

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

**Диссертационный совет:** 24.2.327.04 (Д 212.125.15)

**Соискатель:** Папынов Евгений Константинович

**Диссертация на тему:** «Формирование и взаимосвязь структурно-фазовых характеристик и свойств функциональных керамик при искровом плазменном спекании» выполнена в Департаменте ядерных технологий Института наукоемких технологий и передовых материалов (Школы) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет».

**Специальность:** 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

**Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:** на заседании 28 мая 2026 года, протокол № 311/26, диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, по научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению она удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Папынову Евгению Константиновичу ученую степень доктора технических наук.

### **Присутствовали:**

Мамонов А.М. – председатель диссертационного совета;

Скворцова С.В. – ученый секретарь диссертационного совета;

Члены диссертационного совета:

д.т.н. Абраимов Н.В., д.т.н. Андрианова Н.Н., д.т.н. Бецофен С.Я., д.т.н. Бабаевский П.Г., д.т.н. Бухаров С.В., д.т.н. Гусев Д.Е., д.т.н. Егорова Ю.Б., д.т.н. Жуков А.А., д.т.н. Иванов Д.А., д.т.н. Коллеров М.Ю., д.т.н., Крит Б.Л., д.т.н. Лозован А.А., д.т.н. Никитина Е.В., д.т.н. Серов М.М., д.т.н. Слепцов В.В., д.т.н. Чекалова Е.А., д.т.н. Шляпин С.Д.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



С.В. Скворцова

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**  
**ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.327.04,**  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 28 мая 2026 года № 311/26

О присуждении Папынову Евгению Константиновичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Формирование и взаимосвязь структурно-фазовых характеристик и свойств функциональных керамик при искровом плазменном спекании» по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки) принята к защите 18 февраля 2026 года, протокол № 302/26 диссертационным советом 24.2.327.04 (Д 212.125.15), созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, Приказ о создании совета № 129/нк от 22.02.2017 г. и приказ о внесении изменений в состав совета № 692/нк от 18.11.2020 г.

Соискатель Папынов Евгений Константинович, 02 июня 1984 года рождения, в 2006 году закончил Дальневосточный государственный университет.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук «Экологически перспективные процессы термической переработки отходов полимерной природы» защитил в 2009 году в диссертационном совете, созданном на базе ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный университет», работает профессором Департамента ядерных технологий Института наукоемких технологий и передовых материалов (Школы) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в Департаменте ядерных технологий Института наукоемких технологий и передовых материалов (Школы) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – академик РАН, доктор химических наук, профессор Сергиенко Валентин Иванович, федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская академия наук», советник.

Официальные оппоненты:

Кашкаров Егор Борисович, доктор физико-математических наук, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», лаборатория перспективных материалов и обеспечения безопасности водородных энергосистем, заведующий лабораторией;

Милютин Виталий Витальевич, доктор химических наук, ФГБУН Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина Российской академии наук, лаборатория хроматографии радиоактивных элементов, заведующий лабораторией;

Нохрин Алексей Владимирович, доктор физико-математических наук, ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», научно-исследовательский физико-технический институт, старший научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация федеральное государственное бюджетное учреждение науки федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, в своем положительном отзыве, подписанным заведующим лабораторией арктической минералогии и материаловедения, доктором химических наук Аксеновым С.М. и утвержденным генеральным директором, академиком РАН, доктором геолого-минералогических

наук, Кривовичевым С.В., указала, что по научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-16 Положения о присуждении учёных степеней, утвержденном Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Папынов Евгений Константинович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Соискатель имеет 168 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 41 работа, из них 20 статей опубликованы в рецензируемых научных журналах из Перечня ВАК РФ, из которых в Белом списке – 19, RSCI – 2 и 20 статей в высокорейтинговых журналах, входящих в международные базы данных и системы цитирования Web of Science и/или Scopus (в том числе в Q1 – 11 статей).

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Papynov, E.K. Preparation of pollucite ceramic matrices as  $^{137}\text{Cs}$  ionizing radiation source by spark plasma sintering technology / E. K. Papynov, O.O. Shichalin, I. Yu. Buravlev, A.A. Belov, A.N. Fedorets, A.I. Ivanets, I.G. Tananaev // *Ceramics International*. – 2024. – Vol. 50. – P. 2759-2771.

2. Papynov, E.K. Sustainable synthesis of composite ceramics using *in situ* synchrotron X-ray diffraction for effective immobilization of Sr-90 and its fission products / E.K. Papynov, A.A. Belov, O.O. Shichalin, A.P. Zavjalov, I.Yu. Buravlev, A.N. Drankov, S.A. Azon, A.N. Fedorets, A.A. Buravleva, S.B. Yarusova, V.Yu. Mayorov, N.B. Kondrikov, I.G. Tananaev, V.I. Sergienko // *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. – 2024. – DOI: 10.1007/s10967-024-09954-0.

3. Papynov, E.K. Production of X-ray Absorbing Ceramics and Products Based on Them for Radiotherapy of the Periorbital Eye Region / E.K. Papynov, O.O. Shichalin, V.I. Apansevich, N.O. Nikiforova, A.A. Belov, I.Yu. Buravlev, S.A. Azon, A.A. Buravleva, E.A. Gnilyak, I.V. Pankratov, K.V. Stegnyy // *Ceramics International*. – 2024. – Vol. 50. – P. 41581–41589.

4. Papynov, E.K. Perovskite/Pyrochlore Composite Mineral-Like Ceramic Fabrication for  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  Immobilization Using SPS-RS Technique / E.K. Papynov, O.O. Shichalin, A.A. Belov, I.Yu. Buravlev, A.P. Zavjalov, S.A. Azon, A.N. Fedorets, Z.E. Kornakova, A.O. Lembikov, E.A. Gridasova, A.I. Ivanets, I. G. Tananaev // *Coatings*. – 2023. – Vol. 13. – Art. numb. 2027.

5. Papynov, E.K.  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Phosphate Bioceramic Fabrication via Spark Plasma Sintering-Reactive Synthesis: In Vivo and Microbiological Investigation / E.K. Papynov, O.O. Shichalin, V.I. Apanasevich, N.G. Plekhova, A.A. Belov, I.Yu. Buravlev, A.S. Portnyagin, V.Yu. Mayorov, Yu.E. Skurikhina, A.N. Fedorets, A.A. Buravleva, E.A. Gridasova, Yun Shi // *Journal of Composites Science*. – 2023. – Vol. 7 – Art. numb. 409.

6. Papynov, E.K. Rabbit's cranial defect regeneration using a fine-grained  $\text{ZrO}_2$ - (15 mas.%)  $\text{HAp}$  ceramic implant fabricated by SPS-RS technique / E.K. Papynov, V.I. Apanasevich, N.G. Plekhova, S.V. Zinoviev, E.A. Kotciurbii, O.O. Shichalin, E.B. Modin, O.V. Korshunova, I.S. Afonin, I.O. Evdokimov, A.A. Bardin, I.Yu. Buravlev, A.S. Portnyagin // *Ceramics International*. – 2022. – Vol. 48. – P. 13817–13825.

7. Папынов, Е.К. Получение металл-керамических композитов с неразъемным соединением с применением искрового плазменного спекания / Е.К. Папынов, С. В. Чуклинов, О.О. Шичалин, В.И. Сергиенко, Е.Ю. Марчуков, А.Н. Мухин, А.А. Белов, С.Г. Чистяков // *Журнал неорганической химии*. – 2025. – Т. 70. – № 3. – С. 455-467.

8. Папынов, Е.К. Формирование неразъемного соединения карбидокремниевой керамики и жаропрочного сплава с применением искрового плазменного спекания / Е.К. Папынов, С.В. Чуклинов, О.О. Шичалин, В.И. Сергиенко, Е.Ю. Марчуков, А.Н. Мухин, А.А. Белов // *Авиационные двигатели*. – 2024. – №3(24). – С. 3–14.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов: от ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» за подписью профессора кафедры материаловедения в машиностроении, доктора технических наук,

профессора Бурова В.Г. и доцента кафедры материаловедения в машиностроении, кандидата технических наук Кузьмина Р.И.; от ФГБНУ ФИЦ КНЦ СО РАН обособленного подразделения «Институт химии и химической технологии» за подписью ведущего научного сотрудника, доктора химических наук Верещагиной Т.А.; от ФГБНУ ФИЦ КНЦ РАН обособленного подразделения «Институт химии и химической технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева» за подписью заведующего лабораторией химии и технологии сырья тугоплавких редких элементов, член-корреспондента РАН, доктора технических наук Николаева А.И. и ведущего научного сотрудника, кандидата технических наук Куншиной Г.Б.; от ФГБНУ ХФИЦ ДВО РАН обособленного подразделения «Институт материаловедения» за подписью врио директора, доктора технических наук Николенко С.В. и заведующего лабораторией «Порошковая металлургия», старшего научного сотрудника, кандидата технических наук Дворника М.И.; от ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» за подписью профессора кафедры химической технологии и тугоплавких неметаллических силикатных материалов, доктора технических наук Перевислова С.Н.; от ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» за подписью заведующего научно исследовательской лабораторией «Радиоэкологией и морской радиохимии», доктора химических наук, доцента Бежина Н.А.; от ФГБНУ Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН за подписью заведующего лабораторией сорбционных процессов, доктора физико-математических наук Фомкина А.А.; от ФГБНУ Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН за подписью ведущего научного сотрудника лаборатории синтеза композиционных материалов, доцента, доктора технических наук, доцента Дудиной Д.В.; от ФГБНУ Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, заведующего лабораторией физикохимии керамических материалов, главного научного сотрудника, доктора химических наук, профессора РАН Симоненко Е.П.; от ФГБОУ ВО «Волгоградский технический государственный университет» за подписью декана

факультета «Технология конструкционных материалов», доктора технических наук, доцента Крохалева А.В. и и.о. заведующего кафедрой «Материаловедение и композиционные материалы», доктора технических наук, доцента Слаутина О.В.

Все отзывы положительные, в них отражена научная новизна, актуальность и практическая значимость работы, некоторые отзывы содержат вопросы и замечания, например:

– при тестировании гидролитической устойчивости алюмосиликатной керамики методом контактирования с различными водными средами использовали модельную (МПВ) и искусственную (ИПВ) с близкими значениями рН, незначительно отличающимися по величине скорости выщелачивания цезия (Рис. 3б., стр. 16). Насколько велико различие этих сред по химическому составу?

– при изучении процесса получения первокситоподобной керамики на основе  $\text{SrTiO}_3$  для иммобилизации радионуклидов стронция-90 (стр. 18) реакционная смесь ( $\text{SrCO}_3$  и  $\text{TiO}_2$ ) для твердофазного взаимодействия была допирована  $\text{Y}_2\text{O}_3$  и  $\text{ZrO}_2$  в качестве модельных продуктов распада стронция-90. Это позволило определить условия формирования бездефектной монолитной и гидролитически устойчивой керамики с учетом образования дополнительных фаз в составе керамического продукта. Данный подход был бы полезен и при получении керамики на основе фазы поллуцита  $\text{CsAlSi}_2\text{O}_6$ , предназначенной для иммобилизации Cs-137, продуктом распада которого является стабильный изотоп Ba-137.

– в работе исследована кинетика консолидации керамики на основе  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  в зависимости от концентрации температуропонижающей спекающей добавки LiF. На каком основании в качестве температуропонижающей спекающей добавки в процессе консолидации порошка  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  был выбран LiF? Как могли повлиять на процесс ИПС порошка  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  другие спекающие добавки?

– не совсем понятно, проводилась ли оценка влияния размера частиц исходных порошков карбида кремния на эффективность армирования вискерами и, как следствие, на механические свойства получаемых композитов.

— в механизме формирования неразъемного соединения указано образование карбидной фазы  $\text{MoTiC}_2$ . Уточните источник углерода в системе и методы, использованные для достоверной идентификации данной фазы в межфазном слое.

— на стр. 14 автор говорит о том, что при ИПС синтетических микрокристаллических цеолитов, адсорбционно насыщенных цезием, усадка происходит в одну стадию. Следовало бы указать возможный физический процесс, ответственный за такое поведение материала.

— обычно при относительно невысоких температурах для составов  $\text{M}_2\text{Ti}(\text{Zr})_2\text{O}_7$  (где М – редкоземельный элемент) формируется кубическая фаза флюорита, которая преобразуется также в кубическую пироклорную лишь при повышенных температурах. Чем, по мнению автора, можно объяснить то, что в условиях получения перовскитной керамики, содержащей добавки оксида иттрия и циркония, формируется именно пироклорная фаза?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области данной диссертационной работы, подтвержденной наличием у них соответствующих публикаций, а также их согласием.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана научная концепция создания функциональных керамик с заданными свойствами при искровом плазменном спекании, основанная на установлении физико-химических закономерностей консолидации алюмосиликатных, оксидных, неоксидных и композитных порошковых систем;

предложен нетрадиционный подход по созданию функционально-градиентных материалов с неразъемным соединением карбидокремниевой керамики с жаропрочными сплавами за счет использования металлических связующих и молибдена, приводящих к образованию микрослоев, содержащих титан и сложные карбиды на основе  $\text{MoTiC}_2$ , дисперсионно упрочненных серебром.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано, что механизм уплотнения (усадки) синтетических алюмосиликатов (микроструктурных цеолитов натриевой формы А, Y и магнитного нозеана), содержащих 24,3–26,1 мас.% цезия, аналогичен спеканию высокодисперсных (наноразмерных) систем и протекает в одну стадию, объединяющую все твердофазные изменения, вызванные механическим и термическим воздействием;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования, включая растровую и просвечивающую электронную микроскопию, рентгенофазовый анализ, рентгеновскую микротомографию, высокоточные методы синхротронной рентгеновской дифракции *in situ* («дифракционное кино») и микрофокусной рентгеновской дифракции ( $\mu$ -РФА) и др.;

изложены результаты исследований влияния температуры, времени, давления, скорости разогрева и различных добавок (SiCw, Ti-Ag, Ti-TiH<sub>2</sub>, Ti-Ag-TiH<sub>2</sub>, Mo, LiF, Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub> и Ca-P фаз) на кинетику консолидации, микроструктуру, физико-механические и функциональные свойства керамик, включая теплофизические характеристики SiC-керамики, механическую прочность функционально-градиентных материалов, гидrolитическую стойкость SrTiO<sub>3</sub>-керамики и остеоинтеграционные свойства Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- и ZrO<sub>2</sub>-биокерамики;

изучены связи структурно-фазовых характеристик керамик с их гидrolитической стойкостью, теплопроводностью, радиационной стойкостью и биосовместимостью, включая исследования *in vivo* на лабораторных животных.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны технологические способы получения опытных образцов источников ионизирующего излучения закрытого и открытого типа с керамическими активными зонами на основе поллуцита и титаната стронция и функционально-градиентных материалов с неразъемным соединением SiC-керамики и жаропрочного сплава, которые были внедрены в ОКБ

им. А. Льюльки ПАО «ОДК-УМПО» и ЗАО «Авиационные технологии. Инжиниринг и консалтинг» при проектировании и прототипировании статорных и роторных композитных лопаток перспективного газотурбинного двигателя;

разработан способ производства медицинских изделий из высокоплотной оксидной керамики, в частности, изготовлено и внедрено в ГБУЗ «Приморский краевой онкологический диспансер» опытное радиозащитное изделие для глаз на основе  $Ta_2O_5$  с дополнительно нанесенным полимер-биосовместимым покрытием, обеспечивающим полную защиту роговицы и хрусталика глаза от рентгеновского излучения.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

результаты получены на высокоточном современном оборудовании, включая источник синхротронного излучения, с использованием аттестованных методик при испытаниях объектов исследования, в том числе в соответствии с требованиями ГОСТ; показана воспроизводимость результатов в различных условиях;

идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта фундаментальных основ физико-химических процессов, протекающих при консолидации дисперсных систем в условиях искрового плазменного спекания.

Личный вклад соискателя состоит в постановке научной проблемы, цели и задач исследования; планировании и непосредственном участии во всех этапах экспериментальных работ; получении исходных данных; обработке, интерпретации и систематизации экспериментальных и теоретических результатов; разработке способов получения опытных изделий и их испытаниях; подготовке основных публикаций и патентов по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

— При производстве алюмосиликатной керамики вы используете наноразмерные порошки, полученные гидротермальным синтезом. Известно, что такие порошки склонны к агломерации под действием сил Ван-дер-Ваальса, что в процессе спекания приводит к образованию изолированных межзеренных

(межагломератных) пор. Удастся ли полностью устранить эти поры и получить монолитную структуру материала при использовании искрового плазменного спекания?

– При формировании образца, конструктивно подобного функционально-градиентному материалу, Вы вводите промежуточные связующие и демпфирующие металлические слои, которые призваны компенсировать разницу коэффициентов термического линейного расширения. Это крайне важный аспект. Однако эффективность такого подхода должна быть подтверждена в условиях термоудара. Проводили ли вы соответствующие исследования?

– С чем вы сравниваете качество получаемой керамики – с традиционными или с новыми известными материалами?

Соискатель Папынов Е.К. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

– Да, удалось практически полностью устранить поры и получить монолитную структуру материала, особенно при дополнительной термической постобработке. В нашем случае керамика сразу получилась монолитной благодаря механизму спекания высокодисперсного сырья: каждое зерно – агломерат нанокристаллитов. При искровом плазменном спекании на их поверхности образуется наноразмерный аморфный слой, который ускоряет атомную диффузию, активизирует вязкое течение и пластическую деформацию по границам зёрен. В результате керамика уплотняется быстро, а остаточная пористость минимальна.

– Согласен, такие испытания необходимы для подтверждения качества. Однако в нашей работе мы ограничились определением прочности на сдвиг, так как целью было доказать принципиальную возможность формирования целостной конструкции ФГМ-композита. Полученных результатов оказалось достаточно. Расширенные испытания других свойств – задача следующих этапов, связанных с масштабированием технологии и изготовлением опытных образцов изделий.

– Для каждого типа керамики мы сравниваем характеристики с промышленно выпускаемыми аналогами. Исключение – керамические матрицы для иммобилизации радионуклидов: здесь сравнение идёт с требованиями ГОСТ к отверждённым формам высокоактивных отходов, а именно – к промышленно производимому радиоактивному стеклу.

На заседании 28 мая 2026 года диссертационный совет принял решение за новые научно-обоснованные технические и технологические решения по созданию минералоподобных керамик на основе поллуцита и титаната стронция, разработке функционально-градиентных материалов с неразъёмным соединением карбидокремниевой керамики с жаропрочными сплавами и получению радиозащитной высокоплотной оксидной керамики на основе  $Ta_2O_5$ , внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны, присудить Папынову Евгению Константиновичу ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 8 докторов наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Мамонов Андрей Михайлович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Скворцова Светлана Владимировна

28 мая 2026 года

Проректор по научной работе



Иванов Андрей Владимирович