ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Бакболат Баглан на тему «Синтез фотокаталитических материалов для расщепления воды с образованием H_2», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D074000 – Наноматериалы и нанотехнологии».

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:	Диссертационная работа соответствует приоритетному направлению развития науки: «Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции», «Геология, добыча и переработка минерального углеводородного сырья, новые материалы, технологии, безопасные изделия и конструкции».
		1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Работа выполнялась в рамках научно-технической программы ПЦФ BR05236795 «Развитие технологии водородной энергетики в Республике Казахстан», финансируемого Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан (2018 – 2020 гг.)
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Исследование и создание новых фотокатализаторов с использованием наноматериалов вносят значительный вклад в развитие области нанотехнологий, особенно в аспекте производства водорода. В данной версии диссертации детально рассматриваются методы синтеза и характеристики наноматериалов, а также их эффективность в

			фотокаталитических реакциях. Полученные результаты подтверждают важность проведенных исследований и их потенциальное применение для улучшения технологий водородной энергетики.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Текст диссертации ясно указывает на личное участие автора в сборе, обработке и интерпретации экспериментальных данных, что подчеркивает его непосредственный вклад в исследование.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Автор обосновал актуальность диссертации. Представленные результаты способствуют как расширению знаний о фотокаталитических свойствах материалов на основе $SrTiO_3$, так и поиску оптимальных параметров для их синтеза и применения в фотокатализе для получения водорода. Исследования, проведенные в рамках данной работы, могут стать основой для разработки инновационных и экологически безопасных методов производства водорода посредством фотокаталитического разложения воды.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертации полностью соответствует заявленной теме и посвящено экспериментальным исследованиям по созданию композитных материалов, используемых в качестве фотокатализаторов для производства водорода путем расщепления воды.

		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	В диссертации автор четко сформулировал цель и задачи исследования, которые непосредственно связаны с тематикой работы.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Диссертация характеризуется внутренней последовательностью; все разделы и научные выводы взаимосвязаны и логически вытекают друг из друга.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) критический анализ есть; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	Используемые автором методы и решения были обоснованы на основе полученных достоверных результатов, что является важным аспектом исследования. Кроме того, представлен критический анализ преимуществ и недостатков разработанных подходов, что помогает оценить их эффективность и возможности дальнейшего улучшения.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Научные результаты и положения диссертации являются новыми, о чем свидетельствуют публикации в высокорейтинговых научных изданиях.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Исходя из проведенных экспериментов, можно с уверенностью сказать, что полученные выводы представляют собой новые научно обоснованные утверждения, которые не подвергаются сомнению и заслуживают доверия.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Решения, выдвинутые в рамках данного диссертационного исследования, имеют потенциал стать основой для разработки новых эффективных фотокатализаторов,

			используемых для производства водорода путем расщепления воды.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные выводы основываются на значимых экспериментальных данных, которые научно обоснованы и подтверждены современными литературными источниками.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: Положение 1 – Добавление частиц оксидов переходных металов (Fe_2O_3, Cr_2O_3 и CuO) способно улучшить оптические свойства и снизить значение ширины запрещенной зоны одномерного фотокатализатора на основе $SrTiO_3$/C с 3,12 эВ до 3,11, 2,89 и 2,84 эВ, соответственно; 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет Положение 2 – Снижение ширины запрещенной зоны фотокатализатора $SrTiO_3$/C путем добавления частиц оксидов металлов усиливает его фотокаталитическую активность и производительность водорода путем	Положение 1. Положение доказано, поскольку изменение ширины запрещенной зоны подтверждается увеличением количества выделяемого водорода во время фотокатализа. Для определения значения ширины запрещенной зоны использованы современные методы исследования. Экспериментальные данные опубликованы в следующих статьях: «Influence of metal oxide particles on bandgap of 1D photocatalysts based on $SrTiO_3$/PAN fibers» и «Aligned composite $SrTiO_3$/PAN fibers as 1D photocatalyst obtained by electrospinning method». Положение 2. Положение доказано, поскольку для сравнения фотокаталитической

		расщепления водной смеси до 833±25,2, 845±24,6 и 996±27,4 μмоль $г^{-1}$ $ч^{-1}$ при добавлении частиц Fe_2O_3, Cr_2O_3 и CuO, соответственно; 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет	активности, помимо композитных материалов, был исследован чистый $SrTiO_3$/C без добавок. Результаты демонстрируют значительное повышение эффективности композитных фотокатализаторов в производстве водорода. Характеристики полученных композитных фотокатализаторов подробно описаны в статье «Influence of metal oxide particles on bandgap of 1D photocatalysts based on $SrTiO_3$/PAN fibers»
		Положение 3 – Модификация одномерного фотокатализатора на основе $SrTiO_3$/C графеноподобным пористым углеродом снижает ширину запрещенной фотокатализатора $SrTiO_3$/C до 2,72 эВ; 7.1 Доказано ли положение? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет 7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет 7.4 Уровень для применения:	Положение 3. Положение доказано, т.к. методы использованные при исследовании свойств композитных фотокатализаторов являются универсальными и позволяют получить достаточно достоверные данные. Результат является новым и отражен в соответствующей статье «Bio-waste-derived few-layered graphene/$SrTiO_3$/PAN as efficient photocatalytic system for water splitting»

		1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u> 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) нет Положение 4 – Модифицирование фотокатализатора $SrTiO_3$/C графеноподобным пористым углеродом благоприятно влияет на его оптические свойства и фотокаталитическую активность для выделения водорода до 129±3,6 ммоль $г^{-1}$ $ч^{-1}$ при фотокаталитическом расщеплении водной смеси. 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u>; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) <u>нет</u> 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u>; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u> 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) нет	Положение 4. Положение подтверждено экспериментально и на основе литературных данных, которые свидетельствуют о положительном влиянии углеродных наноматериалов на физико-химические свойства фотокатализаторов, что приводит к увеличению скорости выделения водорода. Данное положение отражено в статье «Bio-waste-derived few-layered graphene/$SrTiO_3$/PAN as efficient photocatalytic system for water splitting»
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой	8.1 Выбор методологии – обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u>; 2) нет	Использованные методы исследования являются проверенными и зарекомендованными. Выбор не вызывает сомнений. Методология экспериментов достаточно подробно описана.

	информации	8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет	Все результаты, представленные в диссертации, были получены с использованием современных физико-химических методов анализа.
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента): 1) да; 2) нет	Теоретические выводы, модели и установленные взаимосвязи были подтверждены экспериментальными данными. Идентификация синтезированных материалов, а также подтверждение их свойств и характеристик были осуществлены с использованием инструментальных методов.
		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	В диссертации приведены ссылки на ключевые работы в данной области исследований. В целом, дискурс в диссертации опирается на публикации в ведущих международных рецензируемых журналах.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Список литературы содержит 223 источника, что является достаточным для проведения полноценного литературного обзора.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет	Теоретическая значимость диссертационной работы несомненно подтверждена. Результаты, раскрывающие основные зависимости активности выделения водорода от состава и структуры фотокатализатора, имеют значительный теоретический интерес.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Диссертационная работа играет ключевую роль в перспективе разработки более эффективных и экономически выгодных систем для

			производства водорода. Этот прогресс может привести к созданию новых практических технологий, позволяющих использовать энергию света для производства водорода из воды с более низкими затратами и повышенной производительностью.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Предложенные в диссертационной работе методы синтеза фотокатализаторов на основе SrTiO3, модифицированных оксидами металлов, а также структуры, содержащие графен, являются совершенно новыми. Они могут способствовать к разработке новых материалов с улучшенными характеристиками для применения в производстве водорода.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертационная работа написана грамотно, научным языком, в доступном, профессиональном стиле. Формулировки основных положений и выводов носят законченный исследовательский характер. Вышесказанное доказывает законченность и научную значимость представленной работы, и соответствие автора работы уровню доктора философии (PhD).

Решение: Присудить степень доктора философии (PhD) или доктора по профилю.

Официальный рецензент:
PhD, ассоциированный профессор факультета Computer Science,
НАО «Торайгыров Университет»

_____ А.Ж. Жумабеков
(подпись)

«Торайғыров университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы
қолын растаймын
подпись Жумабекова А.Ж. заверяю
HR-қызметі
Некоммерческое акционерное общество «Торайгыров университет»

«Торайғыров университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы
HR-қызметі
Некоммерческое акционерное общество «Торайгыров университет»