

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Барилюка Данила Валерьевича  
«Разработка гибридных наноматериалов на основе h-BN и  $\text{TiO}_2$ ,  
декорированных наночастицами  $\text{ZnO}$ , для обеззараживания и очистки воды  
от антибиотиков», представленной на соискание учёной степени кандидата  
технических наук по специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и  
композиционные материалы»

Удаление из питьевой воды остаточных количеств антибиотиков и патогенных бактерий является актуальной проблемой. Предметом исследования диссертационной работы Барилюка Д.В. являются нанокompозиты  $\text{ZnO/h-BN}$  и  $\text{ZnO/TiO}_2$ , которые могут быть использованы в качестве сорбентов для очистки воды. Исследуемые нанокompозиты сочетают несколько механизмов очистки воды: физическую адсорбцию, фотокатализ и релиз бактерицидных ионов.

Рассмотрено влияние удельной поверхности на адсорбционную емкость частиц h-BN. Показано, что после высокоэнергетического шарового размола удельная поверхность частиц h-BN увеличивается, что не приводит к увеличению адсорбционной емкости. Помимо этого, показано, что частицы h-BN обладают повышенной адсорбционной емкостью по отношению к тетрациклину и менее склонны к адсорбции линезолида, что связано с преобладающим  $\pi$ - $\pi$  взаимодействием между поверхностью h-BN и молекулами тетрациклина.

Большое внимание в диссертационной работе уделено разработке пористых материалов  $\text{TiO}_2$  с использованием эмульсий Пикеринга. В работе продемонстрировано, что наночастицы  $\text{TiO}_2$  взаимодействуют с дисперсной фазой эмульсий через образование водородных связей, а размер капель эмульсий зависит от размера агрегатов наночастиц  $\text{TiO}_2$ , который регулируется с помощью pH. Показано, что последующие центрифугирование, сушка и спекание эмульсий Пикеринга приводит к образованию керамики с иерархической пористой структурой.

Путем нанесения наночастиц  $\text{ZnO}$  на поверхность частиц h-BN и пористой керамики  $\text{TiO}_2$  были получены нанокompозиты  $\text{ZnO/h-BN}$  и  $\text{ZnO/TiO}_2$ . Полученные нанокompозиты продемонстрировали высокую адсорбционную емкость в отношении тетрациклина и линезолида, а также высокую антибактериальную активность. Кроме этого, нанокompозит  $\text{ZnO/TiO}_2$  продемонстрировал высокую эффективность в процессе фотокаталитического разложения тетрациклина.

Автореферат полностью отражает суть и объем диссертационной работы. Положения, выносимые на защиту, соответствуют поставленным цели и задачам.



По автореферату диссертации имеются следующие замечания:

1. Наночастицы ZnO часто используются в фотокатализе, тем не менее, в работе не были изучены фотокаталитические свойства нанокompозита ZnO/h-BN.
2. Возможно ли получение пористых материалов из эмульсий Пикеринга, стабилизированных частицами h-BN?

Материалы представленные в автореферате позволяют сделать заключение, что диссертационная работа «Разработка гибридных наноматериалов на основе h-BN и TiO<sub>2</sub>, декорированных наночастицами ZnO, для обеззараживания и очистки воды от антибиотиков», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС», а ее автору Барилюку Данилу Валерьевичу может быть присвоена учёная степень кандидата технических наук по научной специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Отзыв составил:

К.ф.-м.н., в.н.с.,

НИЦ «Курчатовский институт»



Хмеленин Д.Н.

« 24 » октября 2025 г.

Адрес: 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1

Телефон: +7 (499) 135-25-10

Адрес электронной почты: dirq@rambler.ru

Я, Хмеленин Дмитрий Николаевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА ОТДЕЛА КАДРОВОГО  
СОПРОВОЖДЕНИЯ КККиФ С.В. СТАРЖОВА

