ОТЗЫВ

на автореферат

диссертационной работы Нагорнова Ильи Алексеевича

на тему «**Высокодисперсные нанокомпозиты на основе ZnO, модифицированные наночастицами LnO_x (Ln=Ce, Pr, Eu), Pt, Pd и максена Ti_2CT_x, для хеморезистивных газовых сенсоров**», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. – Неорганическая химия (химические науки)

Представленная диссертация Нагорнова И.А. посвящена **актуальной** проблеме создания высокочувствительных материалов на основе оксида цинка для применения в качестве рецепторных слоев хеморезистивных газовых сенсоров. В данной работе **впервые** систематически изучается влияние разных модификаторов (оксидов редкоземельных металлов, наночастиц благородных металлов и максена) на хеморезистивные свойства покрытий на основе оксида цинка, полученных в единых условиях, что выделяет эту работу среди прочих.

Научная новизна диссертации заключается в разработке методик синтеза высокодисперсного оксида цинка с варьируемой микроструктурой, а также синтеза композитов на его основе, включающих максен Ti_2CT_x, наночастицы благородных металлов (Pt и Pd), а также оксиды церия, празеодима и европия. Установлены закономерности влияния условий синтеза и состава на хеморезистивные свойства полученных материалов.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что установлены связи между составом, структурой и газовой чувствительности, которые позволяют создать теоретическую базу для разработки новых сенсорных материалов и прогнозирования их свойств. **Практическая значимость** работы состоит в создании высокочувствительных и селективных хеморезистивных газовых сенсоров на основе разработанных материалов, пригодных для промышленного производства.

Необходимо отметить, что в главе «Экспериментальная часть» последовательно изложены особенности разработанных методов получения нанопорошков ZnO (как и композитов на его основе), исходя из моногидрата ацетилацетоната цинка, которые были созданы, ориентируясь на пониженное содержание воды в реакционной системе. Еще одной из положительных сторон данной работы является применение ультрасовременного метода формирования функциональных покрытий – высокоточной печати (в частности, метода микроэкструзионной печати).

Автором представлен подробный анализ влияния условий синтеза на морфологию и сенсорные свойства нанопорошков оксида цинка. Тщательно изучены сенсорные характеристики нанокомпозитов ZnO, модифицированных оксидами редкоземельных элементов (Ce, Pr, Eu), Pt, Pd и максеном Ti_2CT_x, применительно к различным анализируемым газам.

Достоверность выводов и результатов обеспечивается комплексным подходом, включающим современные физико-химические методы анализа полученных нанокомпозитов на основе ZnO. **Объективность** результатов подтверждается тщательным выбором и корректным применением методов синтеза и обработки данных, а также их статистической значимостью.

Следует отметить, что по теме диссертации опубликованы 10 статей в российских и зарубежных рецензируемых изданиях, входящих в перечень ВАК и международные базы данных Web of Science и Scopus. Результаты широко апробированы и представлены в сборниках трудов 6 отечественных и международных научных конференций.

В качестве небольшого **замечания** можно отметить то, что на рисунках в автореферате в некоторых местах надписи представлены на английском языке, а на рис. 11 на микрофотографиях ПЭМ высокого разрешения неудачно выбран цвет выделения, который затрудняет восприятие информации.

Кроме того, так как в диссертации получен и исследован достаточно широкий круг наноматериалов, рационально было бы обобщить их свойства в виде таблицы.

Эти замечания не влияют на высокую оценку представленной работы и достоверность сделанных выводов.

Все вышеизложенное позволяет сделать заключение, что по актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости и ценности, а также достоверности полученных результатов полностью соответствует критериям, изложенным в пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении учёных степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН) от 29 марта 2024 года, а ее автор, Нагорнов Илья Алексеевич, **заслуживает** присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1 – Неорганическая химия.

Кандидат химических наук (2.6.15 – Мембраны и мембранная технология), научный сотрудник лаборатории Физико-химии мембранных процессов, Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН.

Козлова Алина Александровна

«30» июня 2025 г.
119991, Москва, Ленинский проспект, д. 29
тел.: +7 (965) 349 30 09
e-mail: a_a_kozlova@ips.ac.ru

Подпись Козловой А.А. заверяю
Ученый секретарь ИНХС РАН, д.х.н. Костина Ю.В.