

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Горобцова Филиппа Юрьевича  
«СИНТЕЗ НАНОРАЗМЕРНЫХ ОКСИДОВ ВАНАДИЯ И ВОЛЬФРАМА  
И ЭЛЕКТРОХРОМНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЁНОК НА ИХ ОСНОВЕ»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук  
по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия

Представленная диссертационная работа направлена на разработку фундаментальных основ синтеза наноразмерных оксидов ванадия и вольфрама с использованием алкоксоацетилацетонатов металлов в качестве прекурсоров, а также изучение электрохромных свойств плёнок на их основе. *Актуальность работы* не вызывает сомнений, поскольку электрохромные материалы перспективны для практического применения в различных устройствах, таких как светопропускающие и светоотражающие дисплеи, оптические фильтры, устройства температурного контроля, аккумуляторы и т.д. Диссертантом в качестве объекта исследования выбраны оксиды переходных металлов (оксид вольфрама(VI), оксид ванадия(V)), так как они обладают высокой стабильностью своих функциональных свойств. Поскольку микроструктурные и функциональные характеристики материалов в значительной степени определяются условиями их синтеза, задача поиска новых возможностей по направленному изменению свойств целевых материалов при варьировании параметров их получения является весьма актуальной. Золь-гель технология в комбинации с гидротермальной обработкой являются перспективными и удобными с точки зрения методов получения оксидных наноматериалов, а аддитивные (печатные) технологии, активно развивающиеся последние годы, представляют собой удобный метод формирования оксидных плёнок.

**Новизна работы** подтверждается разработкой фундаментальных основ синтеза наноразмерных оксидов состава с использованием алкоксоацетилацетонатов металлов в качестве прекурсоров при комбинации золь-гель технологии и гидротермальной обработки формирующихся дисперсных систем. Диссертантом показано влияние количественного соотношения хелатного и алкоксильного лигандов на реакционную способность комплексов в процессах гидролиза и поликонденсации, морфологию и кристаллическую структуру получаемых оксидных нанопорошков. Разработаны методики формирования оксидных плёнок с использованием печатных технологий и функциональных чернил, представляющих собой коллоидные растворы и пасты на основе соответствующих нанопорошков. Изучены электрохромные свойства оксидных плёнок, сформированных методом погружения подложки и с применением печатных технологий, в частности, показано влияние химического состава материалов на особенности их поведения в видимом диапазоне электромагнитного спектра под воздействием приложенного электрического напряжения. Также, в диссертационной работе для толстой плёнки  $V_2O_5$  изучена зависимость удельной электропроводности от температуры и впервые показана её эффективность в качестве компонента резистивного газового сенсора на бензол при различной влажности воздуха.

**Практическая значимость работы** заключается в разработанных фундаментальных основах процессов синтеза нанодисперсных оксидов. Представленные методы формирования плёнок различной толщины могут применяться для создания различных устройств. Выявленные в работе

закономерности могут быть использованы при направленном синтезе наноматериалов на основе оксидов ванадия и вольфрама с различными микроструктурными характеристиками для применения в широком спектре областей науки и техники (в электро- и термохромных устройствах, солнечных элементах, литий-ионных аккумуляторах, суперконденсаторах и газовых сенсорах, обладающих улучшенными свойствами).

**Оригинальность полученных результатов** диссертационной работы обоснована 5 авторскими публикациями в рецензируемых научных журналах, индексируемых в международных базах данных, а также 12 тезисами докладов на международных и российских научных конференциях по профилю выполненных исследований.

Ознакомление с авторефератом выявило наличие опечаток и несколько затрудненную читаемость рисунков 3 и 4, но эти замечания никак не влияют на содержание и не снижают научной значимости работы.

Диссертационная работа Горобцова Ф.Ю. «Синтез наноразмерных оксидов ванадия и вольфрама и электрохромные свойства плёнок на их основе», представляет собой законченное научное исследование, по актуальности, поставленной задаче, новизне, достоверности и практической значимости полученных результатов соответствует требованиям п. 2.1-2.5 «Положения о присуждении учёных степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН)» от 11.05.2022 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а сам соискатель достоин присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – неорганическая химия.

Научный сотрудник, лаборатория  
ядерных технологий, департамент  
ядерных технологий, Института  
наукоемких технологий и передовых  
материалов Дальневосточного  
федерального университета  
к.х.н. (02.00.04 – физическая химия,  
«химические науки»)



О.О. Шичалин

Подпись О.О. Шичалина заверяю.



Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Горобцова Филиппа Юрьевича исходя из нормативных документов Правительства, Минобрнауки, ИОНХ РАН и ВАК, в том числе на размещение на в сети Интернет на сайте [igic.ras.ru](http://igic.ras.ru), на сайте ВАК, в единой информационной системе.