

## ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Кедрук Евгении Юрьевны на тему «Низкотемпературные методы синтеза и функциональные свойства широкозонных полупроводниковых материалов», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D074000 - Наноматериалы и нанотехнологии (в химии)».

№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	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p><b>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</b></p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Диссертационная работа соответствует приоритетным направлениям развития науки в области нано материаловедения и нанотехнологий. Нано структурированные оксид цинка и оксид меди весьма перспективны для применения в электронных, оптических, магнитных и термоэлектрических приборах для солнечной и водородной энергетики, в топливных элементах и аккумуляторах, в газовых датчиках и биосенсорах.</p> <p>Работа выполнена в рамках проектов AP08856173 «Синтез и исследование свойств низкоразмерных полупроводниковых материалов для создания высокочувствительных биосенсоров» и AP 09058501 «Разработка технологических основ создания нано структурированных материалов перспективных для хранения энергии и фотоэлектрохимических устройств».</p>
2.	Важность для науки	<p><b>Работа вносит/не вносит</b> существенный вклад в науку, а ее важность <b>хорошо раскрыта/не раскрыта</b></p>	<p>Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта. Фото каталитически активные образцы ZnO могут использоваться в качестве фотокатализаторов, для создания газо - чувствительных сенсоров, солнечных фото - преобразователей, лазеров, транзисторов и</p>

			перспективны для очистки сточных вод от органических загрязнителей.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <b>Высокий;</b> 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельности высокий. Автор данной диссертационной работы лично принимала участие в проведении научных экспериментов, определении методов анализа и путей применения, принимал активное участие в постановке теоретических и экспериментальных задач, обсуждении полученных результатов и обосновании выводов.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <b>Обоснована;</b> 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Автором обоснована актуальность диссертации. В последнее время остро стоит проблема снижения качества воды вследствие возрастания темпов загрязнения вод промышленными и сельскохозяйственными стоками. В данной работе отработаны низко затратные технологии синтеза перспективных фотокатализаторов - наночастиц ZnO и CuO, изучена их фото каталитическая активность, морфология, структурные, физико-химические и фотолюминесцентные свойства. Внутреннее единство диссертации обусловлено логической связью постановки задачи, методов, использованных для ее решения и полученными результатами.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <b>Отражает;</b> 2) Частично отражает; 3) Не отражает	В данной диссертационной работе представлены низко затратные экономически выгодные методы синтеза фото каталитически активных оксида цинка и оксида меди и приведены результаты исследования физико-химических и механических свойств,

			полученных нано размерных образцов. Содержание диссертации полностью отражает тему диссертации.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <b>соответствуют;</b> 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Диссертационную работу отличает целостность и логичность постановки цели и задач исследования, а также путей их реализации, что соответствует теме диссертации.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <b>полностью взаимосвязаны;</b> 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Все полученные результаты полностью логически взаимосвязаны между собой и соответствуют цели и задачам исследования.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <b>критический анализ есть;</b> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	Автором отработаны технологии синтеза нано структурированных нано размерных образцов и проведена оценка их свойств в зависимости от метода получения. Есть критический анализ свойств полученных образцов и дано их сравнение со свойствами образцов, полученных на основе известных технологий.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <b>полностью новые;</b> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Научные результаты и положения диссертации являются полностью новыми, что подтверждается наличием патента на изобретение и научными публикациями автора в зарубежных рецензируемых научных журналах.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) <b>полностью новые;</b> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Выводы диссертации являются полностью новыми, что подтверждается наличием патента на изобретение и научными публикациями автора в зарубежных рецензируемых научных журналах.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) <b>полностью новые;</b> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Технологические решения, предложенные в представленной диссертационной работе для достижения поставленных целей, являются полностью новыми.

6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы <b>основаны</b> /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 основаны на достоверных экспериментальных результатах. В работе применялся комплекс современных приборов и методов анализа. В частности, в работе использованы сканирующая и просвечивающая электронные микроскопии (СЭМ, ПЭМ), оптические методы анализа, в том числе рамановская спектроскопия, люминесценция, рентгеновская спектроскопия и др. Для получения наночастиц окиси цинка и окиси меди использованы метод химического осаждения, гидротермальный метод и метод термического разложения.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>Положение 1: <u>Максимальная фотокаталитическая активность наночастиц оксида цинка, полученных методом химического осаждения, достигается синтезом при концентрации ростового раствора NaOH 0.4 М и ацетата цинка (CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Zn×2H<sub>2</sub>O 0.1 М благодаря тому, что эти условия синтеза благоприятны для быстрого роста наностержней, при этом синтезируются кристаллиты с максимальным размером вдоль направления 002 и низкой концентрацией поверхностных дефектов; этот вывод подтверждается минимальной интенсивностью примесной фотолюминесценции таких образцов ZnO, то есть низкой концентрацией поверхностных дефектов.</u></p> <p>7.1 Доказано ли положение?  <b>1) доказано;</b>  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?  1) да;  <b>2) нет</b></p> <p>7.3 Является ли новым?  <b>1) да;</b>  2) нет</p>	<p>Положение 1 доказано в диссертации и опубликовано в научных работах, в том числе в статье Kedruk Y. Y., Baigarinova G.A., Gritsenko L.V., Cicero G., Abdullin Kh. A. Facile Low-Cost Synthesis of Highly Photocatalytically Active Zinc Oxide Powders // Frontiers in Materials. – 2022. - V.9. - P. 1-11. (Q2, процентиль 69%). Получен Патент на изобретение - Абдуллин Х.А., Гриценко Л. В., Кедрук Е.Ю., Палтушев Ж.У. «Способ получения фотокаталитически активных порошков оксида цинка» №35707. Положение 1 является новым, не является тривиальным и может иметь широкий уровень применения.</p> <p>Положение 2 доказано в диссертации и опубликовано в статьях: Abdullin A. Kh., Gabdullin M. T., Zhumagulov S. K., Ismailova G. A., Gritsenko L.V., Mirzaeian M., Kedruk Y. Y. Stabilization of the Surface of ZnO Films and Elimination of the Aging Effect //</p>

	<p>7.4 Уровень для применения:  1) узкий;  2) средний;  <b>3) широкий</b></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?  <b>1) да;</b>  2) нет</p> <p>Положение 2: <u>Значительное увеличение интенсивности фотолюминесценции с одновременной деградацией фотокаталитической активности, наблюдаемое после отжига тонких пленок ZnO, синтезированных методом химического осаждения в окислительной атмосфере с последующей плазменной обработкой в водородной атмосфере, происходит благодаря пассивации заряженных акцепторов кислорода на поверхности границ зерен.</u></p> <p>7.1 Доказано ли положение?  <b>1) доказано;</b>  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?  1) да;  <b>2) нет</b></p> <p>7.3 Является ли новым?  <b>1) да;</b>  2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:  1) узкий;  2) средний;  <b>3) широкий</b></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?  <b>1) да;</b>  2) нет</p> <p>Положение 3: <u>Фотокаталитическая активность образцов ZnO, полученных методом термического разложения, зависит как от морфологии наночастиц, так и от концентрации поверхностных дефектов; фотокаталитическая активность возрастает при увеличении отношения длины к толщине наночастиц (наибольшая фотокаталитическая активность</u></p>	<p>Materials. – 2021. – V. 14, № 21. – P. 1-11. (Q2, процентиль 67%), Kedruk Y. Y., Bobkov A. A., Gritsenko L. V., Moshnikov V. A. Investigation of the Properties of Zinc Oxide by the Method of impedance spectroscopy // Glass Physics and Chemistry. - 2022. - V. 48, № 2. - P. 123–129. (Q3, процентиль 31%). Положение 2 является новым, не является тривиальным и может иметь широкий уровень применения.</p> <p>Положение 3 доказано в диссертации и опубликовано в статье Maraeva E.V., Permiakov N.V., Kedruk Y.Y., Gritsenko L.V., Abdullin Kh.A. Creating a virtual device for processing the results of sorption measurements in the study of zinc oxide nanorods // Chimica Techno Acta. – 2020. – V. 7, №4. - P. 154-158. (Q4, процентиль 6%). Положение 3 является новым, не является тривиальным и может иметь широкий уровень применения.</p> <p>Положение 4 доказано в диссертации и опубликовано в статьях: Сагадатова Н.Ж., Кедрук Е.Ю., Байгаринова Г.А., Гриценко Л.В., Абдуллин Х.А., Гидротермальный синтез нанокомпозитов ZnO/CuO для применения в фотоиндуцированной деградации органических соединений // Вестник КазНУ. – 2019. – V. 136, №6. – с.654-661., Кедрук Е.Ю., Айтжанов М.Б., Абдуллин Х.А., Гриценко Л.В. Влияние температуры синтеза на свойства нанокомпозитов ZnO/CuO // Вестник КазНУ. – 2020. – V. 141, №5. - с.729-734. Положение 4 является новым, не является</p>
--	--	---

	<p>98.48% при соотношении длины к толщине наночастиц 9.6).</p> <p>7.1 <b>1) доказано;</b>  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?  1) да;  <b>2) нет</b></p> <p>7.3 Является ли новым?  <b>1) да;</b>  2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:  1) узкий;  2) средний;  <b>3) широкий</b></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?  <b>1) да;</b>  2) нет</p> <p>Положение 4: <u>Наибольшая скорость фотокаталитической деградации органического красителя родамина-В в водном растворе под действием УФ-излучения в присутствии нанокмозитов ZnO/CuO, полученных методом химического осаждения, достигается при параметрах роста: 20.0 мМ хлорида цинка, 1.0 ммоль сульфата меди, 0.1 мМ NaOH и температуре синтеза 70°C. При увеличении содержания CuO с составом атомов меди в образцах ZnO/CuO до 29 % и уменьшении размеров кристаллитов ZnO до 20-40 нм фотокаталитическая активность образцов в отношении деградации красителя RhB возрастает до 95% при скорости распада 1.164 час<sup>-1</sup>.</u></p> <p>7.1 <b>1) доказано;</b>  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?  1) да;  <b>2) нет</b></p> <p>7.3 Является ли новым?  <b>1) да;</b></p>	<p>тривиальным и может иметь широкий уровень применения.</p> <p><i>Замечания/ Вопросы:</i></p> <p>1. В диссертации пленки ZnO были синтезированы на стеклянной подложке. Влияет ли выбор подложки на фото каталитическую активность синтезированных образцов?</p> <p>2. С чем связано рассогласование ваших данных с литературными данными о высокой фото каталитической активности композитов ZnO/CuO по сравнению с ZnO?</p> <p>3. Чем обусловлена низкая затратность используемых методов синтеза наноматериалов по сравнению с другими методами?</p> <p>4. Отработанные в диссертации методы синтеза выгодно отличаются от существующих по ряду параметров и потенциально обладают возможностью для широкого использования. Однако эти методы отработаны в лабораторных условиях и не были проведены оценки их возможной эффективности в производственных условиях.</p>
--	---	---

		<p>2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p><b>3) широкий</b></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p><b>1) да;</b></p> <p>2) нет</p>	
8.	<p>Принцип достоверности</p> <p>Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно подробно описана</p> <p><b>1) да;</b></p> <p>2) нет</p>	<p>Автором выбрана правильная методология исследования, ее выбор обоснован и подтвержден полученными результатами. Цель и задачи исследования логически связаны между собой, анализ полученных результатов проведен с использованием достаточного числа современных методов анализа и диагностики.</p>
		<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p> <p><b>1) да;</b></p> <p>2) нет</p>	<p>Все использованные в данной работе современные методы анализа и диагностики считаются достаточными в полной мере для проведения подобного рода исследований.</p>
		<p>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):</p> <p><b>1) да;</b></p> <p>2) нет</p>	<p>Полученные экспериментальные результаты полностью подтверждают существующие теоретические модели и выводы, а также выявленные закономерности и взаимосвязи.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Предлагаемые автором важные утверждения по методам синтеза нано структурированного оксида цинка и композита на его основе, а также обоснования полученных результатов подтверждены ссылками на достоверные научные источники, находящиеся в открытом доступе.</p>
		<p>8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u>/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>Используемые автором литературные источники достаточны для представленного литературного обзора. Список использо-</p>

			ванных источников включает 293 наименования, подавляющее большинство которых опубликовано в международных рейтинговых журналах на английском языке.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: <b>1) да;</b> 2) нет	Диссертация имеет теоретическое значение для развития научных основ создания новых низко затратных методов синтеза нано материалов с заданными свойствами.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: <b>1) да;</b> 2) нет	Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике. Предложенные в диссертационной работе методы синтеза низко затратные и не требуют специфических условий или оборудования, что позволит упростить синтез фотокаталитически активных наночастиц и пленок ZnO и композитов ZnO/CuO.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? <b>1) полностью новые;</b> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Все предложения для практики являются полностью новыми, что подтверждается наличием патента и опубликованными статьями в рейтинговых научных журналах.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: <b>1) высокое;</b> 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма высокое. Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертациям. Однако по тексту диссертации имеются стилистические погрешности и опечатки, например, на стр. 10, 12, 24, 31, 32, 43, 50, 71, 84.

Присудить степень доктора философии (PhD) по специальности 6D074000 –Наноматериалы и нанотехнологии.

Официальный рецензент:

Доктор физико-математических наук,  
Профессор АО «Казахстанско-  
Британский технический университет»

Подпись Умаров Ф.Ф.

Департамент  
по развитию персонала



Умаров Ф.Ф.