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) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета</u> (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 <u>вносит</u>/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Работа вносит вклад в развитие области нанотехнологии, так как разработка новых фотокатализаторов с применением наноматериалов ведет к расширению научных знаний о процессах получения водорода, из которого в данной версии диссертации важность проведённых исследований вполной мере

			очевидна.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Как следует из текста диссертации, докторант принимал непосредственное участие вполученииэкспериментальных данных, обработке и интерпретации экспериментальных результатов.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертации обоснована и подтверждена публикацией трех обзорных статей в международных научных журналах: Nanomaterials, International Journal of Hydrogen Energy и Science of the Total Environment. Эти статьи подробно рассматривают фотокаталитические свойства материалов, чтоподчеркивает значимость проведенного исследования для развития науки и техники в области получения водорода посредством фотокаталитического разложения воды.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертационной работы в полном объеме отражает тему диссертации, так как посвящено экспериментальным исследованиям по созданию композитных фотокатализаторов для получения водорода путем расщепления воды.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Цели и задачи исследования докторантом четко сформулированы и соответствуют теме диссертации.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная;	Все разделы и положения диссертации взаимосвязаны друг с другом, что обеспечивает

		3) взаимосвязь отсутствует	целостность и последовательность изложения материала. Структура диссертационной работы подчинена общей логике исследования, способствуя четкому пониманию целей, методов, результатов и выводов проведенного исследования.
		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	Предложенные автором решения были критически проанализированы и аргументированы. В рамках исследования были изучены фотокаталитические свойства композитных материалов, а также проведен сравнительный анализ характеристик выделения водорода во время фотокаталитического расщепления воды.
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, представленные в диссертации, являются новыми, ранее не исследованными и не опубликованными.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Выводы диссертации являются полностью новыми и не были ранее опубликованы в форме докладов на конференциях или в научных публикациях.
		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%)	Технические, технологические, экономические и управленческие решения, представленные в диссертации, являются новыми и обоснованными.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводыосновываны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitativeresearch и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Выводы диссертации основаны на весомых научных доказательствах и подтверждаются экспериментальными данными.

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 $SrTiO_3$/Cc 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 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	Все выносимые на защиту положения доказаны экспериментальными результатами, являются новыми и нетривиальными. Дляэффективной реализации поставленной цели были решены все поставленные задачи. Положение 1. Положение доказано. Были проведены необходимые эксперименты по определению спектров поглощения полученных композитных фотокатализаторов, что позволило определить ширины запрещенных зон. Экспериментальные данные исследований опубликованы в следующих статьях:«Influence of metal oxide particles on bandgap of 1D photocatalysts based on $SrTiO_3$/PAN fibers» и «AlignedcompositeSrTiO3/PANfibersas 1Dphotocatalystobtainedbyelectrospinningmethod // Nanomaterials. –2020. –V. 10. –P. 1734»Q2 (Web of Science), процентиль 81% Положение 2. Положение подтверждено экспериментальными данными исследований на газовом хроматографе по определению количественного и качественного анализа газовой смеси выделяемого во время фотокатализа. Результаты

		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 3 –Модификация одномерного фотокатализатора на основе $SrTiO_3$/Сграфеноподобным 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: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет	исследованиибыли опубликованы в отчете ПЦФBR05236795 «Развитие технологии водородной энергетики в Республике Казахстан», финансируемого Министерством науки и высшего образования Республики Казахстан (2018 – 2020 гг.) Положение 3. Положение подтверждено, так как после расчета коэффициента поглощения методом Тауца была построена линейная аппроксимация зависимости коэффициента поглощения от энергии падающего излучения, которая используется для определения ширины запрещенной зоны.Результаты исследовании опубликованы в статье «Bio-waste-derived few-layered graphene/$SrTiO_3$/PAN as efficient photocatalytic system for water splitting //Applied Surface Science. –2021. –V. 549. –P. 149176.» Q1 (Web of Science), процентиль 95%

		Положение 4 –Модифицирование фотокатализатора $SrTiO_3$/Сграфеноподобным пористым углеродом благоприятно влияет на его оптические свойства и фотокаталитическую активность для выделения водорода до 129±3,6ммоль $г^{-1}$ $ч^{-1}$при фотокаталитическом расщеплении водной смеси. 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 4. Положение подтверждено, так как экспериментальные данные продемонстрировали значительное улучшение характеристик материала по сравнению с немодифицированным фотокатализатором на основе $SrTiO_3$/C. Результаты исследовании опубликованы в статье «Bio-waste-derived few-layered graphene/$SrTiO_3$/PAN as efficient photocatalytic system for water splitting //Applied Surface Science. –2021. –V. 549. –P. 149176.» Q1 (Web of Science), процентиль 95%
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии – обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет	Методология подробно описана в диссертации и подкреплена соответствующими ссылками, что позволяет повторить соответствующие эксперименты.
		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 исследовании в диссертации были получены с применением 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 обнаруженные взаимосвязи были подтверждены результатами экспериментальных исследований. Сбор данных был проведен с использованием современного аналитического оборудования.
		8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения подкреплены ссылками на актуальную и современную научную литературу.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора	Использованные источники являются актуальными и полноценными для обзора литературы.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет	Диссертационная работа имеет теоретическое значение. Проведенные докторантом исследования способствуют углублению научных знаний и представлений в области фотокаталитических свойств материалов.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Диссертационная работа имеет практическое значение для производства водорода, поскольку она представляет собой результат исследования определенной проблемы и предлагает конкретные рекомендации или решения для данной проблемы.
		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 создания фотокатализаторов на основе $SrTiO_3$, модифицированных оксидами металлов и графен содержащими материалами, представляют собой абсолютно новыми. Эти методы

			могут стать отправной точкой для разработки новых материалов с улучшенными свойствами, что будет полезно для производства водорода.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Представленный текст обладает высоким качеством академического письма. Он написан научным языком, легко читаем и понятен, а также отличается четкой связью между предложениями и абзацами по смыслу. Формулировки основных положений и выводов имеют законченный исследовательский характер, что подчеркивает серьезный подход к изложению научной информации.

Комментарии и замечания:

1. В разделе 3.4 представлены результаты исследования удельной площади поверхности материалов, и подробно расписан характер изотерм адсорбции и десорбции азота, хотя рисунок или ее вид в диссертации не представлены.
2. В разделе 3.7 соискателем приведены скорости выделения водорода для всех образцов, которые были измерены с помощью газовой хроматографии, но не представлены рисунки хроматограмм.

Вышеуказанные комментарии и замечания несут уточняющий характер и не влияют на качество диссертационной работы.

Решение: Присудить Бакболат Баглану степень доктора философии (PhD).

Официальный рецензент:
PhD, ассоциированный профессор кафедры физики и нанотехнологий,
Карагандинский государственный университет имени Е.А. Букетова

(подпись) Т.М.Сериков

Подпись Серикова Т.М. заверяю, Секретарь Ученого Совета
Карагандинского университета имени академика Е.А. Букетова

(подпись) Н.Е.Тутинова

РАСТАЙМЫН
Ғалым хатшы Н.Е. Тутинова
2024 ж. «14» маусым