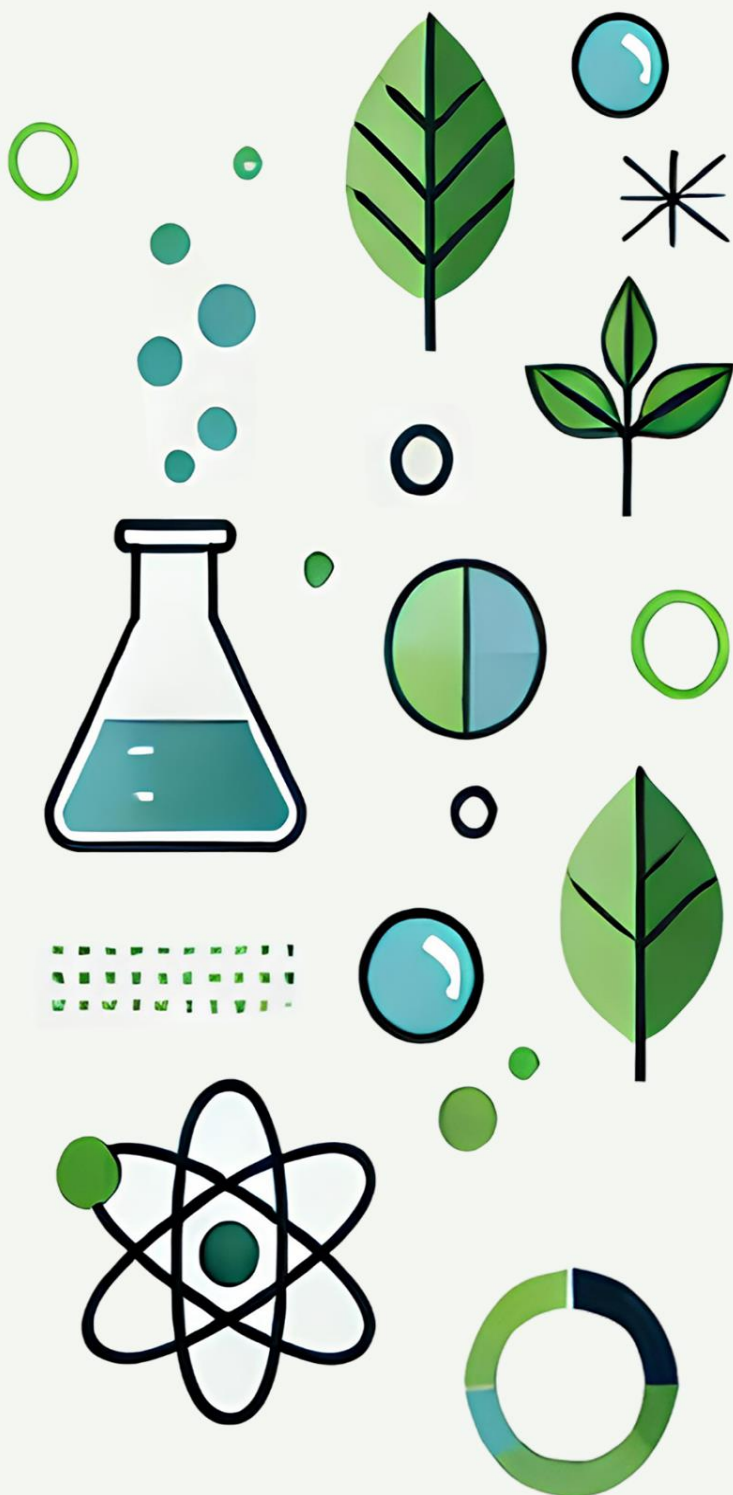




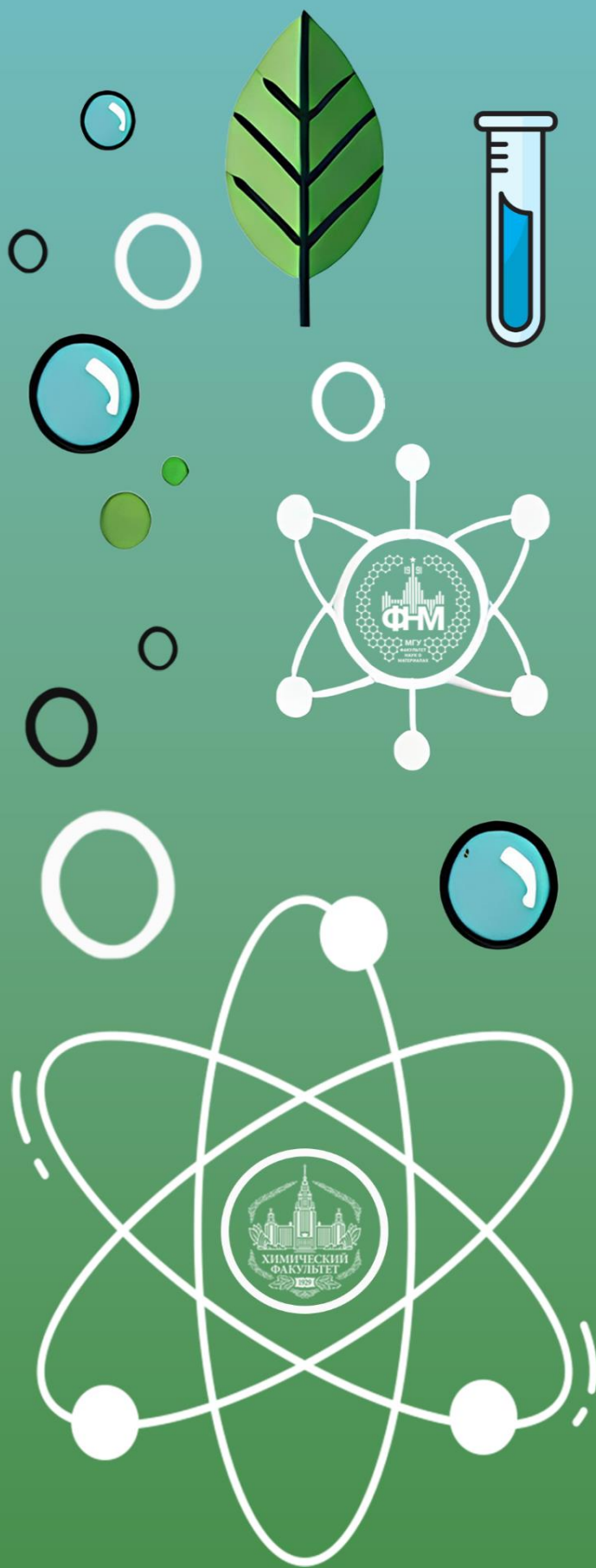
Химия и ЭКОЛОГИЯ



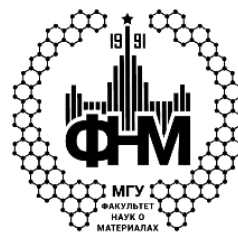
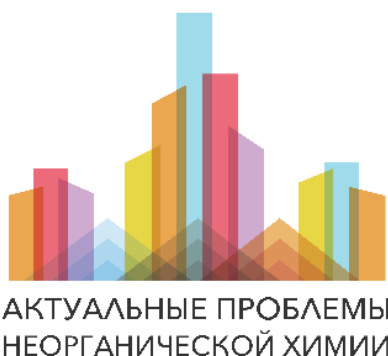
XXIII Всероссийская школа-конференция
молодых учёных
«Актуальные проблемы неорганической
химии: химия и экология»



Дом отдыха «Красновидово»
15-17 ноября 2024 года



Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Факультет наук о материалах МГУ имени М.В. Ломоносова
Научный совет по неорганической химии РАН



**XXIII Всероссийская школа-конференция молодых
ученых
«Актуальные проблемы неорганической химии:
химия и экология»
СБОРНИК ТРУДОВ**

ПРОВОДИТСЯ ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ

Министерства науки и высшего образования Российской
Федерации, грант № 075-15-2021-1353

Центра НТИ “Центр технологий снижения антропогенного
воздействия”,

а также компаний

**АО СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
ООО СЕРВИСЛАБ**

при технической поддержке компании MESOL

Красновидово,
15-17 ноября 2024 г.

УДК 546
ББК 24.1

XXIII Всероссийская школа-конференция молодых ученых «**Актуальные проблемы неорганической химии: химия и экология**» посвящена важнейшим аспектам современного этапа развития химической науки и химической промышленности, связанным с необходимостью защитить окружающую среду от различных видов загрязнений и других антропогенных воздействий, разрушающих биосферу и представляющих угрозу существованию цивилизации. Для достижения экологического благополучия необходим комплексный подход, основанный на принципах зеленой химии и концепции устойчивого развития, что включает переход к ресурсосберегающим экологически безопасным технологиям, разработку новых эффективных способов утилизации отходов химического производства, а также отработанного ядерного топлива; создание новых экологически безопасных материалов, в том числе, наноматериалов; разработку новых эффективных способов мониторинга загрязнений. Эти актуальные проблемы и пути их решения будут представлены в лекциях ведущих российских ученых МГУ, вузов России, и других научных центров.

Наряду с лекционной частью конференция традиционно включает стендовую сессию работ молодых ученых и конкурс на лучшие доклады, победители которого выступают с краткими устными сообщениями о результатах своей работы.

XXIII Всероссийская школа-конференция молодых ученых «Актуальные проблемы неорганической химии: химия и экология». XXIII Всероссийская конференция (15-17 ноября 2024 г., Красновидово) [Электронный ресурс]: Сборник трудов / Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

ISBN 978-5-6052004-5-1



© Авторы научных статей, 2024

Регулирование фотокаталитической активности наночастиц состава $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$ путём изменения параметров оболочки ZnO

Ткаченко Д.С.¹, Желтова В.В.¹, Мешина К.И.¹, Бобрышева Н.П.¹,
Осмоловский М.Г.¹, Вознесенский М.А.¹, Осмоловская О.М.¹

¹ *Институт химии СПбГУ, 198504, Санкт-Петербург, Россия*

dmitry.tka12@gmail.com

Актуальной проблемой современных городских агломератов является загрязнение сточных вод различными органическими загрязнителями. Среди этих загрязнителей наиболее распространёнными являются антибиотики и красители, которые попадают в водные ресурсы из предприятий лёгкой промышленности, животноводческих ферм, медицинских учреждений и обычных домохозяйств. Повсеместное присутствие этих веществ в сточных водах создаёт значительные проблемы для устойчивости окружающей среды и здоровья человека. Именно поэтому одной из задач национальной цели «Экологическое благополучие» является снижение к 2036 году в два раза объёма неочищенных сточных вод, сбрасываемых в основные водные объекты. В связи с этим встаёт вопрос о разработке эффективного

Перспективным методом решения этой проблемы является фотокаталитическое разложение загрязнителей под действием УФ- или видимого излучения в присутствии наноразмерных полупроводниковых фотокатализаторов. Однако их применению препятствуют низкая эффективность разделения заряда и сложность отделения порошкообразного фотокатализатора от очищаемой среды. В данной работе мы предлагаем использовать наночастицы типа «ядро-оболочка» состава $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$, в которых ядро магнетита позволяет легко их отделять при помощи магнита, а наличие гетероперехода обеспечивает эффективное разделение заряда.

Для реализации задачи была разработана оригинальная методика на основе легко масштабируемого и недорогого метода осаждения, которая путём варьирования порядка введения реагентов в реакционную среду и нагрева последней позволяет получать наночастицы $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$ с оболочкой разной степени кристалличности и толщины. Полученная серия образцов была охарактеризована методами порошковой рентгеновской дифракции, ИК-спектроскопии, ПЭМ, РФЭС, Мёссбауэровской спектроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния, а также спектроскопии поглощения и отражения. Результаты комплексной характеристики показали,

что структура наночастиц $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$ описывается последовательностью слоёв магнетита (Fe_3O_4), маггемита ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$), гётита ($\alpha\text{-FeOOH}$) и $[0001]\text{-ZnO}$. Варьирование условий синтеза позволяет контролировать состав промежуточного слоя при образовании оболочки за счёт двух процессов — давления оболочки на ядро и перекристаллизации самого ядра.

Согласно проведённым измерениям фототока, оболочка ZnO приводит к значительно более эффективному разделению образующихся под действием УФ-излучения электронов (e^-) и дырок (h^+). Это приводит к тому, что фотокаталитическая активность разложения красителя нафтолового зелёного увеличилась с 20 % для ядер Fe_3O_4 до 51 — 77 % для $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$ за 1 ч в зависимости от образца. Наибольшую фотокаталитическую активность проявили образцы с наименьшей толщиной оболочки ZnO . Это связано с тем, что в случае более тонких оболочек образующиеся e^- и h^+ легче достигают поверхности наночастиц и образуют активные формы кислорода. Из них наиболее значимую роль в фоторазложении красителя играют h^+ и O_2^- : первые координируют отрицательно заряженные ионы красителя на поверхности фотокатализатора, а вторые затем окисляют части лиганда.

Фотокаталитическая активность оптимального образца в серии достигла 92 % через 35 мин УФ-облучения в отсутствие перемешивания реакционной среды. Результат оказался стабилен через 7 циклов повторного использования фотокатализатора. Отделение его коммерчески доступным Nd-магнитом с полем 300 Э показало такой же результат, как и отделение центрифугой в течение 3 мин с ускорением $10000\times g$, а тест на выживаемость инфузорий в присутствии $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{ZnO}$ подтвердил отсутствие токсичности полученного материала. Всё это открывает широкие перспективы для более эффективной очистки сточных вод от циклических органических загрязнителей.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 23-23-00220. Результаты исследования опубликованы в журнале *Applied Surface Science* (DOI: 10.1016/j.apsusc.2024.160873). Автор благодарит ресурсные центры «Рентгенодифракционные методы исследования», «Методы анализа состава вещества», «Нанотехнологии», «Центр диагностики функциональных материалов для медицины, фармакологии и наноэлектроники», «Физические методы исследования поверхности», «Оптические и лазерные методы исследования вещества», «Инновационные технологии композитных наноматериалов» Научного парка СПбГУ.



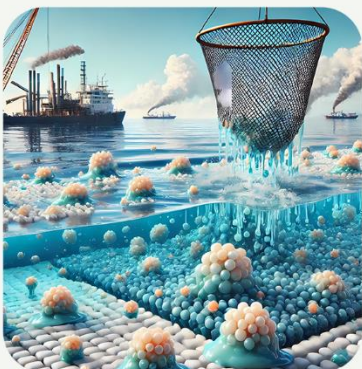
Искусственный фотосинтез – это химический процесс, который биомиметизирует естественный процесс фотосинтеза. В широком смысле относится к любой схеме захвата и последующего хранения энергии солнечного света. Побочные продукты этих реакций являются экологически чистыми. Искусственно фотосинтезированное топливо могло бы быть источником энергии с нейтральным уровнем выбросов углерода.



Пластик, который разлагается: химики разрабатывают биоразлагаемые полимеры, которые могут заменять обычный пластик, разлагаясь быстрее и не загрязняя окружающую среду. Например, полимолочная кислота (PLA) – это пластик, получаемый из природных возобновляемых источников.



Металлы как загрязнители и их очистка. Тяжёлые металлы, такие как ртуть и свинец, часто оказываются в почве и воде из-за промышленных выбросов. Современные методы химической очистки позволяют извлекать такие загрязнители с помощью биосорбентов – материалов, созданных на основе различных природных веществ, таких как водоросли, древесина и другие.



Суперабсорбенты в борьбе с разливами нефти. Некоторые химические соединения, такие как полимерные абсорбенты, способны впитывать нефть и другие углеводороды в воде, превращая их в гелеобразные вещества, которые легко удалить. Это может помочь в очистке морей и рек после нефтяных разливов.

