

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><u>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u> 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)</p>	<p>Диссертационная работа посвящена разработке низкотемпературных контролируемых методов синтеза наноструктурированных широкозонных полупроводниковых материалов и исследованию физико-химических свойства синтезированных материалов</p> <p>Работа выполнена в рамках проекта AP08856173 «Синтез и исследование свойств низкоразмерных полупроводниковых материалов для создания высокочувствительных биосенсоров»</p>
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Полученные в результате диссертационного исследования образцы обладают размером в нанодиапазоне и как следствие большей удельной поверхностью по сравнению с их микроаналогами, что делает синтезированные нанобразцы более активными. Определены технологические параметры разработанного низкочувствительного метода синтеза ZnO для получения фотокаталитически активного материала. Работа вносит существенный вклад в науку в области наноматериалов и нанотехнологий. Важность работы подтверждается полученными

			результатами исследования.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Представленные в диссертации результаты проводимых исследований получены автором лично. В связи с чем, считаю уровень самостоятельности данной работы высоким.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертации хорошо обоснована. Загрязнение сточных вод и водоёмов отходами различных отраслей промышленности является одной из главных проблем современного мира. Используется множество способов очистки, однако фотокатализ благодаря полной минерализации, отсутствию проблемы удаления отходов, низкой стоимости является наилучшим решением для очистки вод от органических загрязнений. В связи с этим актуальной задачей является разработка экономически эффективного и высоко активного фотокатализатора для разложения вредных органических соединений. Таким образом, разработка низкочастотных методов получения фотокаталитически активных наноматериалов на основе оксида цинка и его композитов для очистки сточных вод от вредных органических соединений является актуальным.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертации в полном объеме отражает тему исследования. Диссертация содержит введение, заключение и 3 раздела: 1. Литературный обзор - Широкозонные полупроводниковые материалы и их характеристики, 2. Методика эксперимента – описывает методы синтеза образцов ZnO и композитов ZnO/CuO, 3. Экспериментальные результаты и их обсуждение .
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	В диссертационной работе четко сформулированы цели и задачи исследования. Они полностью соответствуют теме диссертации.

		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) <u>полностью взаимосвязаны;</u> 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует</p> <p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p>1) <u>критический анализ есть;</u> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p>	<p>Все разделы и научные положения в данной диссертационной работе логически взаимосвязаны.</p> <p>Проведено сравнение и критический анализ предложенных автором методов синтеза, условий и концентрации составляющих растворов роста, а также свойств синтезированных образцов.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Научные результаты и положения являются новыми, что подтверждается наличием патента и публикациями в рейтинговых научных журналах.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Выводы диссертации являются полностью новыми, составлены на основе полученных экспериментальных результатов, научно-обоснованы и не вызывают сомнений в достоверности.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) <u>полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы <u>основаны</u>/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах и экспериментальных результатах, достаточно хорошо обоснованы и сравнены с современными литературными данными.</p>
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 (CH₃COO)₂Zn×2H₂O 0.1 М благодаря тому, что эти условия синтеза благоприятны для</u></p>	<p>Положение 1 является новым, нетривиальным, имеет широкий уровень применения для синтеза фотокаталитически активных наночастиц ZnO с минимальной концентрацией дефектов. Положение полностью доказано и опубликовано в рейтинговом научном журнале Frontiers in Materials (Q2, процентиль 69%), получен патен на изобретение</p>

	<p><u>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? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет</p> <p><u>Положение 2: 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? 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано;</p>	<p>«Способ получения фотокаталитически активных порошков оксида цинка» №35707.</p> <p>Положение 2 является новым, нетривиальным, объясняет понижение фотокаталитической активности с увеличением интенсивности фотолюминесценции после отжига пленок ZnO в окислительной атмосфере с последующей плазменной обработкой в водородной атмосфере. Положение полностью доказано и опубликовано в рейтинговых научных журналах Materials (Q2, процентиль 67%), Glass Physics and Chemistry (Q3, процентиль 31%)</p> <p>Положение 3 является новым, нетривиальным, определяет факторы от которых зависит фотокаталитическая активность при термическом разложении. Положение полностью доказано и опубликовано в рейтинговом научном журнале Chimica Techno Acta (Q4, процентиль 6%).</p> <p>Положение 4 является новым, нетривиальным, определяет оптимальную температуру и концентрацию сульфата меди при синтезе фотокаталитически активных наноконструкций ZnO/CuO. Положение полностью доказано и опубликовано в журналах ККСОН.</p> <p><i>По вышеуказанным положениям имеются следующие замечания:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <i>1. Не объяснен принцип выбора концентрации (9 мг) синтезированных образцов для исследования фотокаталитической активности;</i> <i>2. Для исследования фотокаталитической активности композитов ZnO/CuO стоило</i>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да; 2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) да; 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий; 2) средний; 3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p>1) да; 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 98.48% при соотношении длины к толщине наночастиц 9.6).</u></p> <p>7.1 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да; 2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p>1) да; 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий; 2) средний; 3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p>	<p><i>попробовать использовать источник света с другими видами излучения;</i></p> <p><i>3. С какой целью осуществлялась обработка синтезированных образцов в водородной плазме?</i></p> <p><i>4. В работе исследованы методы отжига в атмосфере и химического осаждения для получения ZnO. Возможно ли сделать заключение о том, какой из этих методов более эффективен и универсален для синтеза целевых материалов с максимально улучшенными фотокаталитическими свойствами, при этом учитывая экономическую составляющую процессов получения?</i></p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		<p>1) да; 2) нет</p> <p>Положение 4: <u>Наибольшая скорость фотокаталитической деградации органического красителя родамина-В в водном растворе под действием УФ-излучения в присутствии нанокompозитов 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-1.</u></p> <p>7.1 1) доказано; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) нет</p> <p>7.3 Является ли новым? 1) да; 2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий</p> <p>7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет</p>	
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно подробно описана 1) да; 2) нет</p>	Выбор методологии обоснован и подробно описан в разделе «Методика эксперимента», посвященном подробному описанию методов синтеза образцов ZnO и композитов ZnO/CuO.

	информации	8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: <u>1) да;</u> 2) нет	Результаты диссертационной работы получены в КазНИТУ имени К. И. Сатпаева с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий.
		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): <u>1) да;</u> 2) нет	Теоретические выводы, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием.
		8.4 Важные утверждения подтверждены /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения подтверждены ссылками на современную, актуальную и достоверную научную литературу.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны /не достаточны для литературного обзора	В диссертационной работе список использованной литературы содержит 293 источника, что является достаточным для литературного обзора.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: <u>1) да;</u> 2) нет	Диссертационная работа имеет важное теоретическое значение. Разработанный метод получения наночастиц оксида цинка является низкочастотным и низкотемпературным, что позволит получать высокоэффективные фотокатализаторы на основе ZnO.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: <u>1) да;</u> 2) нет	Результаты, полученные при выполнении диссертационной работы, могут быть применены для решения экологических проблем загрязнения сточных вод различными органическими загрязнениями под действием УФ-излучения на крупномасштабных производствах, для создания газовых датчиков и сенсорных устройств благодаря простоте, низкой стоимости, высокой производительности, экологичности предложенных методов синтеза, а также возможности вторичной переработки.
		9.3 Предложения для практики являются новыми?	Результаты исследования рекомендованы для

