



*XIX Российская ежегодная конференция  
молодых научных сотрудников и аспирантов*

*«Физико-химия и технология  
неорганических материалов»  
(с международным участием)*

**СБОРНИК ТРУДОВ  
конференции**

18 - 21 октября 2022 г.

ИМЕТ РАН

Москва 2022

УДК 539.3/.6+ 544+ 546.03  
ББК 24,1+ 24.5  
Р76

XIX Российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов». Москва. 18 октября – 21 октября 2022 г. / Сборник трудов.

В сборнике материалов опубликованы тезисы докладов XIX Российской ежегодной конференции молодых научных сотрудников и аспирантов «Физико-химия и технология неорганических материалов», содержащие результаты фундаментальных исследований в области наук о материалах, включающих разработку физико-химических основ создания металлических и композиционных наноматериалов и нанотехнологий, керамики, интерметаллидов. В конференции приняли участие молодые научные сотрудники и аспиранты академических институтов, Государственных научных центров, а также студенты Высших учебных заведений России. Сборник предназначен для научных работников, специалистов, аспирантов, работающих в области наук о материалах, а также может быть полезен студентам старших курсов Высших учебных заведений.

Сборник материалов доступен на сайте [www.m.imetran.ru](http://www.m.imetran.ru)

### **Организаторы конференции:**

Российская академия наук,

Министерство науки и высшего образования РФ,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук,

Совет молодых ученых РАН,

Совет молодых ученых ИМЕТ РАН.

ISBN 978-5-4465-3757-0



9 785446 537570 >

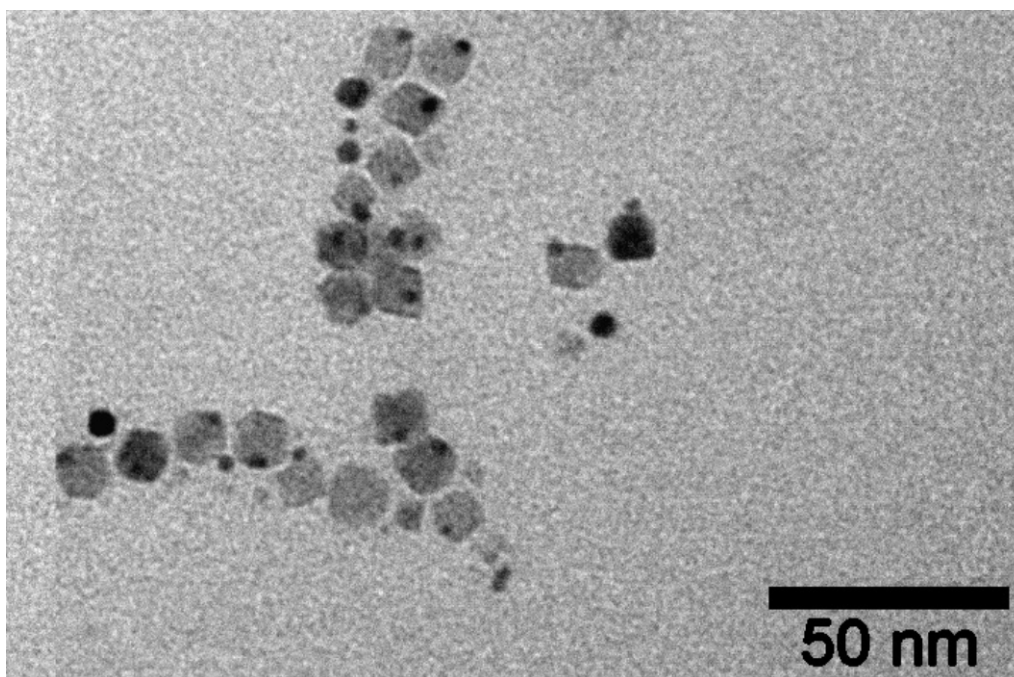


Рис. 2 – ПЭМ-снимок исследуемого гидрозоля на основе наночастиц оксида железа

В результате исследования полученного гидрозоля оксида железа было установлено, что образуемые наночастицы имеют средний размер около 10 нм. При анализе стабильности раствора были получены значения дзета-потенциала в диапазоне от 20 до 41 мВ, что свидетельствует о устойчивости гидрозоля к коагуляции и агрегации. В случае исследования концентрации железа в растворе с использованием спектроскопических методов, значения могут варьироваться от 20 до 50 мг/л, в зависимости от длительности облучения.

Выражаю благодарность своему научному руководителю, к.т.н, с.н.с лаборатории №24 Федотову Михаилу Александровичу, в проведении данной исследовательской работы.

Список литературы:

1. Xu, L., Wang, Y. Y., Huang, J., Chen, C. Y., Wang, Z. X., & Xie, H. (2020). Silver nanoparticles: Synthesis, medical applications and biosafety. *Theranostics*, 10(20)
2. Mittal Deepti, Kaur Gurjeet, Singh Parul, Yadav Karmveer, Ali Syed Azmal (2020). Nanoparticle-Based Sustainable Agriculture and Food Science: Recent Advances and Future Outlook. *Frontiers in Nanotechnology*. Vol.2
3. Singh, Vijeta & Singh, Sunishtha & Chauhan, Vandana & Shukla, Shikha & Vishnolia, Krishan. (2020). *Applications of Nanoparticles in Various Fields*
4. Herbani, Yuliati & Irmaniar, Irmaniar & Nasution, R & Masse, S. (2018). Pulse laser ablation of Au, Ag, and Cu metal targets in liquid for nanoparticle production. *Journal of Physics: Conference Series*.

## **НАНОЧАСТИЦЫ ТЬ-SnO<sub>2</sub> ДЛЯ УДАЛЕНИЯ КРАСИТЕЛЕЙ И АНТИБИОТИКОВ: СИНТЕЗ И УПРАВЛЕНИЕ ФОТОКАТАЛИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ**

**Колоколов Д.С.**

*Россия, Санкт-Петербургский государственный университет, kolokolov.d@gmail.com*

Загрязнение вод фармацевтическими субстанциями в последние десятилетия становится экологической проблемой глобального масштаба. Существующие в настоящее время технологии очистки не позволяют избежать попадания антибиотиков в сточные воды и блоки очистных сооружений, где есть вероятность их контакта с микроорганизмами различной природы, что может привести к появлению лекарственно-устойчивых штаммов бактерий. Для решения этой проблемы предложено удалять загрязнители из сточных вод путем их фотодеградации под действием видимого излучения в присутствии допированных наночастиц широкозонных полупроводников. К настоящему моменту в литературе отсутствует однозначное мнение о том, какой параметр наночастиц является

определяющим для улучшения фотокаталитических свойств. В ряде работ обсуждается, что на них влияет не только природа допанта и его концентрация, но также наличие кислородных вакансий и дефектов в кристаллической структуре матрицы, а также форма наночастиц.

Одной из наиболее перспективных матриц для допирования является дешевый и легко получаемый диоксид олова с тетрагональной структурой типа рутила, толерантной к замещению в кристаллической решетке. Среди широкого круга 4f-элементов (использование которых в качестве допантов позволяет оценить степень загрязнения фотокатализатора путем измерения его фотолюминесценции), Tb<sup>3+</sup> выделяется за счет наличия интенсивного зеленого свечения в видимой области спектра, высокой квантовой эффективности, коммерческой доступности, простоте работы с исходными солями и меньшей степени концентрационного тушения люминесценции в сравнении с другими ионами ряда лантаноидов. Структурные параметры допированного SnO<sub>2</sub> могут быть изменены путем получения наночастиц различной формы с использованием широко распространенных, недорогих и легко масштабируемых «мокрых» методов. В связи с этим, данная работа посвящена синтезу наночастиц различной формы на основе допированного тербием диоксида олова и управлению их фотокаталитической активностью.

Были получены 2 концентрационные серии наночастиц Tb-SnO<sub>2</sub> различной морфологии: сферическая с размерами менее 5 нм при помощи метода соосаждения и кубическая с размерами менее 10 нм с использованием гидротермальной обработки. Концентрация тербия составила 5, 15 и 25 мол.%. Полученные образцы были комплексно охарактеризованы методами РФА, ИК, ПЭМ, БЭТ, КР-спектроскопии и РФЭС, определены дзета-потенциал и гидродинамические размеры. По данным РФА дополнительных фаз не обнаружено. Тербий полностью вошел в структуру матрицы, о чем свидетельствует отсутствие его следов в надосадочных жидкостях. Квантово-химическими методами определено положение допанта в структуре матрицы, рассчитаны зонная структура и плотность состояний, показано наличие в запрещенной зоне уровней с низкой интенсивностью.

Изучение фотокаталитических свойств образцов проводилось путем фотодеградации модельного красителя метиленового голубого и широко распространенного в животноводстве антибиотика окситетрациклина с использованием коммерчески доступной лампы Onlight, положение максимумов излучения которой близко к обнаруженным в зонной структуре энергетическим переходам. Это объясняет наличие фотокаталитической активности в видимом свете у образцов со значением запрещенной зоны около 3.8 эВ.

Проведенный комплексный анализ факторов, определяющих эффективность фотокатализа для обоих загрязнителей, продемонстрировал наличие экспоненциальной зависимости процента фотодеградации загрязнителя от соотношения вакансий и дефектов в фотокатализаторе.

Обнаруженный факт позволяет регулировать фотокаталитическое поведение наночастиц за счет направленного изменения их структурных параметров.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 20-03-00762 А «Разработка подходов к компьютерному моделированию процессов роста наночастиц из растворов: теоретическое и экспериментальное исследование на примере диоксида олова – материала с фотокаталитической активностью»). Исследования были проведены на базе ресурсных центров: «Рентгенодифракционные методы исследования», «Методы анализа состава и вещества», «Оптические и лазерные методы исследования», «Физические методы исследования поверхности», «Междисциплинарный ресурсный центр по направлению “Нанотехнологии”» Научного парка СПбГУ. Автор выражает благодарность научным руководителям к.ф.-м.н., доценту Вознесенскому М.А. и к.х.н, доценту Осмоловской О.М.

## **ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ГИДРОКСИАПАТИТА РАЗЛИЧНОЙ МОРФОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ЭМУЛЬСИЙ ПИКЕРИНГА**

**Колоколова Н.Д.**

*Россия, Санкт-Петербургский государственный университет, dmdv.natalie@gmail.com*

Гидроксиапатит Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub> является основным компонентом костной ткани человека, что определяет широкое использование его синтетического аналога в различных областях медицины и биотехнологии. При этом новой и активно развивающейся областью применения НАр является косметическая промышленность. Известно, что НАр проявляет антивозрастной эффект за счет стимулирования образования коллагена, что позволяет использовать его в качестве филлеров для морщин. По нашему мнению, не менее перспективным является использование данного свойства НАр в уходовой и декоративной косметике. Современной тенденцией ее развития является разработка



СА, GE- СОДЕРЖАЩИЕ ЛИОГЕЛИ	
Гайтко О.М. ....	238
ПОЛУЧЕНИЕ ЦИРКОНАТОВ ЕВРОПИЯ И ГАДОЛИНИЯ ГЕТЕРОФАЗНЫМ МЕТОДОМ	
Гречишников Н.В. ....	242
РАЗРАБОТКА АДсорбЕНТОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙОКСИУГЛЕРОДНЫХ КОМПЗИТОВ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА	
Гришин И.С. ....	245
ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОЛИТА НА МОрФОЛОГИЮ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ (Cu-zn) ПОКРЫТИЙ	
Денисова А.Г. ....	251
ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СПЛАВОВ CU-GA И CU-GA-NI ПРИ ИМПУЛЬСНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ ПОТОКОВ ИОНОВ ДЕЙТЕРИЯ И ДЕЙТЕРИЕВОЙ ПЛАЗМЫ	
Елифанов Н.А. ....	253
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИМПУЛЬСНОЙ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МИШЕНЕЙ В ВОДНОЙ СРЕДЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОЛЛОИДНЫХ НАНОДИСПЕРНЫХ СИСТЕМ	
Катаев В.С. ....	255
НАНОЧАСТИЦЫ Tb-SnO <sub>2</sub> ДЛЯ УДАЛЕНИЯ КРАСИТЕЛЕЙ И АНТИБИОТИКОВ: СИНТЕЗ И УПРАВЛЕНИЕ ФОТОКАТАЛИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ	
Колоколов Д.С. ....	256
СИНТЕЗ СЛОЖНЫХ НИТРИДОВ ТИТАНА И АЛЮМИНИЯ, ОСНОВАННЫЙ НА ПОДХОДЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ	
Львов Л.О. ....	262
СИНТЕЗ CU <sub>2-x</sub> SE МЕТОДОМ СВС	
Нигматуллина Г.Р. ....	265
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕНООБРАЗОВАНИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ ПОРИСТЫХ ЩЕЛОЧЕАКТИВИРОВАННЫХ ГЕОПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КОТЕЛЬНЫХ ШЛАКОВ УГОЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ	
Новиков Ю.В. ....	268
СИНТЕЗ НАНОРАЗМЕРНОГО ДИОКСИДА ТИТАНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ЕВРОПИЕМ, С ПРИМЕНЕНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ПРЕКУРСОРОВ АЛКОКСОАЦЕТИЛАЦЕТОНАТОВ МЕТАЛЛОВ	
Рахимова З.И. ....	273
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ВЕРМИКУЛИТОВЫХ СИСТЕМ В СОВМЕЩЕННЫХ ПЛАЗМЕННО-КАТАЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ	
Севергина Е.С. ....	276
СИНТЕЗ LuFeO <sub>3</sub> (MgO) МЕТОДОМ СЖИГАНИЯ ГЕЛЯ	
Смирнова М.Н. ....	277
АНИОННЫЕ ЗАМЕЩЕНИЯ В ЕВРОПИЙ-СОДЕРЖАЩИХ ВАНАДАТАХ КАЛЬЦИЯ	