

**ОТЗЫВ**  
**официального рецензента на диссертационную работу Миниязова Армана Жанарбековича**  
**«Влияние теплового и плазменного воздействий на структурное состояние и свойства карбидного**  
**приповерхностного слоя вольфрама», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по**  
**образовательной программе 8D05302 – «Техническая физика».**

№п/п	Критерий	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) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</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 докторанта выполнена в рамках его участия в Республиканской бюджетной программе 036 «Развитие атомных и энергетических проектов» в подпрограмме 105 «Прикладные научные исследования технологического характера в сфере атомной энергетики» мероприятие «Научно-техническое обеспечение экспериментальных исследований на Казахстанском материаловедческом токамаке КТМ» Министерства энергетики Республики Казахстан:</p> <p>– в 2018-2020 г.г. в качестве основного исполнителя по теме 01.01. «Экспериментальные исследования влияния покрытий на свойства материалов, обращенных к плазме, на имитационном стенде с плазменно-пучковой установкой» раздела 01. Отработка методик проведения исследований на КТМ и средств контроля физических параметров высокотемпературной плазмы КТМ в процессе ее взаимодействия с материалами (Госрегистрация №0115РК02433);</p> <p>– и в 2021–2023 г.г в качестве руководителя темы 02.01. «Исследование взаимодействия плазмы с карбидизированной поверхностью вольфрама» раздела 02. «Разработка и экспериментальное обоснование инновационных технологий для создания термоядерного реактора». (Госрегистрация №0115РК02433).</p> <p>Диссертация на тему «Влияние теплового и плазменного воздействий на структурное состояние и свойства карбидного приповерхностного слоя вольфрама» соответствует приоритетному направлению развития науки на 2021-2023 годы, по направлению 3. Энергетика и машиностроение, утвержденный протоколом Заседания Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан от 29.04.2020 г.</p>
2.	Важность	Работа <u>вносит</u> /не вносит	Эта работа имеет существенное значение для науки, и её важность хорошо

	для науки	существенный вклад в науку, а ее важность <u>хорошо раскрыта</u> /не раскрыта	<p>раскрыта. Исследование направлено на понимание изменений в структурном состоянии и свойствах карбидного приповерхностного слоя вольфрама в условиях высоких температур и воздействия гелиевой плазмы.</p> <p>В современной области термоядерных технологий, где рассматривается применение вольфрама и его сплавов в качестве конструкционных материалов, данное исследование является актуальным. Взаимодействие плазмы с поверхностью и прогнозирование поведения материалов в условиях реальной эксплуатации термоядерных установок представляет сложность из-за формирования комплексных процессов. Результаты этого исследования могут применяться в разработке и испытании элементов термоядерного реактора, а также в анализе и увеличении рабочих ресурсов.</p> <p>В работе использованы инновационные методы, такие как разработка способа высокотемпературного испытания вольфрама и методика исследования взаимодействия плазмы с приповерхностным карбидным слоем. Эти методы были успешно апробированы и внедрены в практику подготовки и проведения экспериментов на плазменно-пучковой установке.</p> <p>Таким образом, работа не только расширяет наше понимание влияния высоких температур и плазменного облучения на свойства материалов, но и предоставляет практические рекомендации для улучшения материалов и проектирования термоядерных установок.</p>
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	<p>Соискатель проявил высокую степень самостоятельности при выполнении работы. Он принимал активное участие в различных этапах исследования, включая экспериментальные исследования, выбор методов исследования, анализ результатов патентного поиска и литературного обзора. Однако, стоит отметить, что анализ результатов и формулировка выводов были выполнены совместно с научными консультантами. Это не умаляет самостоятельности автора в остальных аспектах работы, но подчеркивает важность коллaborации и консультации с опытными специалистами для обеспечения качества и достоверности результатов.</p> <p>Более того соискатель являлся основным исполнителем проекта «Экспериментальные исследования влияния покрытий на свойства материалов, обращенных к плазме, на имитационном стенде с плазменно-пучковой установкой» в 2018-2020 г.г. и руководителем темы «Исследование взаимодействия плазмы с карбидизированной поверхностью вольфрама» в 2021-2023 г.г. в рамках научно-технической программы.</p>

4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>Обоснована</u>;</li> <li>2) Частично обоснована;</li> <li>3) Не обоснована.</li> </ol>	<p>Актуальность данной работы обоснована множеством факторов, связанных с современными тенденциями в области развития термоядерных технологий и необходимостью повышения эффективности и безопасности термоядерных установок.</p> <p>Во-первых, исследование направлено на изучение изменений в структурном состоянии и свойствах карбидного приповерхностного слоя вольфрама, где вольфрам и его сплавы рассматриваются в качестве конструкционного материала для первой стенки и дивертора в термоядерных установках. Такое исследование имеет прямое отношение к выбору материалов и предотвращению проблем, связанных с эрозией и осаждением частиц на поверхности материалов.</p> <p>Во-вторых, проведение экспериментов и анализ влияния тепловой нагрузки и плазменного облучения на приповерхностный карбидный слой вольфрама является необходимым для понимания процессов, происходящих в реальных условиях эксплуатации термоядерных установок. Это позволяет предсказать поведение материалов и разработать соответствующие меры по увеличению их рабочих ресурсов и повышению безопасности установок.</p> <p>В-третьих, разработанные в рамках данной работы методы высокотемпературного испытания вольфрама и исследования взаимодействия плазмы с карбидным слоем были успешно апробированы и внедрены в практику проведения экспериментов. Это подтверждает их практическую значимость и применимость в реальных условиях.</p> <p>Таким образом, данная работа имеет чётко обоснованную актуальность в контексте современных вызовов и задач в области термоядерных технологий и материаловедения. Её результаты могут быть полезны как для научного сообщества, так и для практического применения в разработке и эксплуатации термоядерных установок.</p>
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>Отражает</u>;</li> <li>2) Частично отражает;</li> <li>3) Не отражает</li> </ol>	<p>Содержание работы в полной мере отражает тему исследования "Влияние теплового и плазменного воздействий на структурное состояние и свойства карбидного приповерхностного слоя вольфрама". Работа начинается с обоснования актуальности темы исследования в контексте развития термоядерных технологий и необходимости понимания процессов взаимодействия материалов с плазмой. Далее представлены цель и задачи исследования, которые явно связаны с оценкой влияния тепловой и плазменной нагрузок на структурное состояние и свойства карбидного приповерхностного слоя вольфрама. Представленные главы и ее разделы, выводы и заключение прямо связаны с темой диссертационной работы</p>

		и отражают её в полной мере.
	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <p>1) <u>соответствуют</u>;</p> <p>2) частично соответствуют;</p> <p>3) не соответствуют</p>	<p>Цель и задачи работы прямо соответствуют теме исследования "Влияние теплового и плазменного воздействий на структурное состояние и свойства карбидного приповерхностного слоя вольфрама". Цель работы заключается в установлении основных особенностей изменений структурного состояния и свойств приповерхностного карбидного слоя вольфрама под воздействием высокотемпературного теплового и плазменного воздействий на плазменно-пучковой установке.</p> <p>Задачи, сформулированные в работе, напрямую связаны с достижением этой цели. Разработка расчётной модели температурного поля в вольфраме с карбидным слоем при плазменном облучении, создание способа высокотемпературного испытания, установление закономерностей влияния тепловой нагрузки на структурное состояние и свойства карбидного слоя вольфрама, а также исследование изменений структурного состояния и свойств приповерхностного карбидного слоя вольфрама в результате облучения гелиевой плазмой - все эти задачи направлены на достижение цели исследования.</p> <p>Научная новизна работы также подтверждает соответствие цели и задач теме исследования, так как в работе разработан новый метод испытания, а также установлены особенности изменений структурно-фазового состояния и свойств приповерхностного карбидного слоя вольфрама под воздействием тепловой и плазменной нагрузок.</p> <p>Таким образом, цель и задачи работы полностью соответствуют теме диссертационной работы.</p>
	<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) <u>полностью взаимосвязаны</u>;</p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Все главы, разделы и положения диссертационной работы тесно связаны логически между собой.</p> <p>В первом разделе освещается влияние температурного поля на карбидный слой вольфрама при плазменном облучении, что создаёт фундаментальную базу для понимания воздействия плазмы на материал.</p> <p>Второй раздел представляет разработанный способ высокотемпературного воздействия, который строится на основе выводов из первого раздела и представляет собой практическое решение для создания определённых условий эксперимента.</p> <p>Третий раздел подробно анализирует изменения в структуре карбидного слоя в результате высокой тепловой нагрузки, продолжая тему исследования, начатую в</p>

		<p>первом разделе.</p> <p>Четвертый раздел рассматривает влияние облучения гелиевой плазмой на карбидный слой, что дополняет изучение эффектов плазмы на материал, представленное в предыдущих разделах.</p> <p>Все главы, начиная с пятой, представляют собой выводы и анализ результатов экспериментов, сделанных в предыдущих разделах, закрепляя связь между теоретическими исследованиями и их практическим применением.</p> <p>Таким образом, каждый раздел последовательно развивает тему исследования, строя логическую цепочку от обзора литературы до получения и анализа результатов экспериментов. Диссертационная работа соискателя является полностью завершённой научно-исследовательской работой.</p>	
	4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <b><u>критический анализ есть;</u></b> 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов	<p>Предложенные автором новые методы и принципы работы являются аргументированными и вносят значительный вклад в область исследования взаимодействия плазмы с поверхностью материалов. Они отличаются от известных решений своей научной новизной и практической применимостью, что подтверждается получением патента на изобретение и публикациями в научных изданиях.</p>	
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми? 1) <b><u>полностью новые;</u></b> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Научные результаты и положения работы являются новыми и представляют собой значимый вклад в область исследования взаимодействия плазмы с поверхностью вольфрама с приповерхностным карбидным слоем. Установлено, что приповерхностный карбидный слой оказывает существенное влияние на распределение температуры в вольфраме при облучении плазмой и это является новым результатом, который не был представлен ранее.</p> <p>Результатом диссертационной работы является разработанный новый способ высокотемпературного воздействия на вольфрам с приповерхностным карбидным слоем методом электронно-лучевого нагрева, который представляет собой эффективный подход в испытании вольфрама с целью исследования процессов взаимодействия плазмы с поверхностью.</p>
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Выводы диссертации представляют собой полностью новые исследовательские результаты, которые вносят важный вклад в понимание влияния теплового и

	<p><b>1) полностью новые;</b>          2) частично новые (новыми являются 25-75%);          3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>плазменного воздействий на структурное состояние и свойства карбидного приповерхностного слоя вольфрама. Выявленные изменения в структуре и свойствах приповерхностного карбидного слоя вольфрама при различных тепловых и плазменных воздействиях представляют новые научные данные, которые ранее не были подробно исследованы.</p>
	<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленические решения являются новыми и обоснованными:</p> <p><b>1) полностью новые;</b>          2) частично новые (новыми являются 25-75%);          3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Техническим решением работы является разработанный способ высокотемпературного воздействия на вольфрам с использованием метода электронно-лучевого нагрева в условиях высокого вакуума и газовой среды представляет собой техническое новшество, которое обеспечивает контролируемый нагрев в широком диапазоне температур и скоростей. Разработанный способ испытания вольфрама на плазменно-пучковой установке является эффективным технологическим решением, и представляет собой новый подход к изучению воздействия плазмы на материалы. Этот метод позволяет проводить эксперименты с высокой точностью и контролем параметров.</p> <p>Внедрение разработанного метода и подходов в процедуру подготовки и проведения экспериментов на плазменно-пучковой установке может привести к экономии ресурсов и времени благодаря улучшенной эффективности и точности исследований.</p> <p>Применение результатов исследований в рамках программы научных исследований на токамаке КТМ указывает на обоснованность и значимость полученных результатов для управления научно-исследовательским процессом в этой области.</p> <p>Таким образом, предложенные решения обоснованные с точки зрения их потенциального вклада в научные и технические разработки в области термоядерной энергетики и материаловедения.</p>
6.	<p>Обоснованность основных выводов</p> <p>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 гуманитарным</p>	<p>Основные выводы, изложенные в диссертации, являются достаточно обоснованными и подкреплены научными доказательствами. В работе описываются результаты ряда экспериментов, проведенных с использованием разработанного способа, хорошо апробированных методов и оборудования. Эти эксперименты обеспечивают конкретные результаты, которые служат основой для формулирования выводов.</p> <p>Полученные данные анализируются и интерпретируются с точки зрения их значимости и влияния на характеристики конструкционного материала. Этот анализ включает в себя сравнение результатов различных экспериментов,</p>

		наукам)	<p>выявление закономерностей и объяснение полученных эффектов. Такой подход обеспечивает логическую основу для выводов.</p> <p>Все основные выводы напрямую связаны с поставленными в работе целями и задачами исследования. Это позволяет утверждать, что результаты экспериментов и анализа данных действительно отражают влияние высокотемпературного воздействия на приповерхностный карбидный слой вольфрама и его свойства.</p> <p>Упоминается публикация патента на разработанный способ и его внедрение в практику научных исследований. Это указывает на то, что результаты работы признаны и имеют практическое значение.</p> <p>Исходя из этих факторов, основные выводы диссертации обоснованы научными данными и исследованиями, представленными в работе.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</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>7.1 Все четыре основные положения, вынесенные на защиту, доказаны с применением современных методов компьютерного моделирования, проведением серии экспериментов и анализа полученных результатов. Положения являются новыми и не являются тривиальными.</p> <p>Положение 1: <u>1) доказано</u>;          Положение 2: <u>1) доказано</u>;          Положение 3: <u>1) доказано</u>;          Положение 4: <u>1) доказано</u>;</p> <p>По всем защищаемым положениям имеются опубликованные работы в журналах.</p> <p>7.2 Элементы тривиальности в диссертационной работе отсутствуют. Все найденные закономерности и особенности изученных процессов рассматривались не упрощенно, а с позиции современных знаний в области физики твёрдого тела, технической физики и материаловедения.</p> <p>Положение 1: <u>2) нет</u>          Положение 2: <u>2) нет</u>          Положение 3: <u>2) нет</u>          Положение 4: <u>2) нет</u></p> <p>7.3 Основные положения, выносимые на защиту, являются новыми и являются результатом детального анализа экспериментальных данных, полученных автором, с применением современных методов исследования. Ранее подобные положения и результаты исследований по теме диссертации не были кем-либо описаны в литературе.</p> <p>Положение 1: <u>1) да</u>;          Положение 2: <u>1) да</u>;          Положение 3: <u>1) да</u>;          Положение 4: <u>1) да</u>;</p>

			<p>7.4 Уровень для применения результатов диссертационной работы оценивается как широкий, так как областью внедрения являются энергетика, машиностроение, отрасли промышленности где используются детали из металлов подверженные высокотемпературному воздействию.</p> <p>Положение 1: 3) <u>широкий</u>      Положение 2: 3) <u>широкий</u>      Положение 3: 3) <u>широкий</u>      Положение 4: 3) <u>широкий</u></p> <p>Все положения, выносимые на защиту, доказаны публикациями в периодических изданиях. На основании полученных экспериментальных данных за диссидентом опубликовано 20 работ, в том числе: 4 статьи в базе Web of Science и Scopus, 1 статья в рецензируемом печатном издании, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МНВО РК; 2 монографии; 12 работ на международных конференциях, а также автором был получен 1 патент на изобретение РК способ.</p> <p>Положение 1: 1) да;      Положение 2: 1) да;      Положение 3: 1) да;      Положение 4: 1) да</p>
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана</p> <p>1) да;      2) нет</p>	<p>Выбор методологии является вполне обоснованным и подробно описан в работе. Автор использовал разнообразные методики анализа, начиная от программного комплекса ANSYS для расчёта температурного поля до масс-спектрометрии, оптической и электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа исследуемых образцов.</p> <p>В описанных методах присутствует как количественный, так и качественный анализ, что обеспечивает полную оценку структурного состояния и свойств образцов. Кроме того, приведенная практическая значимость работы подтверждает, что использованные методы были успешно апробированы и имеют применимость в реальной научно-технической деятельности, включая процесс разработки и испытания конструкционных материалов для термоядерных реакторов.</p>
		<p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик</p>	<p>Да, результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований, таких как экспериментальные исследования, компьютерное моделирование и анализ данных. Методы обработки и интерпретации данных, включая статистический анализ и численное моделирование, также основаны на современных компьютерных технологиях. Это</p>

		<p>обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:</p> <p><u>1) да;</u> 2) нет</p>	позволило автору более точно и всесторонне анализировать полученные результаты и сделать выводы на основе комплексного подхода к исследованию.
		<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><u>1) да;</u> 2) нет</p>	Да, в диссертационной работе теоретические выводы, расчетные модели, выявленные взаимосвязи и закономерности были подтверждены экспериментальным исследованием. Проведен большой объем серии экспериментов на плазменно-лучковой установке, установке для термодесорбционного анализа. Экспериментальные данные использовались для проверки предположений, выведенных на основе теоретического и расчетного анализа, и для подтверждения предложенных закономерностей и связей. Такой комплексный подход к исследованию позволил автору убедиться в правильности теоретических и расчетных выводов, а также определить их применимость на практике.
		<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	Важные утверждения в диссертационной работе подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу. Это позволяет убедиться в том, что исследование основано на предыдущих научных достижениях и поддерживается авторитетными источниками. Такой подход повышает доверие к результатам работы и подтверждает их научную обоснованность.
		<p>8.5 Использованные источники литературы <u>достаточны</u>/не достаточны для литературного обзора</p>	Автором проделан внушительный объем литературного обзора и анализа. Охвачен широкий спектр актуальных и авторитетных источников, объединяющие основные аспекты исследуемой проблемы, которые представляют собой разнообразные точки зрения и подходы к рассматриваемой проблеме диссертационной работы, а также включают как классические работы, так и последние научные достижения в области темы диссертационной работы.
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p><u>1) да;</u> 2) нет</p>	Да, данная диссертация имеет теоретическое значение, так как она расширяет понимание важных аспектов взаимодействия плазмы с поверхностью материалов, выявляет новые закономерности и механизмы процессов, а также разрабатывает новые теоретические модели и подходы к анализу данных. Это помогает не только углубить научное понимание фундаментальных процессов, но и обеспечивает

			основу для разработки новых технологий и материалов с желаемыми свойствами.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: <u>1) да;</u> 2) нет	<p>Диссертация имеет практическое значение, поскольку результаты и выводы исследования могут быть применены на практике в различных областях, таких как разработка новых материалов, поверхностных покрытий и методов испытания в условиях высоких тепловых и плазменных нагрузок. При этом результаты работы уже успешно применяются в рамках работ в поддержку Казахстанского материаловедческого токамака КТМ и подтверждена актом внедрения.</p> <p>Возможные области применения результатов работы включают разработку элементов термоядерных реакторов, улучшение рабочих характеристик конструкционных материалов, а также разработку новых методов испытания материалов при высокотемпературных условиях.</p>
		9.3 Предложения для практики являются новыми? <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	<p>Предложения в диссертационной работе представляют собой новые методы и подходы, которые могут быть применены на практике для исследования и разработки материалов, способов обработки и испытания элементов в условиях высоких температур и плазменных воздействий.</p>
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: <u>1) высокое;</u> 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	<p>Изложение в диссертационной работе демонстрирует высокий уровень академического письма и написана грамотным научно-техническим языком. Автор системно и последовательно представляет основные результаты и выводы исследования, использует чёткую и точную терминологию, аргументировано подкрепляет свои утверждения ссылками на актуальные источники литературы и результаты экспериментов. Также присутствует логическая структура работы, соответствующая стандартам академического письма.</p>

**По диссертации имеются следующие замечания и предложения:**

1. Имея обширный экспериментальный материал, соискатель не даёт прогноза о возможности использования разработанного автором способа с другими металлами, где требуется повышение жаростойкости поверхностных слоёв, что могло бы послужить основой новой технологии получения материалов с прогнозируемыми физико-механическими свойствами.

2. Констатируя факт, что тепловая нагрузка на обращённую к плазме сторону вольфрамовой поверхности 10 МВт/м<sup>2</sup> и 20 МВт/м<sup>2</sup> соответствует температурам 905 °C и 1750 °C автор до конца не раскрывает механизмы и закономерности этого явления. Выявление причин и научное обоснование неоднозначного влияния тепловой нагрузки на свойства карбидного приповерхностного слоя вольфрама было бы ценным вкладом в теорию создания жаростойких материалов с заданными функциональными свойствами.

3. По стилю изложения следует отметить неравномерное распределение полученных теоретических и экспериментальных результатов. Например, третья глава состоит из 2-х параграфов, четвёртая - из 3-х, а пятая - из девяти. Возможно следовало бы объединить некоторые главы и параграфы.

Несмотря на указанные замечания, результаты и выводы диссертационной работы Миниязова Армана Жанарбековича значимы в научном, теоретическом и прикладном планах.

#### **Заключение о возможности присуждения степени доктора философии (PhD)**

Диссертационная работа Миниязова Армана Жанарбековича на тему «Влияние теплового и плазменного воздействий на структурное состояние и свойства карбидного приповерхностного слоя вольфрама» представляет собой законченную исследовательскую работу, имеющую экспериментальный характер. Считаю, что по содержанию и оформлению она соответствует всем требованиям, предъявляемым Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МНВО РК к диссертациям, а её автор заслуживает присуждения искомой степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D05302 – «Техническая физика».

#### **Официальный рецензент:**

доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики твёрдого тела и нелинейной физики Некоммерческого акционерного общества «Казахский национальный университет имени Аль Фараби»

*Г. Жархан*

/Яр-Мухамедова Гульмира Шарифовна

05 марта 2024 г.

#### **Сведения об оппоненте:**

Яр-Мухамедова Гульмира Шарифовна,  
доктор физико-математических наук, профессор

Специальность 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

Телефон: +77014847494

e-mail: Gulmira.Yar-Muhamedova@kaznu.kz

Адрес: 050038 Алматы, Республика Казахстан, пр. аль-Фараби; 71

Колын аттайдының  
Подпись авторяю

*Күненбаев Дарига*

