

**Письменный отзыв официального рецензента на диссертационную работу
Палтушевой Жани Уразгалиевны на тему
«Получение и исследование свойств наноструктурированных полупроводниковых материалов для применения в
сенсорных устройствах», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности 8D07103 – «Материаловедение и инженерия».**

№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>1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u></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 посвящена синтезу и анализу свойств наноструктурированных полупроводниковых материалов, предназначенных для использования в сенсорных устройствах. Данное направление соответствует современным направлениям развития науки и государственным программам Республики Казахстан (КЗ), направленным на поддержку инновационных технологий в области медицины, экологии и информационных технологий. Важным элементом государственной программы «Цифровой Казахстан» является внедрение высоких технологий в медицинские и диагностические устройства, что способствует улучшению качества диагностики и лечения. Исследования, приведенные в данной диссертации, выполнены в рамках проекта на грантовое финансирование AP08856173 «Синтез и исследование свойств низкоразмерных полупроводниковых материалов для создания высокочувствительных биосенсоров».</p>
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит/не</u> вносит существенный вклад в науку, а ее важность <u>хорошо раскрыта/не</u> раскрыта	<p>Данная диссертация открывает новые перспективы в области материаловедения и инженерии, исследуя инновационные способы их получения новых материалов и их характеристики. Работа обладает высокой научной ценностью и представляет интерес как для теоретических исследований, так и для прикладных задач в области полупроводниковых</p>

			<p>технологий. Данная тема способствует развитию инновационных методов диагностики заболеваний, включая рак и воспалительные процессы, а также детекцию аскорбиновой кислоты. Разработка высокочувствительных сенсоров на основе полупроводниковых материалов открывает новые возможности для создания более точных и стабильных устройств, что имеет значительный потенциал в области медицины, экологии и аналитической химии. Такие исследования способствуют прогрессу в области биосенсорики, позволяя эффективно обнаруживать биомаркеры в биологических средах, уровень аскорбиновой кислоты, что критично для ранней диагностики и персонализированного лечения.</p> <p>В результате проведенного исследования сформированы новые подходы и получены значимые результаты, которые способствуют прогрессу в области получения и применения полупроводниковых материалов. Работа открывает широкие возможности для дальнейших научных разработок и практического применения в передовых технологических направлениях.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Высокий</u>; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет 	<p>Высокий. Докторант принимал активное участие на всех этапах научной работы: от планирования и проведения экспериментов до теоретического обоснования, анализа результатов и их интерпретации. Кроме того, он самостоятельно подготовил публикации, отражающие ключевые достижения исследования.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>Обоснована</u>; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована. 	<p>Обоснована. Диссертационная работа Палтушевой Жании Уразгалиевны отражает актуальные научные задачи и вносит весомый вклад в такие области, как разработка новых материалов, нанотехнологические процессы, электронные компоненты и биосенсорные технологии. Актуальность диссертационной работы</p>

			<p>обусловлена растущей потребностью в высокочувствительных сенсорных устройствах для мониторинга таких аналитов, как CD44 и аскорбиновая кислота, что имеет важное значение для ранней диагностики заболеваний. Использование наноструктурированных полупроводниковых материалов позволяет значительно повысить точность и чувствительность сенсоров, что открывает новые возможности для медицины, экологии и аналитической химии. Разработка таких технологий способствует прогрессу в области материаловедения и инженерии, разработки биосенсоров, что важно для улучшения качества диагностики и персонализированного лечения.</p> <p>Тема исследования является актуальной в связи с растущей потребностью в разработке доступных и эффективных технологий получения новых функциональных полупроводниковых материалов, пригодных для использования в области сенсорной электроники.</p>
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: <u>1) Отражает;</u> 2) Частично отражает; 3) Не отражает</p>	<p>Отражает. Структура диссертационной работы полностью соответствует заявленной теме. Она включает введение, четыре главы, соответствующие поставленным целям и задачам, заключение, библиографический список и приложения. Основное направление работы связано с разработкой и анализом свойств наноструктурированных полупроводниковых материалов, которые имеют потенциал для применения в сенсорной электронике.</p>
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: <u>1) соответствуют;</u> 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют</p>	<p>Соответствуют. Поставленные в диссертационной работе цель и задачи полностью соответствуют ее теме.</p> <p>Основной целью диссертационной работы является синтез наноструктурированных полупроводниковых материалов, используемых в качестве основы</p>

			<p>эффективных высокочувствительных сенсорных устройств, определение их чувствительности и предела обнаружения по отношению к выбранным анализам.</p> <p>Задачи исследования:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучить физико-химические свойства полупроводниковых наноструктур (ZnO и ZnO/GO) и методы их синтеза, для создания высокоэффективных сенсоров. 2. Исследовать принципы работы биосенсоров и роль наноматериалов в повышении их чувствительности и селективности. 3. Разработать оптоволоконный биосенсор на основе ZnO для обнаружения гликопротеина CD44 с высокочувствительным откликом, провести его калибровку и выполнить анализ характеристик. 4. Разработать электрохимический биосенсор на основе ZnO/GO для детекции аскорбиновой кислоты с оптимизацией чувствительности и рабочих параметров.
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует 	<p>Полностью взаимосвязаны. Диссертационная работа посвящена получению и исследованию свойств наноструктурированных полупроводниковых материалов для применения в сенсорных устройствах. В данной работе получены и исследованы наноструктурированные полупроводниковые материалы, определены оптимальные параметры синтеза, исследованы электрохимические и структурные свойства полученных образцов, изучены структура биосенсоров и методы их конструирования, подобран оптимальный способ функционализации поверхности по отношению к выбранным анализам. Полученные результаты подтвердили правильность гипотезы и обосновали сделанные заключения.</p>

		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>критический анализ есть;</u> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов 	<p>Критический анализ есть. На основе проведенного критического анализа литературы были сформулированы задачи исследования, решение которых привело к разработке высокочувствительного оптоволоконного биосенсора на основе ZnO для обнаружения биомаркера CD44, а также электрохимического сенсора на основе композита ZnO-GO для определения аскорбиновой кислоты.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) 	<p>Полностью новые.</p> <p>Полученные научные результаты и выведенные положения имеют полностью оригинальный характер.</p> <p>Научная новизна данного исследования заключается в следующем:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Разработан первый оптоволоконный датчик на основе шарового резонатора, равномерно покрытого тонким слоем оксида цинка (ZnO) толщиной ~100 нм экологичным золь-гель методом «dip-coating», для обнаружения интегрального клеточного гликопротеина CD44, экспрессируемого при многих видах рака, являющегося рецептором адгезии, регулирующей процесс метастазирования на клеточной поверхности. 2. Впервые была проведена регенерация взаимодействия основного анализата (белка CD44) с лигандом, что позволило дважды использовать функционализированную поверхность сенсора для измерений 3. Выявлено влияние термической обработки нанокompозитов ZnO-GO при 375 °C на воздухе на их оптические свойства: уменьшается интенсивность УФ-полосы, что обусловлено частичной диссоциацией экситона, связанного с донором. Показано, что управление температурными режимами обработки позволяет целенаправленно

			<p>модифицировать фотолюминесцентные характеристики материала, что делает его перспективным для применения в составе сенсорных и оптоэлектронных систем.</p> <p>Научные положения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Представлен первый волоконно-оптический биосенсор со сферическим наконечником, покрытым тонким слоем оксида цинка (ZnO) толщиной 100 нм, нанесенным недорогим золь-гель методом, для измерения белка CD44 в диапазоне от 100 аМ до 100 нМ. Данный сенсор прост в изготовлении, имеет хороший отклик на изменение белка с пределом обнаружения 0.8 фМ и высокую чувствительность к изменению показателя преломления окружающей среды. 2. Продемонстрирована возможность регенерации взаимодействия между основным аналитом (белок CD44) и лигандом, которая позволяет дважды использовать функционализированную поверхность датчика для проведения повторных измерений. Чувствительность полученного сенсора была протестирована по отношению к концентрации контрольного белка ПСА, а также без антител - CD44. Данные характеристики биодатчика представляют собой новый многообещающий способ обнаружения важного биомаркера CD44 в раковой диагностике. 3. Методом химического осаждения из раствора с последующей термической обработкой на воздухе при температуре 375°C был получен модифицированный ZnO-GO/GCE электрод с высокой чувствительностью $0.386 \text{ mA} \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ к аскорбиновой кислоте, предел обнаружения соответствовал 7.3нМ, перспективный для использования в качестве основы биосенсора для определения уровня витамина С в крови, в пищевых продуктах и лекарствах.
--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<p>4. Термическая обработка композита ZnO-GO на воздухе при температуре 375°C позволяет увеличить чувствительность ZnO-GO/GCE электрода, а также контролировать люминесцентные и структурные свойства ZnO-GO образцов, что делает данные материалы перспективными для применения в производстве белых светоизлучающих диодов, устройств отображения, биологической маркировки и других оптических устройств нанозлектроники.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>; 2) <u>частично новые</u> (новыми являются 25-75%); 3) <u>не новые</u> (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Выводы, представленные в работе, отличаются полной новизной и оригинальностью.</p> <p>1. Литературный обзор показал недостаточную степень изученности наноструктурированных полупроводниковых материалов как основы сенсорных устройств, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований с целью повышения чувствительности, селективности и стабильности сенсоров для детекции таких аналитов, как CD44 и аскорбиновая кислота</p> <p>2. Разработан первый волоконно-оптический биосенсор со сферическим наконечником, покрытым тонким слоем оксида цинка (ZnO) толщиной 100 нм, нанесенным с использованием недорогого золь-гель метода, для измерения белка CD44 в диапазоне от 100 аМ до 100 нМ. Преимущества этого биосенсора включают простоту изготовления на стандартных и дешевых телекоммуникационных волокнах за один шаг и простоту нанесения тонкого слоя ZnO методом золь-геля без использования дорогостоящего оборудования.</p> <p>3. Полученный оптоволоконный шаровой резонатор показал хороший отклик на изменение гликопротеина CD44 с пределом обнаружения 0.8 фМ и высокую чувствительность к изменениям показателя преломления окружающей среды и превосходную воспроизводимость,</p>

			<p>продемонстрированную на трех датчиках, что делает его перспективным в качестве биосенсорной платформы после функционализации.</p> <p>4. Продемонстрирована возможность достижения регенерации сенсора без повреждения функционализированной поверхности. Чувствительность полученного сенсора была проверена по отношению к концентрации контрольного белка, а также без антител — CD44. Эти характеристики биосенсора представляют собой многообещающий новый способ обнаружения важного биомаркера CD44 в диагностике рака.</p> <p>5. Синтезированы наноструктурированные образцы ZnO и композиты ZnO-GO простым недорогим методом химического осаждения из раствора. Изучены морфология, а также электрохимические и структурные характеристики синтезированных образцов ZnO и ZnO-GO. Результаты исследования синтезированных образцов с помощью СЭМ показали, что синтезированные образцы растут как двумерные тонкие пластины длиной и высотой порядка нескольких сот нанометров и толщиной порядка нескольких десятков нанометров.</p> <p>6. Показано, что термическая обработка синтезированных наночастиц ZnO-GO на воздухе при 375 °C способна влиять на различные виды оптической рекомбинации. Замечено, что интенсивность УФ-полосы уменьшилась после термической обработки, что может быть связано с частичной диссоциацией экситона, связанного с донором. Предложенный метод синтеза наночастиц ZnO-GO и ZnO с последующей термической обработкой позволяет управлять их люминесцентными и структурными свойствами, что делает данные материалы перспективными для применения в производстве белых светодиодов,</p>
--	--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<p>устройств отображения информации, биологической маркировки и других оптических устройств наноэлектроники.</p> <p>7. Метод циклической вольтамперометрии использован для оценки электрохимических свойств электродов ZnO/GCE и ZnO-GO/GCE при детекции аскорбиновой кислоты. Показано, что термическая обработка ZnO-GO на воздухе при температуре 375°C позволяет увеличить чувствительность ZnO-GO/GCE электрода, что можно объяснить как уменьшением дефектов в образце, так и увеличением межплоскостного расстояния оксида графена после отжига, влекущего увеличение удельной поверхности образцов. Сконструированный электрохимический сенсор на основе ZnO-GO/GCE показал высокую чувствительность 0.386 $\text{mA} \cdot \text{M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ и предел обнаружения 7.3 нМ, что делает его эффективным инструментом для количественного анализа и контроля содержания витамина С в различных образцах, включая фармацевтические препараты и пищевые продукты.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) 	<p>Данная диссертационная работа представляет собой совокупность теоретических и экспериментальных исследований, направленных на решение значимой технологической проблемы. В работе рассматриваются вопросы разработки и исследования наноструктурированных полупроводниковых материалов, которые имеют перспективы для применения в области сенсорной электроники. Представленные в диссертации научные результаты основаны на четком математическом изложении ключевых положений и применяемых методик, а также подтверждаются результатами экспериментальных исследований. Надежность результатов обеспечивается использованием современных инструментов и</p>

			методов проведения научных исследований, что позволяет считать полученные данные обоснованными и достоверными.
6.	Обоснованность основных выводов	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)	Выводы диссертации формируются на основе глубокого анализа как теоретических, так и экспериментальных данных. Полученные данные полностью соответствуют актуальным концепциям в области теории и технологии материаловедения, нанотехнологий, а также в сфере электроники и биосенсорики. Надежность и обоснованность сделанных выводов безусловно подтверждены примененными методами и анализом.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано</u> ; 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано	Все четыре научных положения, выносимые на защиту, были подтверждены экспериментально. В ходе исследования осуществлялись синтез и анализ наноструктурированных полупроводниковых материалов, разработка методов их получения, а также использование этих материалов для создания высокочувствительных биосенсоров.
		7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) <u>нет</u>	В диссертационной работе полностью отсутствуют элементы тривиальности. Закономерности и особенности исследуемых процессов были тщательно проанализированы с учетом последних достижений в области материаловедения, физики оксидных полупроводников и биосенсорики. Автор не ограничился лишь изложением результатов, а провел детальный анализ и интерпретацию данных, что позволило сформулировать важные выводы и предложить практические рекомендации.
		7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u> ; 2) нет	Результаты диссертационного исследования являются инновационными, поскольку они основаны на оригинальных экспериментах, глубоком анализе данных и выводах, не имеющих аналогов в научной литературе. Приведенные в работе результаты могут быть признаны важными открытиями, значительно

			расширяющими понимание свойств наноструктурированных полупроводниковых оксидов и их потенциала для использования в сенсорной электронике. Таким образом, диссертация вносит оригинальный и значимый вклад в развитие науки, предоставляя новые данные, которые могут стать основой для дальнейших исследований и разработок в области материаловедения и сенсорной электроники.
		7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u>	Каждое положение диссертационной работы имеет широкий потенциал для практического применения. Полученные результаты могут быть использованы в таких высокотехнологичных областях, как сенсорные системы, электроника, энергетика и в других перспективных сферах, что открывает новые возможности для внедрения инновационных решений и разработки передовых технологий.
		7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u> ; 2) нет	По теме диссертации Палтушевой Ж.У. опубликовано 19 научных работ, в т.ч. 1 публикация, входящая в БД Scopus (Процентиль 89, Квартиль Q1), 4 в журналах Перечня изданий МОН РК, 14 докладов на международных научных конференциях.
8.	Принцип достоверности. Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u> ; 2) нет	В рамках работы использованы два метода синтеза сенсорных материалов: золь-гель и электроосаждение из раствора. Метод золь-гель применен для получения наночастиц ZnO, так как он позволяет контролировать размер, форму и степень агрегации частиц, что особенно важно для повышения чувствительности оптоволоконных сенсоров. Он основан на переходе системы из золя в гель с последующим термическим превращением в наноструктурированный оксид цинка. Электрохимическое осаждение из раствора использовано для формирования нанокompозита ZnO/GO. Этот метод обеспечивает равномерное нанесение материала на подложку и позволяет

			<p>формировать стабильные покрытия с улучшенными электродными свойствами, что критично для электрохимических сенсоров.</p> <p>Для характеристики образцов использовались: сканирующая и растровая электронная микроскопия (SEM, TEM); рентгеноструктурный анализ (XRD); инфракрасная спектроскопия (FTIR); оптическая и рамановская спектроскопия; фотолюминесценция; вольтамперометрия с применением потенциостата/гальваностата Corrtest CS310.</p> <p>Такой подход обеспечил комплексную оценку структурных, оптических и электрохимических свойств сенсорных материалов и подтвердил надежность полученных данных.</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> <ol style="list-style-type: none"> 1) да; 2) нет 	<p>Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований, а также методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий. В процессе работы был проведен анализ эффективных методов синтеза наноструктурированных полупроводниковых материалов, перспективных для использования в сенсорной электронике, таких как золь-гель метод и метод химического осаждения из раствора. Данные по оптоволоконному сенсору были интерпретированы с помощью программы MATLAB, что позволило провести детальный анализ и получить точные результаты.</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</p>	<p>Теоретические выводы, модели и закономерности, изложенные в работе, были подтверждены результатами экспериментальных исследований. В рамках научно-технической разработки было обосновано использование методов синтеза наноструктурированных полупроводниковых</p>

		<p>педагогического эксперимента):</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) нет</p>	<p>материалов, таких как золь-гель метод и химическое осаждение из раствора. Выявлена взаимосвязь между фотолюминесцентными и электрохимическими свойствами композитов ZnO-GO, подверженным термической обработке на воздухе. Благодаря своим электрохимическим и структурным характеристикам полученные образцы на основе оксида цинка имеют большие перспективы для применения в сенсорной электронике.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены</u> ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Экспериментальные исследования, представленные в диссертации, основаны на: глубоком анализе научной литературы; исследовании патентов; тщательном планировании и проведении экспериментов; статистической обработке полученных данных. Результаты исследования подкреплены ссылками на авторитетные научные источники, что подтверждает их точность и достоверность.</p>
		<p>8.5 Исползованные источники литературы <u>достаточны/не достаточны</u> для литературного обзора</p>	<p>В диссертации представлен список из 350 литературных источников. Эти материалы вполне достаточны для составления обзора литературы и проведения ее критического анализа по теме исследования.</p>
<p>9.</p>	<p>Принцип практической ценности</p>	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>1) <u>да</u>;</p>	<p>Теоретическая ценность диссертации состоит в углубленном исследовании свойств наноструктурированных полупроводниковых материалов и их взаимодействия с биомолекулами, что способствует расширению знаний в области материаловедения и сенсорной электроники. Работа вносит вклад в разработку новых низкочастотных методов синтеза, а также теоретических подходов к созданию высокочувствительных сенсоров и в понимание механизмов их функционирования. Полученные результаты могут стать основой для дальнейших теоретических фундаментальных</p>

			исследований в области материаловедения и физики оксидных полупроводников.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Полученные в диссертационной работе результаты имеют большую практическую ценность и могут быть применены при создании новых сенсорных биоаналитических устройств. Эти устройства будут востребованы в здравоохранении и биомедицинских исследованиях, что поможет повысить безопасность и эффективность медицинской практики. Диссертация вносит вклад в развитие инновационных технологий в области материаловедения и инженерии.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Рекомендации, предложенные в работе, являются абсолютно новыми и ранее не применявшимися. В диссертации предложено использование полупроводниковых материалов для создания высокочувствительных сенсоров, способных детектировать биомаркеры, такие как CD44 и аскорбиновая кислота. В работе разработаны новые методы синтеза и модификации полупроводниковых материалов, что значительно улучшает их чувствительность и стабильность.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <u>высокое</u> ; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертационная работа выполнена на высоком уровне академического письма. Текст отличается сжатостью и профессионализмом, соблюдается научно-технический стиль. Формулировки основных идей и выводов ясны и точны. Все разделы работы логично взаимосвязаны и направлены на решение поставленных задач исследования.
11.	Замечания и рекомендации: 1. Имеются замечания редакционного характера, которые не умаляют качество работы. 2. В разделе 4.3 не приведены дифрактограммы для всех видов исследуемых образцов. 3. В некоторых частях работы можно улучшить переходы между разделами, что повысило бы плавность изложения и позволило бы легче следовать логике исследования. Однако указанные недостатки не имеют принципиального характера и не умаляют достоинств диссертационной работы.		

В целом, диссертационная работа Палтушевой Ж.У. на тему: «Получение и исследование свойств наноструктурированных полупроводниковых материалов для применения в сенсорных устройствах», выполнена в полном объеме и соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание степени доктора философии (PhD), а ее автор Палтушева Жания Уразгалиевна заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 8D07103 – «Материаловедение и инженерия».

Доктор PhD, ассистент-профессор
факультета инженерии и естественных наук
SDU University



Бакранова Д. И.

20 05 25