

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кучкаева Айдара Маратовича

"Химическая и электрохимическая функционализация малослойного черного фосфора", представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. - Физическая химия

Элементный фосфор, а именно его белая и красная аллотропная модификация, остается до настоящего времени одним из самых простых и востребованных инструментов для направленного конструирования целого спектра важных органических производных фосфора: фосфины, фосфихалькогениды, фосфиновые кислоты и их производные. При этом одним из фундаментальных и базовых вопросов в химии элементоорганических соединений остаются проблема применения и использования в качестве строительного блока в органическом синтезе черного фосфора.

Диссертационная работа Кучкаева Айдара Маратовича направлена на решение **актуальной и практически важной задачи** использования черного фосфора как удобного источника для дизайна инновационных материалов нового поколения. В результате реализации данной работы были разработаны оригинальные подходы к функционализации малослойного чёрного фосфора высокорекреационноспособными интермедиатами для получения наноматериалов, обладающих, в том числе, каталитической активностью. Введен в лабораторную практику метод синтеза черного фосфора на основе простой и коммерчески доступной красной аллотропной модификации. Исследован фундаментальный вопрос функционализации малослойного черного фосфора дихлоркарбенами или метилиодидом, что позволяет выйти на новый уровень развития химии элементоорганических соединений. **Научная новизна** показана принципиальным фактом получения нанокompозита на основе модификации малослойного черного фосфора комплексом никеля путём иммобилизации лиганда 1,10-фенантролина на поверхности материала с последующей его координацией с солями никеля  $NiBr_2$ .

Несомненный интерес представляет собой исследования применения полученных на основе черного фосфора и дихлоркарбенов систем в качестве

каталитической платформы для процессов электрохимического выделения водорода.

**Достоверность полученных результатов** не вызывает сомнений и базируется на высоком научном уровне с привлечением современных физико-химических методов исследования: твердотельная ЯМР-спектроскопия, спектроскопии комбинационного рассеяния, ИК, электронная и атомно-силовая микроскопия, рентгенофлуоресцентный и рентгеноструктурный анализ.

Представленная к защите диссертационная работа Кучкаева А.М. является обстоятельным и законченным исследованием, выполненном на высоком профессиональном уровне. Основные положения и выводы **достоверны и обоснованы**, результаты работы хорошо представлены в научных отечественных и зарубежных журналах, рецензируемых в международных системах РИНЦ, Scopus и Web of Science.

Рассматриваемая диссертационная работа по актуальности, научной новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов соответствует современным требованиям “Положения о присуждении ученых степеней” (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842) в текущей редакции, а ее автор, Кучкаев Айдар Маратович, несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических по специальности 1.4.4. - Физическая химия.

Ведущий научный сотрудник  
лаборатории непердельных  
гетероатомных соединений  
ФГБУН Иркутского института

Химии им. А.Е. Фаворского СО РАН, д.х.н.

Волков Павел Анатольевич

2.10.2023

Почтовый адрес: 664033, Россия, г. Иркутск ул. Фаворского

Тел./факс: 7(3952) 42-59-31

E-mail: [volkov\\_p\\_a@irioch.irk.ru](mailto:volkov_p_a@irioch.irk.ru)

Подпись д.х.н. Волкова П.А. заверяю: