

«Утверждаю»
Директор ИОНХ РАН
д.х.н., проф. РАН В.К. Иванов

«20» июня 2016г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук

Диссертация «Новые подходы к синтезу тугоплавких нанокристаллических карбидов и оксидов и получению ультравысокотемпературных керамических материалов на основе диборида гафния», выполнена в лаборатории химии легких элементов и кластеров Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН).

В период подготовки диссертации соискатель Симоненко Елизавета Петровна работала с 2014 г. в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, лаборантом с высшим профессиональным образованием, где и работает в настоящее время старшим научным сотрудником.

В 2013 г. поступила в очную докторантуру ИОНХ РАН (срок окончания 01 октября 2016 г.).

Научный консультант – главный научный сотрудник, доктор химических наук, профессор, член-корреспондент РАН Севастьянов Владимир Георгиевич, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Оценка выполненной соискателем работы.

В рамках диссертационной работы осуществлен детальный анализ положения дел в области ультравысокотемпературных керамических материалов состава $\text{HfB}_2(\text{ZrB}_2)/\text{SiC}$, перспективных для создания высокоскоростных летательных аппаратов, рассмотрены основные методы получения в высокодисперсном состоянии их важных компонентов – карбида кремния, сверхтугоплавких карбидов, тугоплавких оксидов металлов. Экспериментальные главы диссертации посвящены разработке новых подходов к синтезу указанных соединений как в виде нанодисперсных порошков, так и тонких пленок и тугоплавких керамических матриц. Разработанные методики позволили предложить новые методы получения карбидокремниевой керамики и керамических композиционных материалов состава $\text{HfB}_2/x\text{SiC}$ ($x=10-65$ об. %).

Рассмотренное исследование актуально с точки зрения развития представлений о механизме окисления ультравысокотемпературных материалов под воздействием потока диссоциированного воздуха, что может быть использовано для более осмысленного создания новых материалов, работоспособных при высокоскоростном нагреве потоками воздуха.

Для решения поставленных в работе задач выполнен большой объем экспериментальных исследований синтетического характера, проведен термодинамический анализ возможностей синтеза целевых продуктов при различных температурах и давлениях, осуществлено получение практически важных материалов по новым методикам, выполнены плазмохимические испытания поведения образцов в дозвуковой струе воздуха. Реализация данных работ основана на глубоком понимании протекающих процессов, знании особенностей химии объектов исследования.

Полученные данные вносят большой вклад в химию тугоплавких бинарных соединений, в том числе в аспекте разработки методов их получения и поведения в составе

композиционных материалов под воздействием повышенных температур в кислородсодержащей среде.

Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, в котором поставлены и решены практически значимые и актуальные проблемы неорганической химии.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.

Диссертация является самостоятельной, законченной и оригинальной научно-исследовательской работой. Лично автором проведен обзор литературных источников по тематике диссертации, поставлены цели и задачи работы, сформулированы подходы к решению конкретных проблем, разработаны экспериментальные методики, осуществлены эксперименты по синтезу высокодисперсных оксидов и карбидов, а также выполнен анализ данных физико-химических методов исследований, совместно с консультантом чл.-корр. РАН В.Г. Севастьяновым проведено обобщение результатов и сформулированы выводы. Термодинамическое моделирование процессов синтеза карбидов выполнено совместно с д.х.н. Ю.С. Ежовым (ОИВТ РАН). Часть экспериментальных работ по синтезу сверхтугоплавких карбидов и оксидов металлов под руководством автора проведена аспирантами Н.А. Игнатовым, Н.П. Симоненко, А.В. Дербеневым, В.А. Николаевым, К.А. Сахаровым, А.С. Мокрушиным и студентом Ф.Ю. Горобцовым. Разработка методов получения карбидокремниевой матрицы композиционных материалов проводилась совместно со ФГУП «ВИАМ», научной группой под руководством акад. Е.Н. Каблова и к.т.н. Д.В. Гращенкова. Исследование особенностей парообразования некоторых оксидных систем при температурах $\geq 2000^\circ\text{C}$ осуществлено чл.-корр. РАН В.Л. Столяровой и С.И. Лопатиным (СПбГУ). Применение полимерной технологии для получения пористой карбидокремниевой керамики проведено совместно с д.т.н. И.Д. Симоновым-Емельяновым и к.т.н. Н.Л. Шембель. Эксперименты по изготовлению керамических материалов методом искрового плазменного спекания проведены совместно с чл.-корр. РАН В.А. Авраменко, к.х.н. Е.К. Папыновым и студентом О.О. Шичалиным. Эксперименты по воздействию на ультравысокотемпературные образцы потока диссоциированного воздуха выполнены совместно с д.ф.-м.н. А.Ф. Колесниковым и к.ф.-м.н. А.Н. Гордеевым.

В тексте автореферата и диссертации в случае заимствований присутствуют корректные ссылки в том числе и на соавторов, отмечены работы, выполненные совместно с коллегами.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Использование в работе широкого ряда современных методов исследования, данные которых не противоречат друг другу, обсуждение результатов на Всероссийских и международных научных конференциях позволяет судить о высокой степени их достоверности. Сделанные в диссертации выводы научно обоснованы и являются обобщением тщательно выполненного эксперимента с применением современных физико-химических методов анализа.

Научная новизна результатов проведенных исследований.

Научная новизна работы состоит в:

1) Создании новых энергоэффективных способов изготовления ультравысокотемпературных керамических композиционных материалов состава HfB_2/SiC , объединяющих стадии карботермического синтеза нанокристаллического карбида кремния и горячего прессования керамики, что в контексте формирования композитов с равномерным распределением компонентов позволяет избежать дополнительных стадий получения высокодисперсного порошка SiC , смешения и совместного помола порошков HfB_2 и SiC ;

определении зависимости структуры и термического поведения в токе воздуха при нагреве до 1400°C от пористости и содержания карбида кремния (10÷65 об. %).

2) Выявлении особенностей поведения модельных материалов HfB_2/SiC (10÷45 об. %) с пористостью 20÷39 % при длительном (40÷42 мин) высокоэнтальпийном воздействии потока воздуха, в том числе при температуре поверхности 2500÷2700°C.

3) Получении новых данных о влиянии пористости и соотношения $\text{HfB}_2:\text{SiC}$ (содержание SiC от 10 до 65 об. %) на структуру и термическое поведение при нагреве до 1400°C в токе воздуха керамических композиционных материалов HfB_2/SiC , изготовленных с применением золь-гель метода и горячего прессования композиционных порошков $\text{HfB}_2/(\text{SiO}_2-\text{C})$.

4) Разработке новых подходов к синтезу нанокристаллических карбидов (SiC , TiC , ZrC , HfC , TaC , Ta_4ZrC_5 и Ta_4HfC_5) при относительно низких температурах ($\leq 1500^\circ\text{C}$) через золь-гель стадию получения высокодисперсных и химически активных стартовых составов MO_x-C , где $\text{M} - \text{Si}, \text{Ti}, \text{Zr}, \text{Hf}, \text{Ta}$.

5) Разработке метода получения окислительно стойкого композиционного порошка HfB_2/SiC , где карбид кремния является нанокристаллическим и наносится на поверхность микродисперсного порошка HfB_2 с применением золь-гель метода.

6) Разработке новых методик синтеза высокодисперсных тугоплавких оксидов металлов – иттрий-алюминиевого граната ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$), стабилизированного диоксида циркония (8 мол. % $\text{Y}_2\text{O}_3 - 92$ мол. % ZrO_2), оксида циркония-гафния-иттрия (15 мол. % $\text{Y}_2\text{O}_3 - 60$ мол. % $\text{ZrO}_2 - 25$ мол. % HfO_2), соединений со структурой пирохлора ($\text{Nd}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$ и $\text{Gd}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$); определении для трех последних составов особенностей парообразования при температурах выше 2000°C.

7) Разработке методов получения тонких наноструктурированных пленок состава $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, 8 мол. % $\text{Y}_2\text{O}_3 - 92$ мол. % ZrO_2 и 15 мол. % $\text{Y}_2\text{O}_3 - 60$ мол. % $\text{ZrO}_2 - 25$ мол. % HfO_2 , перспективных для модифицирования порошков карбидов и боридов металлов, и для создания тугоплавких оксидных матриц высокотемпературных композиционных материалов заданного состава.

8) Создании нового метода получения пористой SiC -керамики, включающего карботермический синтез непосредственно в ходе изготовления материала при искровом плазменном спекании или горячем прессовании высокодисперсного химически активного состава SiO_2-C , полученного золь-гель методом.

9) Разработке нового метода изготовления пористой карбидокремниевой керамики с применением полимерной технологии на основе природного сырья – диатомитового порошка, позволяющего получать изделия сложной формы и варьировать значение пористости.

Практическая значимость результатов проведенных исследований.

Практическая значимость работы определяется потребностями современной промышленности в компонентной базе ультравысокотемпературных материалов – высокодисперсных и химически чистых порошках тугоплавких карбидов и оксидов, а также авиационной и ракетно-космической отрасли в материалах, работоспособных при температурах 2000°C и выше под длительным воздействием потока диссоциированного воздуха. Разработанные методики получения наноструктурированных порошков могут быть масштабированы и внедрены в производство.

Полученные данные по процессам парообразования оксидов $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$, 15 мол. % $\text{Y}_2\text{O}_3 - 60$ мол. % $\text{ZrO}_2 - 25$ мол. % HfO_2 , $\text{Nd}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$ и $\text{Gd}_2\text{Hf}_2\text{O}_7$ с масс-спектрометрическим анализом газовой фазы могут быть использованы для прогнозирования высокотемпературного поведения композиционных материалов и термобарьерных покрытий с их участием.

Ценность научных работ соискателя заключается в развитии представлений о механизме окисления ультравысокотемпературных керамических материалов состава HfB_2/SiC под длительным воздействием потока диссоциированного воздуха, в том числе с повышенной пористостью и содержанием карбида кремния. В диссертации решена важная задача современной неорганической химии, а именно разработаны новые подходы к синтезу в нанокристаллическом состоянии важнейших составляющих компонентной базы для создания ультравысокотемпературных керамических композиционных материалов HfB_2/SiC – карбида кремния, сверхтугоплавких карбидов и оксидов металлов – с применением подходов золь-гель технологии, позволяющие получать данные вещества в виде высокодисперсных порошков, тонких наноструктурированных пленок и модифицирующих матриц при создании композиционных материалов, в том числе изделий сложной формы. Результаты исследований позволили разработать новые энергоэффективные методы изготовления карбидокремниевой керамики и ультравысокотемпературных керамических материалов состава HfB_2/SiC (10-65 об. % SiC).

Работа Симоненко Е.П. полностью соответствует требованиям пп. 9 и 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук

Специальность, которой соответствует диссертация.

Диссертация Симоненко Елизаветы Петровны соответствует паспорту специальности 02.00.01 – неорганическая химия, в частности, П. 1. Фундаментальные основы получения объектов исследования неорганической химии и материалов на их основе. П. 4. Реакционная способность неорганических соединений в различных агрегатных состояниях и экстремальных условиях. П. 5. Взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений. Неорганические наноструктурированные материалы.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Основные научные результаты, содержащиеся в диссертации Симоненко Елизаветы Петровны, отражены в следующих публикациях общим объемом 45 п.л.:

1. Sevastyanov V.G. Thermodynamic Analysis of the Production of Silicon Carbide via Silicon Dioxide and Carbon / V.G. Sevastyanov, Y.S. Ezhov, **Е.П. Симоненко**, N.T. Kuznetsov // *Materials Science Forum* – 2004. – Т. 457-460 – С.59–62.

2. Севастьянов В.Г. Синтез и исследование термической стабильности высокодисперсных тугоплавких цирконатов и гафнатов лантана и неодима для термобарьерных покрытий / В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, Н.А. Игнатов, Р.Г. Павелко, Н.Т. Кузнецов // *Композиты и наноструктуры* – 2009. – Т. 1 – № 1 – С.50–59.

3. Кузнецов Н.Т. Высокодисперсные тугоплавкие соединения для создания высокотемпературных керамоматричных композитов / Н.Т. Кузнецов, В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко** // *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева)* – 2009. – Т. LIII – № 2 – С.116–122.

4. Севастьянов В.Г. Низкотемпературный синтез карбида тантала через прозрачный тантал-углеродсодержащий гель / В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, Н.А. Игнатов, Ю.С. Ежов, Н.Т. Кузнецов // *Неорганические материалы* – 2010. – Т. 46 – № 5 – С.563–569.

5. Симоненко Е.П. Карбидокремниевое покрытие на поверхности многослойных углеродных нанотрубок / **Е.П. Симоненко**, В.Г. Севастьянов, В.П. Мешалкин, Н.Т. Кузнецов // *Композиты и наноструктуры* – 2009. – Т. 1 – № 4 – С.28–34.

6. Симоненко Е.П. Карботермическое получение порошка высокодисперсного монокарбида тантала / **Е.П. Симоненко**, Н.А. Игнатов, Ю.С. Ежов, В.Г. Севастьянов, В.П. Мешалкин, Н.Т. Кузнецов // *Вестник Самарского государственного аэрокосмического*

университета имени академика С. П. Королёва (национального исследовательского университета) – 2011. – Т. 1 – С.93–100.

7. Sevast'yanov V.G. Experimental and theoretical determination of the saturation vapor pressure of silicon in a wide range of temperatures / V.G. Sevast'yanov, P.Y. Nosatenko, V.V. Gorskii, Y.S. Ezhov, D.V. Sevast'yanov, **E.P. Simonenko**, N.T. Kuznetsov // Russ. J. Inorg. Chem. – 2010. – Т. 55 – № 13 – С.2073–2088.

8. Севастьянов В.Г. Низкотемпературный синтез нанодисперсных карбидов титана, циркония и гафния / В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, Н.А. Игнатов, Ю.С. Ежов, Н.П. Симоненко, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2011. – Т. 56 – № 5 – С.707–719.

9. Севастьянов В.Г. Синтез высокодисперсного тугоплавкого оксида циркония – гафния – иттрия с использованием золь-гель техники / В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, Н.П. Симоненко, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2012. – Т. 57 – № 3 – С.355–361.

10. Симоненко Е.П. Синтез высокодисперсных сверхтугоплавких карбидов тантала-циркония Ta_4ZrC_5 и тантала-гафния Ta_4HfC_5 через золь-гель технику / **Е.П. Симоненко**, Н.А. Игнатов, Н.П. Симоненко, Ю.С. Ежов, В.Г. Севастьянов, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2011. – Т. 56 – № 11 – С.1763–1769.

11. Симоненко Е.П. Синтез высокодисперсного иттрийалюминиевого граната с использованием золь-гель техники / **Е.П. Симоненко**, Н.П. Симоненко, В.Г. Севастьянов, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2012. – Т. 56 – № 12 – С.1619–1626.

12. Симоненко Е.П. Функционально градиентный композиционный материал $SiC/(ZrO_2-HfO_2-Y_2O_3)$, полученный с применением золь-гель метода / **Е.П. Симоненко**, Н.П. Симоненко, В.Г. Севастьянов, Д.В. Гращенков, Н.Т. Кузнецов, Е.Н. Каблов // Композиты и наноструктуры – 2011. – № 4 – С.52–64.

13. Севастьянов В.Г. Синтез, парообразование и термодинамика высокодисперсного порошка $Nd_2Hf_2O_7$ / В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, Севастьянов Д.В., Н.П. Симоненко, В.Л. Столярова, С.И. Лопатин, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2013. – Т. 58 – № 1 – С.3–10.

14. Sevast'yanov V.G. Synthesis of Finely Dispersed $La_2Zr_2O_7$, $La_2Hf_2O_7$, $Gd_2Zr_2O_7$ and $Gd_2Hf_2O_7$ Oxides / V.G. Sevast'yanov, **E.P. Simonenko**, N.P. Simonenko, Sakharov K.A., N.T. Kuznetsov // Mendeleev Communications – 2013. – Т. 23 – № 1 – С.17–18.

15. Севастьянов В.Г. Неразрушающий ультразвуковой контроль толщины карбидокремниевого покрытия на углерод-углеродных материалах / В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, В.В. Горский, Н.П. Симоненко, Н.Б. Генералова, Н.Т. Кузнецов // Композиты и наноструктуры – 2012. – № 4 – С.53–64.

16. Sevastyanov V.G. Synthesis, Vaporization and Thermodynamic Properties of Superfine $Nd_2Hf_2O_7$ and $Gd_2Hf_2O_7$ / V.G. Sevastyanov, **E.P. Simonenko**, N.P. Simonenko, V.L. Stolyarova, S.I. Lopatin, N.T. Kuznetsov // Eur. J. Inorg. Chem. – 2013. – Т. 2013 – № 26 – С.4636–4644.

17. Симоненко Е.П. Синтез нанокристаллического карбида кремния с использованием золь-гель метода / **Е.П. Симоненко**, Н.П. Симоненко, А.В. Дербенев, В.А. Николаев, Д.В. Гращенков, В.Г. Севастьянов, Е.Н. Каблов, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2013. – Т. 58 – № 10 – С.1279–1288.

18. Севастьянов В.Г. Получение сверхвысокотемпературных композиционных материалов HfB_2-SiC и исследование их поведения под воздействием потока диссоциированного воздуха / В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, А.Н. Гордеев, Н.П. Симоненко, А.Ф. Колесников, Е.К. Папынов, О.О. Шичалин, А.В. Авраменко, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2013. – Т. 58 – № 11 – С.1419–1426.

19. Simonenko E.P. Promising ultra-high-temperature ceramic materials for aerospace applications / **E.P. Simonenko**, D.V. Sevast'yanov, N.P. Simonenko, V.G. Sevast'yanov, N.T. Kuznetsov // Russ. J. Inorg. Chem. – 2013. – Т. 58 – № 14 – С.1669–1693.

20. Симоненко Н.П. Золь-гель синтез микротрубок оксида циркония / Н.П. Симоненко, **Е.П. Симоненко**, В.Г. Севастьянов, Н.Т. Кузнецов // Ядерная физика и инжиниринг – 2014. – Т. 5 – № 4 – С.331–336.

21. Симоненко Е.П. Исследование процесса синтеза нанокристаллического сложного карбида тантала–циркония / **Е.П. Симоненко**, Н.П. Симоненко, Ю.С. Ежов, В.Г. Севастьянов, Н.Т. Кузнецов // Ядерная физика и инжиниринг – 2014. – Т. 5 – № 4 – С.337–345.
22. Севастьянов В.Г. Получение керамического материала состава $\text{HfB}_2\text{-SiC}$ (45 об. %) и исследование его поведения под длительным воздействием потока диссоциированного воздуха / В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, А.Н. Гордеев, Н.П. Симоненко, А.Ф. Колесников, Е.К. Папынов, О.О. Шичалин, А.В. Авраменко, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2014. – Т. 59 – № 11 – С.1542–1556.
23. Севастьянов В.Г. Получение керамических материалов состава $\text{HfB}_2\text{-SiC}$ (10–20 об. %) и исследование их поведения под длительным воздействием потока диссоциированного воздуха / В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, А.Н. Гордеев, Н.П. Симоненко, А.Ф. Колесников, Е.К. Папынов, О.О. Шичалин, А.В. Авраменко, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2014. – Т. 59 – № 12 – С.1611–1632.
24. Simonenko E.P. Preparation of high-porous SiC ceramics from polymeric composites based on diatomite powder / **E.P. Simonenko**, N.P. Simonenko, M.A. Zharkov, N.L. Shembel, I.D. Simonov-Emel'yanov, V.G. Sevastyanov, N.T. Kuznetsov // Journal of Materials Science – 2015. – Т. 50 – № 2 – С.733–744.
25. Севастьянов В.Г. Получение нитевидных кристаллов карбида кремния с применением золь-гель метода в объеме SiC-керамики / В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, Н.П. Симоненко, Д.В. Гращенков, С.С. Солнцев, Г.В. Ермакова, Г.М. Прокопченко, Е.Н. Каблов, Н.Т. Кузнецов // Композиты и наноструктуры – 2014. – Т. 6 – № 4 – С.198–211.
26. Симонов-Емельянов И.Д. Получение высокопористой $\text{Nb}_x\text{Ta}_{1-x}\text{C}$ керамики из полимерных композиционных материалов на основе фенолоформальдегидного связующего и биметаллического маловодного гидроксида ниобия и тантала / И.Д. Симонов-Емельянов, Н.Л. Шембель, А.В. Никитина, Е.Е. Никишина, Е.Н. Лебедева, Д.В. Дробот, **Е.П. Симоненко**, Н.П. Симоненко, В.Г. Севастьянов, Н.Т. Кузнецов // Неорганические материалы – 2015. – Т. 51 – № 10 – С.1148–1154.
27. Sevastyanov V.G. Synthesis, vaporization and thermodynamics of ceramic powders based on the $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2\text{-HfO}_2$ system / V.G. Sevastyanov, **E.P. Simonenko**, N.P. Simonenko, V.L. Stolyarova, S.I. Lopatin, N.T. Kuznetsov // Materials Chemistry and Physics – 2015. – Т. 153 – С.78–87.
28. Симоненко Н.П. Получение тонких пленок $8\%\text{Y}_2\text{O}_3\text{-}92\%\text{ZrO}_2$ (8YSZ) с применением золь-гель технологии / Н.П. Симоненко, **Е.П. Симоненко**, В.Г. Севастьянов, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2015. – Т. 60 – № 7 – С.878–886.
29. Севастьянов В.Г. Поведение керамического материала $\text{HfB}_2\text{-SiC}$ (45 об. %) в потоке диссоциированного воздуха и анализ спектра излучения пограничного слоя над его поверхностью / В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, А.Н. Гордеев, Н.П. Симоненко, А.Ф. Колесников, Е.К. Папынов, О.О. Шичалин, А.В. Авраменко, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2015. – Т. 60 – № 11 – С.1485–1499.
30. Simonenko E.P. Study of the synthesis of nanocrystalline mixed tantalum–zirconium carbide / E.P. Simonenko, **N.P. Simonenko**, Y.S. Ezhov, V.G. Sevastyanov, N.T. Kuznetsov // Physics of Atomic Nuclei – 2015. – Т. 78 – № 12 – С.1357–1365.
31. Симоненко Н.П. Получение тонких наноструктурированных плёнок иттрий-алюминиевого граната ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$) с применением золь-гель технологии / Н.П. Симоненко, **Е.П. Симоненко**, В.Г. Севастьянов, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2016. Т. 61 – № 6 – С. 703–709.
32. Симоненко Н.П. Получение тонких наноструктурированных плёнок железиттриевого граната ($\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$) с применением золь-гель технологии / Н.П. Симоненко, **Е.П. Симоненко**, В.Г. Севастьянов, Н.Т. Кузнецов // Журн. неорган. хим. – 2016. Т. 61 – № 7 – С. 805–810.

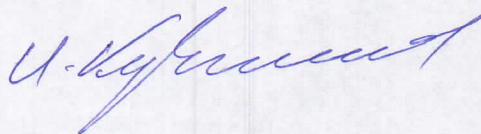
33. Кузнецов Н.Т. Способ поверхностной и объемной защиты керамоматричных композитов типа C/SiC и SiC/SiC / Н.Т. Кузнецов, П.Д. Саркисов, В.В. Рыбин, В.Г. Севастьянов, Л.А. Орлова, **Е.П. Симоненко** – Пат. РФ № 2322425 от 20.04.2008.
34. Кузнецов Н.Т. Способ получения высокодисперсного карбида кремния / Н.Т. Кузнецов, В.Г. Севастьянов, Р.Г. Павелко, **Е.П. Симоненко** – Пат. РФ № 2339574 от 27.11.2008.
35. Кузнецов Н.Т. Способ получения высокодисперсных тугоплавких карбидов для покрытий и композитов на их основе / Н.Т. Кузнецов, В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, Н.А. Игнатов, Н.П. Симоненко, Ю.С. Ежов – Пат. РФ № 2333888 от 20.09.2008.
36. Кузнецов Н.Т. Способ обработки огнеупорных изделий / Н.Т. Кузнецов, В.Г. Севастьянов, В.И. Якимов, **Е.П. Симоненко** – Пат. РФ № 2356873 от 27.05.2009.
37. Каблов Е.Н. Способ защиты углеродсодержащих материалов карбидом кремния / Е.Н. Каблов, Н.Т. Кузнецов, П.Д. Саркисов, Д.В. Гращенков, В.Г. Севастьянов, Л.А. Орлова, **Е.П. Симоненко** – Пат. РФ № 2350580 от 27.03.2009.
38. Севастьянов В.Г. Способ получения нановолокон карбида кремния / В.Г. Севастьянов, Р.Г. Павелко, А.В. Антипов, **Е.П. Симоненко**, В.А. Ермаков, Н.Т. Кузнецов, Е.Н. Каблов – Пат. РФ № 2393112 от 27.06.2010.
39. Кузнецов Н.Т. Способ получения нанодисперсных оксидов / Н.Т. Кузнецов, В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, Н.П. Симоненко, Н.А. Игнатов – Пат. РФ № 2407705 от 27.12.2010.
40. Кузнецов Н.Т. Способ получения наноструктурированных покрытий оксидов металлов / Н.Т. Кузнецов, В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, Н.П. Симоненко – Пат. РФ № 2521643 от 10.07.2014.
41. Симонов-Емельянов И.Д. Полимерная композиция для получения карбидов ниобия, тантала и их твердых растворов / И.Д. Симонов-Емельянов, Н.Л. Шембель, Д.В. Дробот, Е.Н. Лебедева, Е.Е. Никишина, Н.Т. Кузнецов, В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, Н.П. Симоненко – Пат. РФ № 2537595 от 10.01.2015.
42. Симонов-Емельянов И.Д. Способ получения β -карбида кремния / И.Д. Симонов-Емельянов, Н.Л. Шембель, М.А. Жарков, Н.Т. Кузнецов, В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, Н.П. Симоненко – Пат. РФ № 2542275 от 20.02.2015.
43. Кузнецов Н.Т. Способ получения наноструктурированной карбидокремниевой керамики / Н.Т. Кузнецов, В.Г. Севастьянов, **Е.П. Симоненко**, Н.П. Симоненко, А.В. Авраменко, Е.К. Папынов, О.О. Шичалин – Пат. РФ 2556599 от 10.07.2015.

Диссертационная работа «Новые подходы к синтезу тугоплавких нанокристаллических карбидов и оксидов и получению ультравысокотемпературных керамических материалов на основе диборида гафния» Симоненко Елизаветы Петровны рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.01 - неорганическая химия.

Заключение принято на заседании Секции "Синтез и изучение новых неорганических веществ и материалов" Ученого Совета ИОНХ РАН.

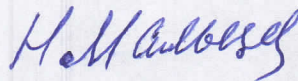
Присутствовало на заседании 29 человек, из них 16 членов Секции Ученого совета ИОНХ РАН. Результаты голосования: «за» - 16 чел., «против» - 0 чел., «воздержалось» - 0 чел., протокол № 5 от 16.06.2016 г.

Председатель Секции,
зав. лабораторией ИОНХ РАН,
академик



Кузнецов Н.Т.

Ученый секретарь Секции,
канд. хим. наук



Мальцева Н.Н.