

## ОТЗЫВ

**официального рецензента на диссертационную работу Жилкашиновой Асель Михайловны на тему: «Исследование структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y»,  
представленную на соискание степени доктора философии PhD  
по специальности 8D05301 – 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	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p><b>1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u></b></p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Тематика диссертационной работы соответствует приоритетному и специализированному научному направлению «<i>Энергетика и машиностроение</i>».</p> <p>Диссертационное исследование выполнено в рамках г/б проекта МОН РК № 306/2020 (договор № 113 от 01 июня 2020 года) на тему: «<i>Создание композиционных покрытий для повышения эксплуатационных свойств ответственных узлов промышленного оборудования</i>» (2020–2022 годы)».</p>
2.	Важность для науки	Работа <b><u>вносит</u></b> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность <b><u>хорошо</u></b>	Диссертационная работа вносит существенный вклад в науку, ее важность хорошо раскрыта. Одной из актуальных задач современного материаловедения является разработка новых материалов для



		<p><u>раскрыта</u>/не раскрыта</p>	<p>функциональных покрытий и технологий их нанесения на изделия, в том числе исследование структурно-фазовых состояний и свойств защитных покрытий с целью выявления закономерности изменения таких состояний и свойств. Как показывает практика разработки и эксплуатации газовых турбин, помимо химического состава, одним из важнейших характеристик композиционного покрытия следует считать его структуру. Дальнейшая разработка, промышленное освоение и широкое применение новых эффективных покрытий и прогрессивных принципиально новых технологий их создания, безусловно, связаны с необходимостью проведения глубоких систематических структурных исследований этих покрытий на всех стадиях их создания и эксплуатации. Исследованное в данной работе композиционное покрытие Cr-Al-Co-Y может быть использовано в качестве самостоятельного защитного покрытия (например, на лопатках в торцевой части секции сгорания, а также на лопатках в низкотемпературной части секции турбины) или в качестве связующих покрытий в термобарьерном покрытии.</p> <p>В диссертационной работе разработаны технологические режимы ионно-плазменного нанесения покрытия состава Cr-Al-Co-Y с контролируемой концентрацией составляющих элементов. Разработана методика нанесения многослойных покрытий Cr-Al-Co-Y с управляемой концентрацией составляющих элементов слоя. Проведены исследования структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Высокий;</b></li> <li>2) Средний;</li> <li>3) Низкий;</li> <li>4) Самостоятельности нет</li> </ol>	<p>Уровень самостоятельности в настоящей работе можно оценить как высокий. Диссертация является самостоятельной разработкой, в которой рассматриваются актуальные вопросы исследования структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Обоснована;</b></li> <li>2) Частично обоснована;</li> <li>3) Не обоснована.</li> </ol>	<p>Актуальность диссертации четко обоснована. Для определения актуальности исследования докторантом был проведен литературный обзор работ последних лет об исследовании структурно-фазовых состояний и свойств композиционных покрытий. Показаны и проанализированы литературные данные о развитии за последние 30-40 лет газотурбинной техники и технологии, о достижениях в разработке</p>



			<p>жаростойких покрытий. Автором в качестве примера исследован достаточный объём экспериментального материала и многолетнего опыта эксплуатации лопаток с покрытиями. Методы исследования состояниях и свойств покрытий достаточно широко освещены в научной литературе. Наряду с большим количеством публикаций, посвященных оригинальным исследованиям, имеются обзоры работ по этой тематике, авторские монографии, учебники и справочники. При этом данные исследования основывались на способах нанесения покрытия, при этом исследования в части структурно-фазового состояния и взаимосвязи между структурой и свойствами покрытия исследовались не в полном объеме. Отдельно стоит отметить широкое изучение, помимо отечественных, также и зарубежных источников.</p> <p>К тому же актуальность диссертации подтверждена опубликованием научных статей, участием в международных конференциях и положительных решениях о выдаче патентов на изобретения.</p>
	<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <p>1) <b>Отражает;</b>  2) Частично отражает;  1) 3) Не отражает</p>		<p>Проведенные исследования полностью соответствуют заявленной теме диссертационной работы, содержание диссертации полностью отражает ее тему. Диссертационная работа состоит из пяти глав, введения и заключения. Аналитический обзор содержит данные последних лет об исследовании структурно-фазовых состояний и свойств композиционных покрытий. В работе имеется подробное описание материалов, используемого оборудования и методов исследования. В последующих главах приведены: разработанный автором магнетронный способ нанесения композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y; результаты, характеризующих структурно-фазовое состояние и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y и результаты влияния термической обработки на структурно-фазовое состояние и свойства покрытия. Таким образом, содержание диссертации полностью соответствуют заявленной теме.</p>
	<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <p>1) <b>соответствуют;</b>  2) частично соответствуют;</p>		<p>Задачи диссертационной работы сформулированы четко, грамотно и отражают планируемые достижения цели научных исследований, которые можно представить как: разработка магнетронного способа нанесения композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y; исследование структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия</p>



	<p>1) 3) не соответствуют</p>	<p>Cr-Al-Co-Y; установление влияния термической обработки на структурно-фазовые состояния и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y.</p> <p>Целью диссертационной работы является исследование структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y, полученного на основе разработанного способа магнетронного нанесения.</p>
	<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) <b>полностью взаимосвязаны;</b>  2) взаимосвязь частичная;  3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Начиная с обзора литературы и заканчивая выводами в диссертации последовательно обсуждаются научные результаты. Исследование представляет целостную систему научной работы. Использование взаимосвязанных и взаимообусловленных показателей, подробный анализ собственных результатов делают работу цельной.</p>
	<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <p>1) <b>критический анализ есть;</b>  2) анализ частичный;  1) 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p>	<p>На основе критического анализа ранее известных решений проблемы исследования, докторант предлагает новые решение, которые им логично оценены. По каждому разделу диссертации сделаны выводы, в которых содержится критический анализ и собственное мнение соискателя по рассматриваемым вопросам. Научные результаты диссертационной работы нашли свое отражение в статьях, опубликованных в международных научных изданиях, входящих в базу данных Scopus и Web of Science (1. «Coatings», процентиль – 51%, квартиль (Q) – Q2, IF – 2.436, CiteScore 2,4; 2. «Crystals», процентиль – 50%, квартиль (Q) – Q2, IF – 2.67, CiteScore 3,2).</p>
5.	<p>Принцип научной новизны</p> <p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <p>1) <b>полностью новые;</b>  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>При выполнении диссертационной работы в выбранных объектах исследования впервые:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработан и изучен магнетронный способ нанесения многослойных композиционных покрытий Cr-Al-Co-Y с управляемой концентрацией составляющих элементов. Определены оптимальные режимы нанесения композиционных покрытий;</li> <li>- определены закономерности структурно-фазовых состояний композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y;</li> <li>- установлено влияние термической обработки на структурно-фазовые состояния и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y.</li> </ul> <p>Научные результаты и положения являются полностью новыми, что</p>



			<p>подтверждается не только статьями в международных изданиях, индексируемых в наукометрических системах Web of Science и Scopus, но и полученными патентами на изобретения: «Способ нанесения износостойкого покрытия на жаропрочный сплав», «Способ нанесения керамического покрытия на титановый сплав», «Способ нанесения износостойкого покрытия на детали из чугуна и стали».</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?  <b>1) полностью новые;</b>  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Выводы диссертации основаны на всестороннем анализе полученных результатов исследований с привлечением результатов и выводов других авторов. При этом сформулированные в диссертации выводы касаются только собственных результатов исследований и являются полностью новыми.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:  <b>1) полностью новые;</b>  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  1) 3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются полностью новыми и обоснованными, поскольку позволили впервые разработать и изучить магнетронный способ нанесения многослойных композиционных покрытий Cr-Al-Co-Y с управляемой концентрацией составляющих элементов; определить оптимальные режимы нанесения композиционных покрытий; определить закономерности структурно-фазовых состояний композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y; установить влияние термической обработки на структурно-фазовые состояния и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y, что подтверждено получением патентов на изобретения и публикациями результатов диссертационного исследования в отечественных и зарубежных рецензируемых научных изданиях.</p>
6	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы <b>основаны</b>/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах, либо достаточно хорошо обоснованы (для <i>qualitative research</i> и направлений подготовки по искусству и гуманитарным</p>	<p>Качественный анализ результатов экспериментальных исследований проведен на основе современных представлений о физических процессах, протекающих в композиционном покрытии Cr-Al-Co-Y и не противоречат основным фундаментальным законам физики. Поэтому выводы достаточно обоснованы.</p>



7	Основные положения, выносимые на защиту	наукам)	
		<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p><b>1) доказано;</b>  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано</p>	<p>Положения, выносимые на защиту доказаны. На защиту соискатель выносит следующие основные положения:</p> <p>1. Магнетронный способ нанесения композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y.</p> <p>2. Результаты, характеризующие структурно-фазовое состояние и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y.</p> <p>3. Закономерности изменения структурно-фазового состояния и свойств композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y в зависимости от температуры</p> <p>Положения являются новыми, основанными на результатах экспериментальных исследований и подтверждаются публикациями соискателя, опубликованные в научных журналах, входящих в базу данных Scopus и Web of Science, а также в изданиях, рекомендованных ККСО Министерства Просвещения РК, а также в материалах международных конференций.</p>
		<p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;  <b>2) нет</b></p>	<p>Положения не являются тривиальными, поскольку обладают новизной.</p>
		<p>7.3 Является ли новым?</p> <p><b>1) да;</b>  2) нет</p>	<p>Представленные положения являются новыми, так как результаты опубликованы в высокорейтинговых профильных журналах. Кроме того, проведенные исследования защищены патентами на изобретения РК.</p>
		<p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;  2) средний;  <b>3) широкий</b></p>	<p>Уровень применения – широкий, поскольку применение полученных результатов может быть осуществлено в области создания инновационных технологий поверхностной обработки материалов.</p>
		<p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p><b>1) да;</b>  2) нет</p>	<p>Да, доказано. Результаты исследования нашли отражение в 13 научных публикациях, в том числе в 2-х зарубежных научных изданиях, входящих в базу данных Scopus и Web of Science; в 4-х изданиях, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК, 7-ми материалах международных конференций и в 3-х патентах на изобретения РК. Основные положения и результаты диссертационной работы были представлены на 12</p>



8	<p>Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана <b>1) да;</b> <b>2) нет</b></p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: <b>1) да;</b> <b>2) нет</b></p> <p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности</p>	<p>международных конференциях.</p> <p>Выбор методологии обоснован. Докторант опирается на теоретические и экспериментальные методы исследования. Правильный выбор методологии исследования позволил докторанту определить достоверность полученных результатов диссертационного исследования.</p> <p>При выполнении данной диссертационной работы были использованы следующие современные, апробированные экспериментальные методы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нанесение покрытий проводили магнетронным методом на ионно-плазменной установке ВЧ-магнетронного напыления 08ПХО-100Т-005 с магнетронным источником (Томск);</li> <li>- исследование микроструктуры проводили на просвечивающем электронном микроскопе JEM-2100 (JEOL, Japan) (Томск);</li> <li>- определение структурно-фазового состояния и элементного состава методом растровой электронной микроскопии проводили на растровом электронном микроскопе JSM-6390LV (JEOL, Japan) (EDX), INCA ENERGY (Oxford Instruments, UK) (Томск, Новосибирск);</li> <li>- рентгеноструктурные исследования проводили на приборах X'PERTPRO, Shimadzu XRD 6000, ARLX'tra (ThermoFisher Scientific) (Томск, Новосибирск);</li> <li>- съемку поверхности выполняли на атомно-силовом микроскопе NTEGRA PRIMA NT-MDT (Томск);</li> <li>- шероховатость снимали на профилометре, модель 130, АО «Завод ПРОТОН» (Усть-Каменогорск);</li> <li>- трещиностойкость покрытий определяли на наноиндентере CSM INSTRUMENTS NHT2 с алмазным индентором Берковича (Томск, Усть-Каменогорск);</li> <li>- термообработку покрытий проводили на установке «MILA-5000» (ULVAC-RICO (Япония) (Новосибирск);</li> <li>- моделирование было проведено методом конечных элементов в программе COSMOSFloWorks (Усть-Каменогорск).</li> </ul> <p>Работа носит экспериментальный характер. Поэтому выявленные взаимосвязи и закономерности, выводы и модели обоснованы и подтверждены только результатами измерения и их сравнением с</p>
---	--	---	---



		<p>доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>известными из литературных источников, достоверными результатами, которым они не противоречат.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Важные утверждения подтверждены ссылками на цитируемую литературу.</p>
		<p>8.5 Использованные источники литературы <u>достаточны</u>/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>При выполнении диссертации было использовано 96 литературных источников, качество которых не вызывают сомнения, это в основном научные статьи в международных высокорейтинговых журналах. Особо хочется отметить использование большого количества зарубежных литературных источников.</p>
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>Результаты исследований расширяют представления о процессах формирования композиционных покрытий Cr-Al-Co-Y, полученных методом магнетронного распыления. Результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс Факультета Естественных наук и технологий НАО «Восточно-Казахстанский университет им. С.Аманжолова».</p>
		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p>1) <u>да</u>; 2) нет</p>	<p>Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что полученные результаты могут быть применены на металлургических предприятиях, занимающихся вопросами создания высокопрочных металлических изделий, созданием инновационных технологий поверхностной обработки материалов. Результаты научной и инновационной деятельности внедрены в производство электротехнического оборудования АО «КЭМОНТ», что подтверждается Актом внедрения.</p>



		<p>9.3 Предложения для практики являются новыми?</p> <p>1) <b>полностью новые;</b></p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Предложения на основе результатов исследования являются полностью новыми, так как впервые разработан и изучен магнетронный способ нанесения многослойных композиционных покрытий Cr-Al-Co-Y с управляемой концентрацией составляющих элементов. Определены оптимальные режимы нанесения композиционных покрытий; определены закономерности структурно-фазовых состояний композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y; установлено влияние термической обработки на структурно-фазовые состояния и свойства композиционного покрытия Cr-Al-Co-Y.</p> <p>Таким образом, результаты диссертационного исследования, показывают существенную практическую новизну и отличный потенциал для дальнейшего использования.</p>
10	<p>Качество написания и оформления</p>	<p>Качество академического письма:</p> <p>1) <b>высокое;</b></p> <p>2) среднее;</p> <p>3) ниже среднего;</p> <p>4) низкое.</p>	<p>Качество академического письма высокое. Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемым к диссертациям.</p>

Несмотря на то, что диссертационное исследование Жилкашиновой А.М. оценено положительно, следует отметить некоторые замечания:

1. В работе описаны режимы термической обработки при определенных температурах, однако отсутствует обоснование выбора указанных температур.

2. Имеется незначительное количество орфографических и стилистических ошибок.

Однако, отмеченные недостатки не затрагивают существа работы и имеют рекомендательный характер. Выявленные замечания не снижают высокого научного уровня и практической ценности настоящей диссертационной работы

**Вывод:**

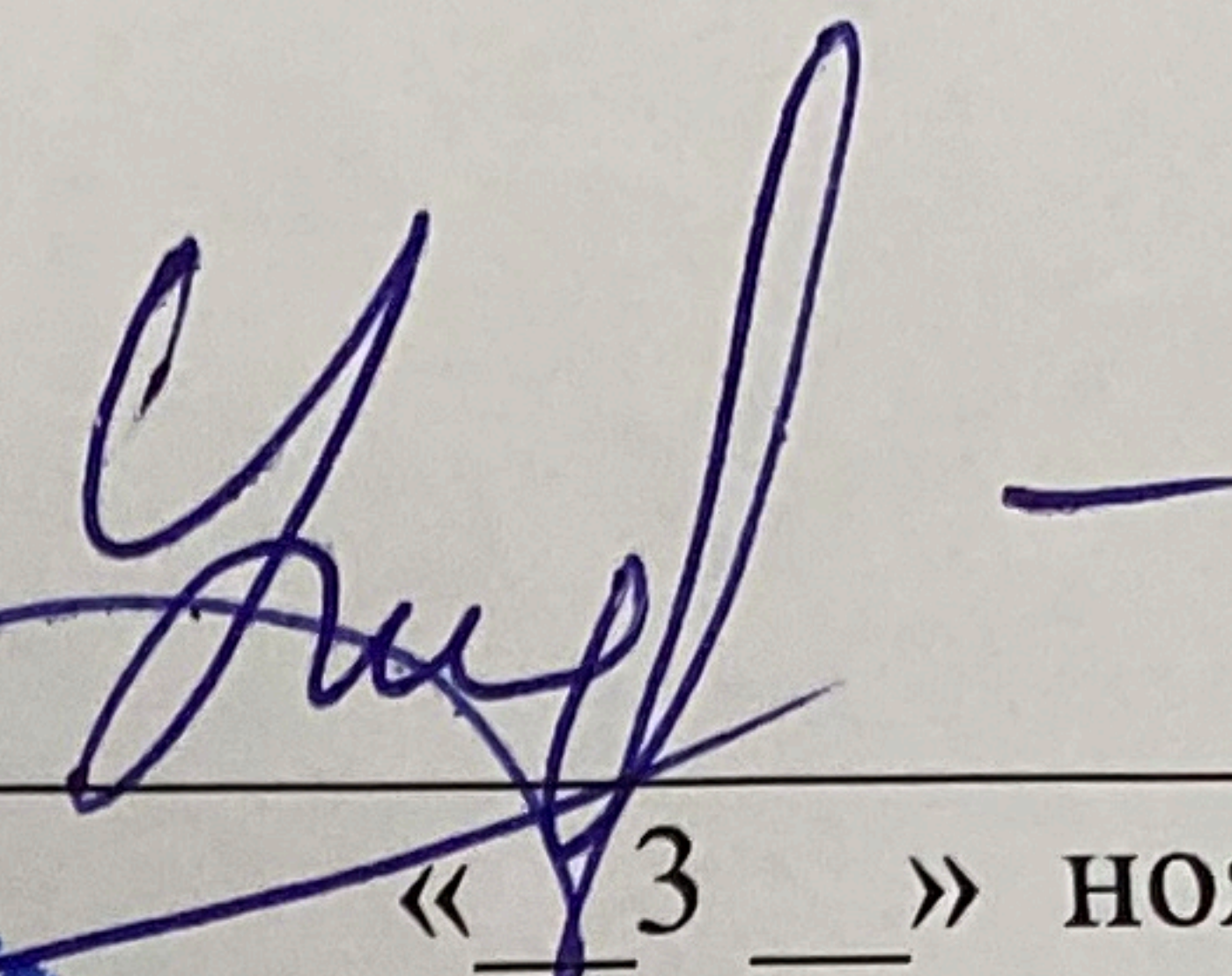
На основании вышеизложенного, считаю диссертацию Жилкашиновой Асель Михайловны законченным трудом и рекомендую работу к защите и ходатайствую перед КОКСО Министерства Просвещения РК для присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05301 – «Физика».

Официальный рецензент:

Доктор PhD, ассоциированный профессор кафедры физики школы естественных, социальных и гуманитарных наук,



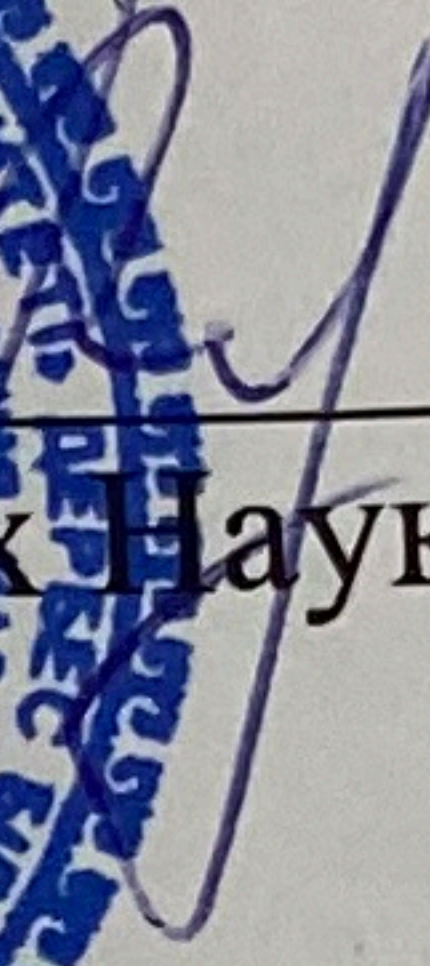
директор лаборатории перспективных исследований материалов и  
лазерных технологий Назарбаев Университета



Ж.Н. Утегулов

« 3 » ноября 2022 г.

Подпись Утегулова Жандоса Нурпеисовича удостоверяю  
Старший HR менеджер Школы Естественных, Социальных и Гуманитарных Наук  
Назарбаева Университета



Ш.М. Карабалиева