

ПИСЬМЕННЫЙ ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Идинова Медета Толеугалиевича
«Модифицированные композитные пленки на основе CuBi/CuBi₂O₄ в качестве защитных экранирующих материалов»,
представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05302 – «Техническая физика»

№ 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: 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).	Диссертационная работа Идинова М.Т. выполнена в соответствии с основными задачами приоритетного направления развития науки «Энергия, передовые материалы и транспорт» и подприоритета «Композитные и функциональные материалы». Основные результаты диссертационной работы Идинова М.Т. были выполнены в рамках реализации проекта AP14871152 «Синтез CuBi/CuBi₂O₄ пленок – перспективных материалов для создания защитных покрытий от электромагнитного и ионизирующего излучения», финансируемого при поддержке Комитета науки МНВО РК в период 2022 – 2024 гг.
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта	Основной вклад диссертационной работы Идинова М.Т. в развитие научного направления, связанного с разработками композитных материалов заключается в предложенных технологических решениях, направленных на совершенствование пленочных композитов, применяемых в качестве защитных экранирующих материалов, обладающих высокими показателями эффективности в области защиты от негативного воздействия ионизирующего излучения. Основные результаты, представленные в диссертации

			имеют практическую значимость, связанную с возможностью масштабирования предложенных технологических решений в области синтеза композитных пленок, а также применением их в качестве экранирующих материалов для защиты от рентгеновского и гамма – излучения.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Уровень самостоятельности выполнения работы соискателем Идиновым М.Т. можно оценить достаточно высоко, все экспериментальные работы выполнялись им самостоятельно и в научных группах, анализ и интерпретация полученных результатов находится на высоком уровне, все выводы обоснованы и доказаны.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертационного исследования обоснована и подтверждена обширным обзором литературных данных по схожему направлению исследований, связанных с изучением применимости различных композитных пленок в качестве экранирующих защитных материалов. Соискателем достаточно хорошо обоснована актуальность применения композитных $\text{CuBi/CuBi}_2\text{O}_4$ пленок и их модификации в качестве экранирующих защитных материалов.

		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертационной работы полностью соответствует заявленной теме, посвящённой модификации пленок на основе $\text{CuBi/CuBi}_2\text{O}_4$ путём изменения состава покрытия, что позволяет повысить эффективность экранирования ионизирующего излучения. В первом разделе приведён аналитический обзор, подтверждающий необходимость разработки и внедрения новых материалов для защиты от воздействия ионизирующих излучений. Во втором разделе детально описаны применяемые материалы и методики, включая особенности электрохимического получения тонких пленок с использованием различных видов электролитов. Третий раздел сфокусирован на описании метода синтеза и характеристики композитных пленок $\text{CuBi/CuBi}_2\text{O}_4$, изготовленных электрохимическим осаждением. В четвертом разделе выполнена оценка защитной экранирующей способности синтезированных пленок при экранировании рентгеновского и гамма-излучения. Также представлен сравнительный анализ их экранирующих свойств с другими материалами, что позволило выявить преимущества предлагаемых композитов. Каждый раздел диссертации заканчивается подведением кратких итогов представленных результатов в разделе, что позволяет определить основные моменты, представленные в разделе.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) соответствуют; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют	Соискатель чётко обозначил цель диссертационной работы, которая заключается в исследовании процессов модификации наноструктурированных тонких плёнок посредством изменения разности прикладываемых потенциалов и введения дополнительных компонентов в их состав, а также в определении влияния степени структурной упорядоченности на коррозионную стойкость и устойчивость к деградации в различных средах. Поставленная цель полностью согласуется с заявленной темой исследования и отражает его научную

			направленность. Сформулированные задачи исследования логично следуют из поставленной цели, отличаются последовательностью и полнотой, что обеспечивает достижение намеченных результатов. Содержание основных задач полностью соответствует ключевым направлениям диссертационной работы и способствует всестороннему раскрытию рассматриваемой проблемы.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) полностью взаимосвязаны; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует	Диссертационная работа характеризуется высокой степенью внутренней согласованности и логической связностью всех разделов и представленных положений. Структура диссертации выстроена таким образом, что теоретические и экспериментальные результаты изложены последовательно и взаимно дополняют друг друга. Сформулированные выводы убедительно демонстрируют научную значимость и практическую востребованность выполненного 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	Все основные выводы и предложенные технологические решения основаны на проведенных экспериментальных работах, а также критическом анализе полученных результатов и их интерпретации с использованием различных методов, включая совокупность методов, таких как растровая электронная микроскопия, атомно – силовая микроскопия, рентгеноструктурный анализ, энерго – дисперсионный анализ, определение трибологических характеристик. Полученные результаты научно обоснованы и аргументированы.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 50-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Полученные результаты обладают достаточным уровнем новизны, основаны на полученных экспериментальных данных и результатах сравнительного анализа эффективности экранирования с другими различными материалами, что позволило оценить перспективность использования данных типов композитных пленок в качестве экранирующих материалов, обладающих достаточно высокими показателями эффективности экранирования и поглощения гамма – и рентгеновского

			излучения.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Выводы, представленные в диссертационной работе, обладают достаточно высоким уровнем научной новизны и практической значимости. Исследования фазового состава, а также механических и прочностных характеристик композитных плёнок CuBi/CuBi₂O₄, синтезированных при различных условиях, включая изменение разности прикладываемых потенциалов и варьирование состава электролитов, подтвердили эффективность метода электрохимического осаждения, а также потенциал в его масштабировании. Применение данного подхода позволяет получать гибкие плёнки с высокими прочностными показателями, что подчёркивает его перспективность и значимость для дальнейшего развития исследований в этой области.
		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%)	В ходе выполнения научно-исследовательской работы были предложены и обоснованы новые технические и технологические решения, подтверждающие перспективность использования композитных плёнок на основе CuBi/CuBi₂O₄ в качестве эффективных материалов для экранирования гамма – и рентгеновского излучения. Научная новизна полученных результатов заключается в установлении того факта, что частичное замещение меди никелем или кобальтом приводит к увеличению экранирующей способности плёнок и снижению интенсивности рентгеновского и гамма-излучения по сравнению с исходными образцами в среднем в 1.5–2 раза.
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	Основные выводы диссертации опираются на достоверные, научно обоснованные данные, подтверждённые результатами проведённых экспериментальных исследований. Исследование изменений прочностных и трибологических характеристик полученных плёнок

		гуманитарным наукам)	показало, что введение кобальта или никеля и частичное замещение меди способствует формированию покрытий с высокими прочностными и износостойкими свойствами, отличающихся повышенной устойчивостью к длительным механическим воздействиям.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	Соискателем сформулированы четыре основных положения, выносимых на защиту.
		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 1. Установлено, что добавление в состав растворов – электролитов сульфата кобальта или сульфата никеля в процентном содержании не менее 15 %, приводит к формированию хорошо структурированной фазы тетрагональной CuBi_2O_4 со структурой шпинели. Положение доказано и не является тривиальным. Основные результаты подтверждающие полученные результаты представлены в ряде научных публикаций: 1. Kadyrzhanov D. B., Kaliyekperov M. E., Idinov M. T., Kozlovskiy A. L. «Study of the Structural, Morphological, Strength and Shielding Properties of CuBi_2O_4 Films Obtained by Electrochemical Synthesis» //Materials. – 2023. – Vol. 16, №. 22. – P. 7241. 2. Dauren B. Kadyrzhanov, Medet T. Idinov, Dmitriy I. Shlimas, Artem L. Kozlovskiy, «The Influence of Variations in Synthesis Conditions on the Phase Composition, Strength and Shielding Characteristics of CuBi_2O_4 Films»//Journal Crystals 2024, 14, P.453.
		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;	Положение 2. Установлено, что частичное замещение меди кобальтом или никелем в составе CuBi_2O_4 пленок приводит к увеличению твердости с 20 до 80 % в сравнении с $\text{CuBi/CuBi}_2\text{O}_4$ пленками, при этом также увеличивается устойчивость к износу в ходе трибологических испытаний. Положение доказано и не является тривиальным, основные результаты, подтверждающие данное положение представлены в следующих публикациях: 1. Kadyrzhanov D. B., Kaliyekperov M. E., Idinov M. T., Kozlovskiy A. L. «Study of the Structural, Morphological,

	2) нет. 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) широкий. 7.5 Доказано ли в статье? 1) да; 2) нет.	Strength and Shielding Properties of CuBi₂O₄ Films Obtained by Electrochemical Synthesis» //Materials. – 2023. – Vol. 16, №. 22. – P. 7241. 2. Dauren B. Kadyrzhanov, Medet T. Idinov, Dmitriy I. Shlimas, Artem L. Kozlovskiy, «The Influence of Variations in Synthesis Conditions on the Phase Composition, Strength and Shielding Characteristics of CuBi₂O₄ Films»//Journal Crystals 2024, 14, P.453.
	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 3. Установлено, что замещение меди кобальтом или никелем в составе CuBi₂O₄ пленок приводит к увеличению устойчивости к коррозии в агрессивной среде, а также сохранению стабильности прочностных характеристик более чем в 2.0 – 2.5 раза в сравнении с Cu, Cu(Bi), CuBi₂O₄ пленками. Положение доказано и не является тривиальным, основные результаты, подтверждающие данное положение изложены в работе: 1. М.Т.Идинов, А.Л. Козловский, А.Б. Касымов, А.В. Градобоев, «Изучение устойчивости Cu(Co,Ni)Bi₂O₄ пленок к коррозии при воздействии с агрессивными средами», Вестник Казахстанско-Британского технического университета. 2024;21(2):281-294.
	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?	Положение 4. Установлено, что формирование пленок с тетрагональной фазой CuBi₂O₄ с содержанием кобальта и никеля в составе порядка 15 – 20 ат. % при толщине пленок порядка 10 мкм позволяет экранировать рентгеновского излучение с длиной волны 1.54 Å с эффективностью порядка 90 – 95 %. Положение доказано и не является тривиальным, основные результаты, доказывающие данное положение представлены в работах:

- 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.

1. Кадыржанов Д., Калиекперов М., Идинов М., Козловский А., Баимбетова Г. «Оценка перспектив применения CuBi_2O_4 тонких покрытий в качестве экранирующих материалов для защиты от рентгеновского излучения» //Вестник КазАТК. – 2023. – Т. 128, №. 5. – С. 437-451.
2. М.Е. Калиекперов, М.Т. Идинов, А.Л. Козловский, «Оценка эффективности экранирования рентгеновского излучения с помощью тонких CuBi_2O_4 пленок», 52 международная Тулиновская конференция по физике взаимодействия заряженных частиц с кристаллами, Тезисы докладов МГУ имени М.В. ЛОМОНОСОВА Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына (Москва 30 мая – 1 июня 2023). – С. 192
3. М.Е.Калиекперов, С.Сембаев, М.Т.Идинов, А.Л.Козловский «Оценка эффективности экранирования гамма-излучения тонкопленочными покрытиями $\text{CuBi/CuBi}_2\text{O}_4$ », X Международная научная конференция «Актуальные проблемы физики твердого тела». Сборник тезисов, ГО «Научно-практический центр национальной академии наук Беларуси по материаловедению». Минск, Беларусь 2023. – С. 296
4. Kadyrzhanov D. B., Kaliyekperov M. E., Idinov M. T., Kozlovskiy A. L. «Study of the Structural, Morphological, Strength and Shielding Properties of CuBi_2O_4 Films Obtained by Electrochemical Synthesis» //Materials. – 2023. – Vol. 16, №. 22. – P. 7241.
5. Dauren B. Kadyrzhanov, Medet T. Idinov, Dmitriy I. Shlimas, Artem L. Kozlovskiy, «The Influence of Variations in Synthesis Conditions on the Phase Composition, Strength and Shielding Characteristics of CuBi_2O_4 Films»//Journal Crystals 2024, 14, P.453.

8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: 1) да; 2) нет	Комплекс применённых методов используемых для реализации поставленных целей и задач диссертационного исследования подобран таким образом, чтобы обеспечить всестороннее изучение процессов синтеза, структурообразования и изменения свойств композитных плёнок на основе CuBi/CuBi₂O₄ при различных условиях модификации. В диссертационной работе подробно представлены используемые экспериментальные подходы, включая методики электрохимического осаждения, структурно-фазового анализа, исследования морфологии поверхности, а также методы оценки механических, прочностных и трибологических характеристик. Такое сочетание методик позволило получить комплексные и достоверные данные, обеспечивающие объективность и воспроизводимость выводов.
		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	Для решения поставленных в диссертации целей и задач были использованы современные методы анализа, реализованные с применением аттестованного и сертифицированного лабораторного оборудования. Все расчёты выполнялись с использованием лицензионного программного обеспечения, а построение, визуализация и обработка экспериментальных данных осуществлялись с помощью лицензированных программных пакетов и графических редакторов, что обеспечило гарантию точности и корректности полученных результатов.
		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	В диссертационной работе приведены результаты, полученные на основе применения современных экспериментальных методик, направленных на синтез и детальное исследование композитных плёнок различного состава. Использованные технологии позволили обеспечить высокую точность контроля условий получения материалов и воспроизводимость экспериментов, что является важным условием достоверности научных выводов. Полученные данные убедительно свидетельствуют о

			высокой эффективности разработанных композитных плёнок и подтверждают их перспективность для практического применения в различных областях, где требуется повышенная стойкость, надёжность и способность к экранированию ионизирующего излучения.
		8.4 Важные утверждения подтверждены /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Основные положения диссертационной работы подкреплены ссылками на современные и актуальные научные источники. Представленный в диссертации перечень литературы демонстрирует, что автор проделал значительную работу по изучению широкого спектра научных публикаций, охватывающих исследования отечественных учёных, а также специалистов ближнего и дальнего зарубежья, что обеспечивает глубину и полноту теоретической базы исследования.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны /не достаточны для литературного обзора	Количество и качество использованных литературных источников можно считать достаточными для проведения всестороннего и глубокого анализа. В обзорной части диссертации полно и последовательно раскрыты современные проблемы и ключевые направления развития исследований в данной области. Проведённый анализ существующих научных работ наглядно продемонстрировал перспективность получения и применения композитных материалов, что позволило автору обоснованно определить цель и направления собственного исследования.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) да; 2) нет	Диссертационная работа обладает существенным теоретическим потенциалом. Разработанные в ней новые подходы к получению и применению композитных плёнок вносят вклад в повышение эффективности проведения научно-исследовательских работ в данной области. Представленные в исследовании результаты и выводы могут найти применение в образовательном процессе при подготовке специалистов в сферах технической физики, энергетики, радиационной безопасности и материаловедения.

		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) да; 2) нет	Диссертационная работа характеризуется ярко выраженной практической ориентацией. Её практическая значимость состоит в том, что полученные результаты могут быть использованы в различных областях промышленности и науки, где требуется эффективная защита от ионизирующего излучения.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) частично новые (новыми являются 50-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Разработанные автором практические рекомендации обладают новизной и ориентированы на совершенствование действующих систем защиты от ионизирующего излучения. Их применение позволит снизить затраты при проектировании радиационной защиты и повысить экологическую безопасность за счёт замены традиционных свинцовых материалов более безопасными композитными покрытиями.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Теоретические и экспериментальные результаты представлены последовательно и логично, полностью раскрывая содержание проведённого исследования. Текст диссертации отличается технической грамотностью и выдержанным научным стилем.

При детальном анализе диссертационной работы Идинова М.Т. у рецензента возник ряд вопросов, ответы на которые позволят расширить общее понимание полученных результатов, а также оценить уровень проработанности и критического анализа результатов экспериментальных работ, выполненных в рамках диссертации. При этом следует отметить, что данные вопросы не снижают научно – практической значимости и ценности данной работы, а сама работа является полноценным научным трудом, посвященным детализации процессов синтеза композитных пленок, изучения их структурных и прочностных свойств, а также определения эффективности использования их в качестве экранирующих материалов для защиты от негативного воздействия ионизирующего излучения.

1. Вариация компонент электролитов, как показано в диссертации, является одним из способов модификации композитных пленок, однако следует отметить, какие ограничения накладывались на выбор диапазона разности прикладываемых потенциалов при осаждении? Связано ли это с необходимостью исключения эффектов образования газовых пузырьков в растворе электролита, возникающих при больших скоростях протекания электрохимических реакций в растворе?

2. Предложенные композитные пленки, нанесенные на полимерные подложки обладают достаточно хорошей гибкостью, обусловленной свойствами полимерной подложки, в этой связи, возникает вопрос, оценивалась ли гибкость пленок и сохранение прочностных параметров при механической деформации на скручивание пленок или растяжение?

3. В случае экранирования ионизирующего излучения рассматривалась оценка эффективности относительно экранирования гамма – и рентгеновского излучения с использованием синтезированных композитных пленок, однако, помимо данных двух типов излучения соискателю следует рассмотреть возможность использования пленок в качестве экранирующих материалов для сдерживания негативного

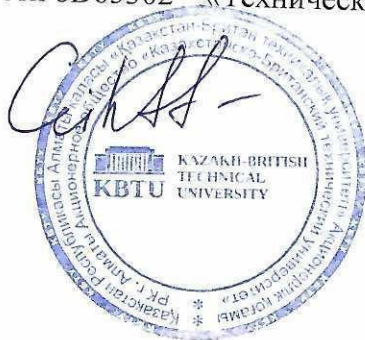
воздействия электронного облучения и электро-магнитного излучения. Рассматривалась ли возможность применения синтезированных пленок для экранирования других типов излучения?

4. На рисунке 2.1 приведены результаты оценки толщины синтезированных пленок в зависимости от времени осаждения. Полученные данные свидетельствуют о практически линейной зависимости изменения толщины от времени осаждения, однако при больших временах осаждения наблюдается замедление роста пленок, которое обусловлено обеднением раствора электролита, что приводит к снижению скорости роста. В данном случае соискателю следует ответить можно ли избежать данного эффекта путем смены электролита в процессе осаждения или его донасыщения при осаждении без остановки процесса роста? Данный момент является весьма важным для масштабирования технологии в случае получения пленок большой площади.

В заключении следует отметить, что диссертационная работа Идинова Медета Толеугалиевича на тему: «Модифицированные композитные пленки на основе $\text{CuBi/CuBi}_2\text{O}_4$ в качестве защитных экранирующих материалов» соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям PhD. На основании вышесказанного, считаю, что соискатель Идинов М.Т. достоин присуждения ему искомой степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05302 – «Техническая физика».

Официальный рецензент:

И.о. Проректора по науке и инновациям, PhD



Аханова Назым Ерлановна

19.11.2025 г.

