



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЯСА НАУКА ДА ВЫЛЫС ВЕЛӨДЧАН  
МИНИСТЕРСТВО

**Институт химии**

Коми научного центра Уральского отделения  
Российской академии наук  
Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки

**Федерального исследовательского центра  
«Коми научный центр Уральского отделения  
Российской академии наук»**

(Институт химии Коми НЦ УрО РАН)

**«Россияса наукаяс академиялөн**

**Урал юкөнса Коми наука шөрин»**  
туялан удж нудьдсь федеральной шөринлөн  
Федеральной канму

сьёмкуд наука учреждениелөн

Россияса наукаяс академиялөн

Урал юкөнса Коми наука шөринлөн

**Химия институт**

(РНА УрЮО Коми НЦ Химия институт)

Первомайская ул., д. 48, Сыктывкар, Республика Коми, 167000

Тел.: (8212) 21-84-77, 21-99-47 факс: (8212) 21-84-77 E-mail: [info@chemi.komisc.ru](mailto:info@chemi.komisc.ru) <https://chemi.komisc.ru>  
ОКПО 31106324, ОГРН 1021100511332, ИНН/КПП 1101481574/110145001

03.06.2019 № 333-15-22/452

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_



*УТВЕРЖДАЮ*

*ВРИО директора*

*Института химии*

*Коми НЦ УрО РАН,*

*С.Рубц- д.х.н. С.А. Рубцова*

*« 03 » 06 2019 г.*

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Института химии Федерального исследовательского центра  
«Коми научный центр Уральского отделения Российской академии  
наук» (Институт химии Коми НЦ УрО РАН)

о диссертационной работе Кривошапкина Павла Васильевича  
«Физико-химические основы модификации поверхности целлюлозных,  
углеродных и керамических материалов наноразмерными оксидами  
металлов»

Диссертация Кривошапкина Павла Васильевича «Физико-химические основы модификации поверхности целлюлозных, углеродных и керамических материалов наноразмерными оксидами металлов» выполнена в лаборатории Ультрадисперсных систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Институт химии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук (с мая 2018 года переименован в Институт химии Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (Институт химии Коми НЦ УрО РАН)).

В период подготовки докторской диссертации до декабря 2016 г. Кривошапкин Павел Васильевич работал в должности заведующего лабораторией Ультрадисперсных систем Института химии Коми НЦ УрО РАН.

В 2003 году Кривошапкин Павел Васильевич окончил Сыктывкарский государственный университет по специальности «Химия», в 2003-2006 обучался в очной аспирантуре Института химии Коми НЦ УрО РАН и в 2007 году защитил диссертацию кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия. В 2013 году Кривошапкину П.В. присвоено ученое звание «доцент» по специальности «Физическая химия».

По результатам рассмотрения диссертации Кривошапкина Павла Васильевича «Физико-химические основы модификации поверхности целлюлозных, углеродных и керамических материалов наноразмерными оксидами металлов» принято следующее заключение.

Диссертационная работа Кривошапкина Павла Васильевича на соискание ученой степени доктора химических наук выполнена в рамках программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук в рамках плановых научных исследований Института химии Коми НЦ УрО РАН, номера госрегистрации № 01201052580, № 01201353830, при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты № 12-03-31272, № 13-03-90729, № 15-38-50252), Программ фундаментальных исследований Уральского отделения РАН (проекты 12-У-3-1014, 12-С-3-1019, 15-9-3-60).

#### **Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации**

В диссертационной работе Кривошапкина Павла Васильевича представлены данные научных исследований, осуществленных лично автором и под его руководством в Институте химии Коми НЦ УрО РАН (г.Сыктывкар) и Университете ИТМО (г.Санкт-Петербург). Личный вклад автора в диссертацию заключается в выборе направления,



постановке целей и задач, разработке и осуществлении экспериментальных подходов, непосредственном проведении экспериментов, обработке, анализе и обобщении полученных результатов. Часть экспериментов выполнена в рамках работы над диссертациями на соискание ученой степени кандидата химических наук В.И. Михайлова (2016 г. ИХС РАН, Диссертационный совет Д 002.107.01) и И.С. Мартакова (2017 г. ИХС РАН, Диссертационный совет Д 002.107.01), научным руководителем которых являлся автор. Ряд работ Кривошапкина П.В. выполнен совместно с сотрудниками Института катализа СО РАН и Института химии силикатов РАН.

### **Степень достоверности результатов проведенных исследований**

В диссертационной работе Кривошапкина Павла Васильевича использован комплекс физических и физико-химических методов анализа, аттестованные методики определения концентрации компонентов, общепринятые и признанные в научном сообществе расчетные подходы. Результаты работы подтверждены корреляцией и сопоставлением с данными полученными разными методами и описанными в литературе.

### **Научная новизна результатов исследования**

Научная новизна диссертации Кривошапкина П.В. заключается в: разработке полуэмпирической физико-химической модели, позволяющей прогнозировать процессы взаимодействия наноразмерных частиц оксидов металлов с псевдобесконечной поверхностью целлюлозных, углеродных или керамических функциональных материалов; установлена решающая роль дальнедействующих сил в растворе, которые основаны на возникновении расклинивающего давления и перераспределении наночастиц из объема раствора к поверхности функциональных материалов. Предложена концепция формирования слоев оксидов металлов за счет регулирования электроповерхностных характеристик как частиц оксидов металлов, так и самих материалов;

получении комплекса новых данных о физико-химических и коллоидных свойствах бинарных дисперсных систем на основе наночастиц оксидов металлов и нанокристаллов целлюлозы или углеродных нановолокон; установлен значительный вклад в энергетические параметры межчастичного взаимодействия таких факторов, как стержневидная морфология частиц и наличие структурной



постановке целей и задач, разработке и осуществлении экспериментальных подходов, непосредственном проведении экспериментов, обработке, анализе и обобщении полученных результатов. Часть экспериментов выполнена в рамках работы над диссертациями на соискание ученой степени кандидата химических наук В.И. Михайлова (2016 г. ИХС РАН, Диссертационный совет Д 002.107.01) и И.С. Мартакова (2017 г. ИХС РАН, Диссертационный совет Д 002.107.01), научным руководителем которых являлся автор. Ряд работ Кривошапкина П.В. выполнен совместно с сотрудниками Института катализа СО РАН и Института химии силикатов РАН.

### **Степень достоверности результатов проведенных исследований**

В диссертационной работе Кривошапкина Павла Васильевича использован комплекс физических и физико-химических методов анализа, аттестованные методики определения концентрации компонентов, общепринятые и признанные в научном сообществе расчетные подходы. Результаты работы подтверждены корреляцией и сопоставлением с данными полученными разными методами и описанными в литературе.

### **Научная новизна результатов исследования**

Научная новизна диссертации Кривошапкина П.В. заключается в: разработке полуэмпирической физико-химической модели, позволяющей прогнозировать процессы взаимодействия наноразмерных частиц оксидов металлов с псевдобесконечной поверхностью целлюлозных, углеродных или керамических функциональных материалов; установлена решающая роль дальнедействующих сил в растворе, которые основаны на возникновении расклинивающего давления и перераспределении наночастиц из объема раствора к поверхности функциональных материалов. Предложена концепция формирования слоев оксидов металлов за счет регулирования электроповерхностных характеристик как частиц оксидов металлов, так и самих материалов;

получении комплекса новых данных о физико-химических и коллоидных свойствах бинарных дисперсных систем на основе наночастиц оксидов металлов и нанокристаллов целлюлозы или углеродных нановолокон; установлен значительный вклад в энергетические параметры межчастичного взаимодействия таких факторов, как стержневидная морфология частиц и наличие структурной



на основе целлюлозы и углерода при воздействии высоких температур. Описанные подходы позволяют экстраполировать предложенные механизмы для синтеза материалов с заданной морфологией и свойствами на основе других оксидов, полимеров и углеродных структур.

Полученные в работе материалы имеют высокую практическую направленность и могут быть использованы в ряде важных промышленных процессов, в частности, использование волокон, слоев мембран и пленок в качестве каталитически активных и сорбционных материалов для очистки водных и газовых потоков и выбросов (каталитическое разложение пероксида водорода, органических загрязнителей, окисление монооксида углерода, сорбция соединений тяжелых металлов). Керамические волокна перспективны для применения в качестве огнеупорных и футеровочных компонентов, теплоизоляторов, наполнения и армирования полимерных и керамических матриц. Наноструктурированные слои и пленки с контролируемыми оптическими свойствами и текстурными характеристиками используются в качестве важных компонентов оптических устройств, так же применяются в производстве мембранно-каталитических систем. Все разработанные методики могут быть масштабированы и внедрены в производство.

#### **Ценность научных работ соискателя**

Ценность работы соискателя Кривошапкина П.В. заключается в разработке научных основ модификации наночастицами оксидов металлов поверхностей материалов, имеющих различную природу и химическую реакционную способность. Был получен ряд новых композиционных и керамических материалов, обладающих высокой эффективностью в сорбционных и каталитических процессах. Предложенные теоретические и экспериментальные подходы позволяют прогнозировать возможность протекания процессов межчастичных взаимодействий и масштабировать на объекты других составов и морфологии. Полученные результаты носят как фундаментальный, так и прикладной характер, были опубликованы в ряде рецензируемых отечественных и зарубежных научных журналах и защищены в форме патентов.

#### **Специальность, которой соответствует диссертационная работа**

Диссертация соответствует паспорту специальности 02.00.04 – физическая химия:



п.3 Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях; п.4 Теория растворов, межмолекулярные и межчастичные взаимодействия; п.5 Изучение физико-химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в экстремальных условиях высоких температур и давлений; п.6 Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация; п.8 Связь реакционной способности реагентов с их строением и условиями осуществления химической реакции; п.9 Физико-химические основы процессов химической технологии.

**Полнота изложения материалов диссертации подтверждена в работах, опубликованных соискателем.**

По результатам представленной работы Кривошапкина Павла Васильевича было опубликовано 156 публикаций, включая 40 статей в рецензируемых российских и международных научных журналах, рекомендованных перечнем ВАК, 10 статей в сборниках и научных ежегодниках организаций, 104 тезиса докладов конференций и 2 патента РФ.

1. Дудкин, Б.Н. Получение нано и субмикроразмерных алюмооксидных волокон в процессе дегидратации геля гибридного состава / Б.Н. Дудкин, П.В. Кривошапкин // Коллоидный журнал. – 2008. – Т.70. – №1. – С.26 – 31.
2. Дудкин, Б.Н. Влияние наночастиц и нановолокон оксида алюминия на свойства эпоксидных композиций / Дудкин Б.Н., Зайнуллин Г.Г., Кривошапкина Е.Ф., Кривошапкин П.В., Рязанов М.А. // Физика и химия стекла – 2008. – Т.34. – №2. – С. 187 – 191.
3. Рябков, Ю.И. Высокопрочная керамика на основе оксида алюминия / Рябков Ю.И., Осипов Г.А., Кривошапкин П.В., Агинея Р.В., Петров С.В. // Естественные и технические науки. – 2010. – №5. – С.552 - 556.
4. Кривошапкина, Е.Ф. Микропористая керамика кордиеритового состава на основе природного сырья / Кривошапкина Е.Ф., Кривошапкин П.В., Дудкин Б.Н. // Известия Коми научного центра, 2011. №3. С.7 – 13.
5. Кривошапкин, П.В. Оценка поверхностных сил и формирование структуры в водно-органических дисперсных системах оксида алюминия / Кривошапкин П.В., Кривошапкина Е.Ф., Дудкин Б.Н. // Физика и химия стекла. 2012. Т.38. №5. С. 609 – 616.
6. Krivoshapkin, P.V. Growth and structure of microscale fibers as precursors of alumina nanofibers / Krivoshapkin P.V., Krivoshapkina E.F., Dudkin B.N. // Journal of Physics and Chemistry of Solids. 2013. 74. P. 991-996.
7. Krivoshapkina, E.F. Small-angle scattering of synchrotron radiation investigations of nanostructured alumina membranes synthesized by sol-gel method / Krivoshapkina E.F.,



- Petrakov A.P., Krivoshapkin P.V., Zubavichus Y.V., Melgunov M.S. // *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. 2013. 68. P.488-494
8. Кривошапкина, Е.Ф. Окисление монооксида углерода на микрофильтрационных керамических мембранах / Кривошапкина Е.Ф., Ведягин А.А., Кривошапкин П.В., Десятых И.В. // *Мембраны и мембранные технологии*. 2013. Т. 3. № 2. С. 83-92.
  9. Кривошапкина, Е.Ф. Получение каталитических мембран с наноструктурированным слоем на основе оксида алюминия / Кривошапкина Е.Ф., Ведягин А.А., Кривошапкин П.В. // *Российские нанотехнологии*. Т.9. №7–8. 2014. С.59-64.
  10. Михайлов, В.И. Материалы на основе оксидов алюминия и железа, полученные гидротермальным методом / Михайлов В.И., Масленникова Т.П., Кривошапкин П.В. // *Физика и химия стекла*, 2014, Том 40, №6, С. 846-853.
  11. Мартаков, И.С. Влияние надмолекулярной структуры целлюлозы на морфологию волокон оксида алюминия, полученного золь-гель методом / Мартаков И.С., Кривошапкин П.В., Торлопов М.А., Кривошапкина Е.Ф., Дёмин В.А. // *Химия в интересах устойчивого развития*, 22 (2014) 145-151.
  12. Martakov, I.S. Application of Chemically Modified Celluloses as Templates for Obtaining of Alumina Materials / Martakov I.S., Krivoshapkin P.V., Torloпов M.A., Krivoshapkina E.F. // *Fibers and Polymers*. 2015. Vol. 16. N 05. P. 975-981.
  13. Krivoshapkin, P.V. Mesoporous Fe-alumina films prepared via sol-gel route / Krivoshapkin P.V., Mikhaylov V.I., Krivoshapkina E.F., Zaikovskii V.I., Melgunov M.S., Stalugin V.V. // *Microporous and Mesoporous Materials*. 2015. 204. P. 276–281.
  14. Михайлов, В.И. Влияние нанодисперсного оксида железа(III) на морфологию микроразмерных волокон оксида алюминия / Михайлов В.И., Кривошапкина Е.Ф., Демин В.А., Тропников Е.М., Кривошапкин П.В. // *Журнал общей химии*, 2016, Т. 86, № 2, С. 185-190.
  15. Mikhaylov, V.I. Hydrothermal synthesis, characterization and sorption properties of Al/Fe oxide-oxyhydroxide composite powders / Mikhaylov V.I., Maslennikova T.P., Ugolkov V.L., Krivoshapkin P.V. // *Advanced Powder Technology*. – 2016. – V.27. – P.756–764.
  16. Михайлов, В.И. Влияние электрокинетических взаимодействий на морфологию оксида железа (III) при темплатном синтезе / Михайлов В.И., Кривошапкина Е.Ф., Рябков Ю.И., Кривошапкин П.В. // *Физика и химия стекла*, 2016, Т. 42, № 6, С. 752-763.
  17. Кривошапкина, Е.Ф. Использование природного сырья для получения макропористой кордиеритовой керамики / Кривошапкина Е.Ф., Рябков Ю.И., Кривошапкин П.В. // *Огнеупоры и техническая керамика*. 2016. №4-5. с.47-53.
  18. Мартаков, И.С. Изучение устойчивости гибридных дисперсий нанокристаллической целлюлозы и оксида алюминия / Мартаков И. С., Кривошапкин П. В., Торлопов М. А., Михайлов В.И., Кривошапкина Е.Ф. // *Физика и химия стекла*, 2016, Т. 42, № 6. С. 764-772.
  19. Мартаков, И.С. Получение пористой проницаемой керамики из волокон оксида алюминия, синтезированных темплатным методом / Мартаков И. С., Торлопов М. А., Кривошапкина Е. Ф., Дёмин В. А. Кривошапкин П.В. // *Огнеупоры и техническая керамика*. 2016. № 6. С.17-21.
  20. Krivoshapkin, P.V. Sol-gel template preparation of alumina nanofillers for reinforcing the epoxy resin / Krivoshapkin P. V., Mishakov I. V., Krivoshapkina E. F., Vedyagin A. A.,



- Sitnikov, P. A. // *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 2016, V. 80, № 2, P. 353-361.
21. Krivoschapkin, P.V. Application of carbon fibers to the template synthesis of titanium dioxide / Krivoschapkin P.V., Mishakov I.V., Krivoschapkina E.F., Vedyagin A.A. // *Solid Fuel Chemistry*. – 2016. – Т. 50. – №. 3. – P. 187-190.
  22. Krivoschapkina, E.F. Synthesis of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-MgO Ceramics with Hierarchical Porous Structure / E.F. Krivoschapkina, P.V. Krivoschapkin, A.A. Vedyagin // *Journal of Advanced Ceramics*. 2017. doi:10.1007/s40145-016-0210-4
  23. Mikhaylov, V.I. Characterization and sorption properties of  $\gamma$ -AlOOH/ $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> composite powders prepared via hydrothermal method / Mikhaylov V.I., Maslennikova T.P., Krivoschapkin P.V. // *Materials Chemistry and Physics* Vol. 186, 2017, P. 612-619.
  24. Mikhaylov, V.I. Synthesis and characterization of sponge-like  $\alpha$ -Fe microtubes / Mikhaylov V.I., Krivoschapkina E.F., Belyi V.A., Krivoschapkin P.V. // *Chemical Engineering Science*, 2017, V.163, P.27-30.
  25. Tsvetkov, N.V. Hydrodynamic and optical characteristics of hydrosols of cellulose nanocrystals / Tsvetkov N.V., Lebedeva E.V., Lezov A.A., Perevyazko I., Petrov M.P., Mikhailova M. E., Lezova A.A., Torlopov M.A., Krivoschapkin P.V. // *Colloid and Polymer Science*. – 2017. – V.295. P. 13 - 21.
  26. Krivoschapkin, P.V. Synthesis and characterization of carbon/ceramic composite materials for environmental applications / Krivoschapkin PV, Mishakov IV, Vedyagin AA, Bauman YI, Krivoschapkina EF. // *Composites Communications*, 2017, 6, 17-19
  27. Михайлов, В.И. Устойчивость нанокристаллической целлюлозы в водных растворах KCl / Михайлов В.И., Торлопов М.А., Мартаков И.С., Кривошапкин П.В. // *Коллоидный журнал*. 2017. Т:79, №.2. 174-181.
  28. Vedyagin, A.A. Sol-gel synthesis and characterization of two-component systems based on MgO / Vedyagin A.A., Mishakov I.V., Karnaukhov T.M. Krivoschapkina E.F., Ilyina E.V., Maksimova T.A., Cherepanova S.V., Krivoschapkin P.V. // *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. – 2017. – V.82. P.611-620.
  29. Torlopov, MA. Regulation of structure, rheological and surface properties of chitin nanocrystal dispersions / Martakov IS, Mikhaylov VI, Tsvetkov NV, Krivoschapkin PV. // *Carbohydrate Polymers*. – 2017. – 174. – 1164-1171.
  30. Mikhaylov, V.I. Heteroaggregation of cellulose nanocrystals with Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles / Mikhaylov V.I., Torlopov M.A., Krivoschapkina E.F., Martakov I.S., Krivoschapkin P.V. // *Journal of Sol-Gel Science and Technology* – 2018. – V.88. – P.6 - 12.
  31. Martakov, I.S. Interaction of cellulose nanocrystals with titanium dioxide and peculiarities of hybrid structures formation / Martakov I.S., Torlopov M.A., Mikhaylov V.I., Krivoschapkina E.F., Silant'ev V.E., Krivoschapkin P.V. // *J. of Sol-Gel Science and Technology*. – 2018. – V.88. – P.13–21.
  32. Krasnikova, I.V. Hierarchically structured carbon-carbon nanocomposites: The preparation aspects / Krasnikova I.V., Mishakov I.V., Vedyagin A.A., Krivoschapkin P.V., Korneev D.V. // *Composites Communications*. 2018. Vol. 7, Pages 65-68.
  33. Torlopov, M.A. Cellulose nanocrystals with different length-to-diameter ratios extracted from various plants using novel system acetic acid/phosphotungstic acid/octanol-1. / Torlopov M.A., Mikhaylov V.I., Udoratina E.V., Aleshina L.A., Prusskii A.I., Tsvetkov N.V., Krivoschapkin P.V. // *Cellulose*. 2018. Vol. 25, I.2, pp 1031–1046.



34. Krivoshapkina, E.F. Sol-Gel Synthesis of Nanostructured Alumina Supports for CO Oxidation Catalysts / Krivoshapkina E.F., Krivoshapkin P.V, Vedyagin A.A. // *Materials Science Forum*. – 2018. – V.917. – P.152-156.
35. Mikhaylov, V.I. Express Al/Fe oxide–oxyhydroxide sorbent systems for Cr(VI) removal from aqueous solutions / Mikhaylov V.I., Maslennikova T.P., Krivoshapkina E.F., Tropnikov E.M., Krivoshapkin P.V. // *Chemical Engineering Journal*. – 2018. V.350. – P. 344-355.
36. Mikhaylov, V.I. Detection and adsorption of Cr(VI) ions by Mesoporous Fe-Alumina Films / V.I. Mikhaylov, E.F. Krivoshapkina, A.L. Trigub, V.V. Stalugin, P.V. Krivoshapkin // *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*. – 2018. – V.6(7). – P.9283–9292.
37. Navrotskaya, A.G. Synthesis and properties of carbon–metal oxide nanomaterials / A.G. Navrotskaya, E.F. Krivoshapkina, I.A. Perovskiy, Y.I. Bauman, I.V. Mishakov, A.A. Vedyagin, S.I. Isaenko, P.V. Krivoshapkin // *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. 2019. P. 1-9. <https://doi.org/10.1007/s10971-019-04974-9>.
38. Nazarova, E.A. Macroporous ceramic filters from mineral raw materials for machine oils filtration / E.A. Nazarova, D.S. Alimova, V.I. Mikhaylov, E.F. Krivoshapkina, P.V. Krivoshapkin // *Ceramics International*. – 2019. – V.45. P. 8767-8773.
39. Krivoshapkin, P.V. Nanochitin/manganese oxide-biodegradable hybrid sorbent for heavy metal ions / P.V.Krivoshapkin, A.I.Ivanets, M.A.Torlopov, V.I.Mikhaylov, V.Srivastava, M.Sillanpää, V.G. Prozorovich, T.F. Kouznetsova, E.D. Koshevaya, E.F. Krivoshapkina // *Carbohydrate Polymers*. – 2019. – V.210. – P.135-143.
40. Martakov, I.S. Biotemplate synthesis of porous alumina fibers and filters with controlled structure and properties / I.S. Martakov, M.A. Torlopov, E.F. Krivoshapkina, P.A. Kalikina, A.G. Navrotskaya, E.I. Koshel, A.N. Galkina, V.A. Demin, P.V. Krivoshapkin // *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. – 2019. – V.95. – P.281 – 289.

Патенты:

1. Кривошапкин, П.В. Макропористый керамический материал с углеродным нановолокнистым покрытием и способ его получения / Кривошапкин П.В., Кривошапкина Е.Ф., Мишаков И.В., Ведягин А.А. // Патент РФ №2620437 от 04.04.2016.
2. Кривошапкин, П.В. Железооксидные и железные микроразмерные трубки и способ их получения / Кривошапкин П.В., Михайлов В.И., Кривошапкина Е.Ф., Торлопов М.А. // Патент РФ № 2669315 от 27.04.2017.

Диссертация Кривошапкина П.В. на тему «Физико-химические основы модификации поверхности целлюлозных, углеродных и керамических материалов наноразмерными оксидами металлов» представляет собой самостоятельно выполненную автором научно-квалификационную работу, результаты которой обеспечивают решение важных экспериментальных и теоретических задач, вносят вклад в развитие физико-химических основ межчастичных взаимодействий наноразмерных объектов с поверхностью материалов, имеющих

различную природу и химическую реакционную способность. На основании экспериментальных данных и моделирования процессов взаимодействия были разработаны универсальные подходы к модификации поверхности керамических, углеродных и целлюлозных материалов наноразмерными оксидами металлов. Данные методы позволяют добиваться регулирования характеристик и сорбционных и каталитических свойств материалов, и масштабировать полученные результаты и применять их к объектам других составов и морфологии.

Работа Кривошапкина Павла Васильевича полностью соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявленным к докторским диссертациям. Диссертация Кривошапкина П.В. «Физико-химические основы модификации поверхности целлюлозных, углеродных и керамических материалов наноразмерными оксидами металлов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Заключение рассмотрено и одобрено на заседании объединенного семинара по неорганическому материаловедению Отдела химии и физики материалов Института химии Коми НЦ УрО РАН.

На заседании присутствовало 22 чел., из них 4 доктора наук. Результаты голосования: «за» — 22 чел., «против» — 0 чел., «воздержалось» — 0 чел. (протокол № 6 от 30 апреля 2019 г.).

Председатель семинара  
д.х.н., с.н.с.

Ю.И. Рябков

Секретарь семинара  
к.х.н., н.с.

И.В. Лоухина