночастиц переменного состава с флюоритоподобной структурой на основе систем  $\text{ZrO}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Gd}_2\text{O}_3$ , сформированных в гидротермальных условиях // *Журнал общей химии*. 2014. Т. 84. № 5. С. 710-716.
23. *Смирнов А.В., Федоров Б.А., Томкович М.В., Альмяшева О.В., Гусаров В.В.* Наночастицы со строением типа «ядро-оболочка», формирующиеся в системе  $\text{ZrO}_2\text{-Gd}_2\text{O}_3\text{-H}_2\text{O}$  в гидротермальных условиях // *Доклады академии наук*. 2014. Т. 456. № 2. С. 171-172.
24. *Нгуен Ань Тьен, Солодухин Д.О., Демидова С.Ю., Альмяшева О.В., Миттова И.Я.* Золь-гель формирование и свойства нанокристаллов твердых растворов  $\text{Y}_{1-x}\text{Ca}_x\text{FeO}_3$  // *Журн. неорган. химии*. 2014. Т. 59. № 2, С. 166-171.
25. *Bugrov A.N., Almjasheva O.V.* Effect of hydrothermal synthesis conditions on the morphology of  $\text{ZrO}_2$  nanoparticles // *Nanosystems: physics, chemistry, mathematics*. 2013. V.4, № 6. P.810.
26. *Орлова А., Кукушкина Ю.А., Соколов В.В., Альмяшева О.В.* Наноккомпозит  $\text{C-ZrO}_2$  на основе терморасширенного графита // *Наносистемы: физика, химия, математика*. 2012. Т.3, №5. 138-143.
27. *Альмяшева О.В., Постнов А.Ю., Мальцева Н.В., Власов Е.А.* Термостабильный катализатор окисления водорода на основе наноккомпозита  $\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  // *Наносистемы: физика, химия, математика*. 2012. Т.3, № 6. С. 75-82.
28. *Василевская А.К. Альмяшева О.В.* Особенности фазообразования в системе  $\text{ZrO}_2\text{-TiO}_2$  в гидротермальных условиях // *Наносистемы: физика, химия, математика*. 2012. Т. № 4, С.75-81.
29. *Кучук И.С., Альмяшева О.В.* Структурные превращения в наноккомпозите  $\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$  в процессе термической обработки // *Наносистемы: физика, химия, математика*. 2012.Т.3. № 3. С. 123-129.
30. *Бугров А.Н., Власова Е.Н., Мокеев М.В., Попова Е.Н., Ивановка Е.М., Альмяшева О.В., Светличный В.М.* Распределение наночастиц диоксида циркония в

матрице поли-(4,4'-оксидифенилен)пиромеллитимида // Высокомолекулярные соединения. Сер. Б. 2012. Т.54. №10. С. 1566-1575

31. *Динь Ван Так, Миттова В.О., Альмяшева О.В., Миттова И.Я.* Синтез, структура и магнитные свойства нанокристаллического  $Y_{3-x}La_xFe_5O_{12}$  ( $0 \leq x \leq 0.6$ ) // Неорганические материалы. 2012. Т. 48. № 1. С. 81-86.
32. *Бугров А.Н., Альмяшева О.В.* Формирование наночастиц  $Cr_2O_3$  в гидротермальных условиях // Наносистемы: физика, химия, математика. 2011.Т.2. №4. С. 126-132.
33. *Няшпаев И.А., Щербин Б.О., Анкудинов А.В., Кумзеров Ю.А., Неведомский В.Н., Красилин А.А., Альмяшева О.В., Гусаров В.В.* Механические свойства наносвитков на основе  $Mg_3Si_2O_5(OH)_4$  // Наносистемы: физика, химия, математика. 2011. Т. 2 № 2. С. 48-57
34. *Красилин А.А., Альмяшева О.В., Гусаров В.В.* Влияние строения исходной композиции на формирование нанотубулярного гидросиликата магния // Неорганические материалы. 2011. Т.47. №10. С. 1222-1226
35. *Динь Ван так, Миттова В.О., Альмяшева О.В., Миттова И.Я.* Синтез и магнитные свойства нанокристаллов  $Y_{1-x}Cd_xFeO_{3-\delta}$  ( $0 \leq x \leq 0.2$ ) // Неорганические материалы. 2011. Т. 47. № 10. С. 1251-1156.
36. *Альмяшева О.В., Федоров Б.А., Смирнов А.В., Гусаров В.В.* Размер, морфология и структура частиц нанопорошка диоксида циркония, полученного в гидротермальных условиях // Наносистемы: физика, химия, математика. 2010. Т. 1. №1. С. 26-37.
37. *Альмяшева О.В., Гусаров В.В.* Особенности процесса фазообразования в нанокompозитах // Журн. общей химии. 2010. Т. 80. № 3. С. 359-364
38. *Нгуен Ань Тьен, Миттова И. Я., Альмяшева О.В.* Влияние условий синтеза на размер и морфологию частиц ортоферрита иттрия, полученного из водных растворов // Журн. прикл. химии. 2009. Т. 82. № 11. С.
39. *Нгуен Ань Тьен, Альмяшева О.В., Миттова И. Я., Стогней О.В., Солдатенко С.А.* Синтез и магнитные свойства нанокристаллов  $YFeO_3$  // Неорганические материалы. 2009. Т. 45. № 11. С. 1392–1397
40. *Альмяшева О.В., Власов Е.А., Хабенский В.Б., Гусаров В.В.* Термическая устойчивость и каталитическая активность композита аморфный  $Al_2O_3$ -нанокристаллы  $ZrO_2$ // Журнал прикл. химии 2009. Т. 82, № 2. С. 224-229.
41. *Фокин Б.С., Беленький М.Я., Альмяшев В.И., Хабенский В.Б., Альмяшева О.В., Гусаров В.В.* Критический тепловой поток при кипении водной дисперсии наночастиц // Письма в ЖТФ. 2009. Т.35. №10. С. 1-5.



42. *Альмяшева О.В., Артамонова О.В., Миттова И.Я., Гусаров В.В.* Спекание нанопорошков и свойства керамики на основе  $ZrO_2$  // Перспективные материалы. 2009. №1. С. 91-94.
43. *Кузнецова В.А., Альмяшева О.В., Гусаров В.В.* Влияние микроволновой и ультразвуковой обработки на образование  $CoFe_2O_4$  в гидротермальных условиях // Физика и химия стекла. 2009. Т.35. №2. С. 266-272.
44. *Альмяшева О.В., Гусаров В.В.* Зародышеобразование в средах с распределенными в них наночастицами другой фазы // ДАН. 2009. Т. 424. №5. 641-643.
45. *Нгуен Ань Тьен, Миттова И.Я., Альмяшева О.В., Кириллова С.А., Гусаров В.В.* Влияние условий получения на размер и морфологию нанокристаллического ортоферрита лантана // Физика и химия стекла. 2008. Т. 34. №6. с. 992-998.
46. *Yudin V.E., Otaigbe J.U., Svetlichnyi V.M., Korytkova E.N., Almjashveva O.V., Gusarov V.V.* Effects of nanofiller morphology and aspect ratio on the rheo-mechanical properties of polyimide nanocomposites // Express Polymer Letters. 2008. V.2 № 7. P. 485-493.
47. *Альмяшева О.В., Уголков В.Л., Гусаров В.В.* Термохимический анализ процессов десорбции и адсорбции воды на поверхности наночастиц диоксида циркония // Журн. прикладной химии. 2008. Т. 81. № 4. С. 571-575.

#### Патенты

1. *Абиев Р.Ш., Альмяшева О.В., Гусаров В.В., Изотова С.Г.* Способ получения нанопорошков феррита кобальта и микрореактор для его реализации. Патент на изобретение № RU 2625981 С1. Дата публикации: 20.07.2017 Бюл. № 20. Дата начала отсчета действия патента: 16.09.2016.
2. *Власов Е.А., Постнов А.Ю., Мальцева Н.В., Альмяшева О.В., Проскурина О.В., Спецов Е.А.* Способ получения каталитического покрытия для очистки газов // Патент на изобретение 2522561. Дата приоритета 26.10.2012. Дата регистрации 20.07.2014
3. *Гусаров В.В., Альмяшева О.В., Власов Е.А., Онуфриенко С.В., Безлепкин В.В., Семашко С.Е., Ивков И.М., Хабенский В.Б., Грановский В.С., Бешта С.В.* Пассивный каталитический рекомбинатор водорода // Патент на изобретение 2360734. Дата приоритета 23.06.2008. Дата регистрации 10.07.2009.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 16-13-10252), Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 16-03-00532-а, 15-08-03238-а, 13-08-01207-а, 13-03-12470-а, 13-03-00888-а), Российской академии наук (в рамках программ Президиума РАН «Разработка методов получения химических веществ и создание новых материалов» и «Основы фундаментальных исследований нанотехнологий и наноматериалов»).

Диссертационная работа Альмяшевой Оксаны Владимировны «Формирование оксидных нанокристаллов и нанокомпозитов в гидротермальных условиях, строение и свойства материалов на их основе» на соискание ученой степени доктора химических наук полностью соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями на 2016 г.), соответствует паспорту специальности 02.00.21 – химия твердого тела и рекомендуется к защите.

Заключение принято на заседании кафедры физической химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)».

Присутствовало на заседании 16 чел., из них 5 докторов наук. Результаты голосования: «за» - 16 чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет, протокол № 2 от «29» сентября 2017 г.

Председатель заседания кафедры  
физической химии  
к.х.н., доцент

О.В. Рахимова

Ученый секретарь кафедры  
физической химии

А.С. Свинолупова