ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Нуртазиной Наргизы Досмурзаевны на тему «Исследование процессов аминокислотного выщелачивания сульфидных минералов меди», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D05301 – Химия»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
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).**	Тема диссертации, утвержденная 20.10.2022 г., соответствует приоритетным направлениям развития науки «Научные исследования в области естественных наук» и «Геология, добыча и переработка минерального и углеводородного сырья, новые материалы, технологии, безопасные изделия и конструкции», утвержденные Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан на 2022-2024 гг. Часть диссертационной работы – физико-химические исследования образцов халькозина, борнита, халькопирита методами рентгенофазового анализа, низкотемпературной адсорбции-десорбции азота, мёссбауэровской спектроскопии были выполнены в Институте химии твердого тела и механохимии (Новосибирск, Россия) в рамках государственного задания ИХТТМ СО РАН 121032500065-5 «Композиционные наноматериалы для твердотельных электрохимических устройств» (2021-2024 гг.).
2.	Важность для науки	Работа **вносит**/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо **раскрыта**/не раскрыта.	Полученные результаты, по установлению закономерностей процессов аминокислотного выщелачивания халькозина, борнита, халькопирита Джезказганского месторождения в щелочной среде в присутствии пероксида водорода в мягких условиях, относятся к актуальным проблемам гидрометаллургической переработки медьсодержащего сырья и **вносят** существенный вклад в фундаментальную науку.

			В диссертационной работе хорошо **раскрыта** важность данного исследования для науки и перспективность применения аминокислот, в частности глицина, в качестве выщелачивающего реагента.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) **высокий;** 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	**Высокий** уровень самостоятельности автора заключался в сборе и анализе научной литературы по исследуемой теме, в непосредственном выполнении экспериментальной части работы, а также в обработке, интерпретации, анализе и обобщении полученных результатов. Диссертант продемонстрировала глубокое погружение в предметную область, самостоятельно сформулировала исследовательские вопросы и выбрала методы исследования. Оригинальность мышления и способность к критическому анализу позволили диссертанту получить новые и значимые результаты. Участие в международных конференциях, а также в подготовке научных статей, подтвержденное указанием диссертанта первым автором, подчеркивает значительный вклад Нуртазиной Н.Д. в научную работу. Рецензируемая работа отвечает квалификационным требованиям к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD). В целом, работа оставляет положительное впечатление и свидетельствует о высоком профессионализме исследователя.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) **обоснована;** 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Обоснование выбора направления исследований диссертационной работы представлено в литературном обзоре. Нуртазина Н.Д. рассмотрела сырьевые источники производства меди, сравнила пирометаллургические и гидрометаллургические методы получения меди из сырья, проанализировала преимущества и недостатки выщелачивающих реагентов на основе неорганических кислот и оснований, биологических веществ и органических соединений (в том числе на основе аминокислот).

			Актуальность диссертации **обоснована** и четко изложена, а проводимые исследования являются важными для науки в контексте современных тенденций развития гидрометаллургической промышленности.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) **отражает;** 2) частично отражает; 3) не отражает.	Содержание диссертации в полном объеме отражает тему диссертационной работы. Логически выстроенная структура работы, включающая в себя главы, разделы и подразделы с соответствующими заголовками, обеспечивает последовательное и всестороннее раскрытие поставленных задач. Систематическое представление ключевых аспектов исследования и их взаимосвязь позволяют четко проследить ход мысли. Такой подход не только облегчает восприятие материала, но и подчеркивает глубину проработки выбранной тематики. В совокупности, содержание диссертации формирует целостное представление о проведенном исследовании и его вкладе в соответствующую научную область.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) **соответствуют;** 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют.	Соискателем четко сформулированы цель и задачи исследования, которые полностью соответствуют теме диссертации, так как диссертационная работа посвящена исследованию процессов аминокислотного выщелачивания халькозина, борнита, халькопирита Джезказганского месторождения глицином и другими аминокислотами (лизин, бетаин, цистеин, метионин) в щелочной среде в присутствии атмосферного кислорода или пероксида водорода при различных экспериментальных условиях; определению кинетических характеристик процесса выщелачивания; изучению состава, присутствующих фаз и состояния поверхности минералов до и после выщелачивания различными физико-химическими методами анализа.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) **полностью взаимосвязаны;** 2) взаимосвязь частичная;	Все разделы и положения диссертационной работы логично взаимосвязаны. Соискатель демонстрирует способность комплексно подходить к решению поставленных задач, начиная от теоретического анализа и заканчивая экспериментальным

		3) взаимосвязь отсутствует.	подтверждением полученных результатов. Выводы полностью отражают цель, задачи и основные результаты проведенного исследования.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:	Диссертант предлагает оригинальный и экологичный подход для выщелачивания сульфидного медного сырья, включая использование глицина в качестве выщелачивающего реагента, пероксида водорода как окислителя и гидроксида натрия для поддержания щелочной среды в системе. Предложенные автором решения аргументированы и подтверждены соответствующими исследованиями. На каждом этапе работы автор проводит анализ полученных результатов, выявляет закономерности процесса и делает обоснованные, экспериментально подтвержденные заключения. Несмотря на незначительные недостатки, работа в целом представляет собой ценный вклад в область гидрометаллургии меди и открывает новые перспективы для дальнейших исследований.
		1) критический анализ есть;	
		2) анализ частичный;	
		3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;	
		4) анализ отсутствует.	
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми?	Научные результаты и положения диссертационной работы являются полностью новыми, так как в рамках исследования: - впервые определены кинетические закономерности выщелачивания сульфидных минералов меди в щелочных растворах глицина и пероксида водорода в мягких условиях, а также выявлены ключевые факторы, влияющие на эти процессы; - впервые выявлены особенности выщелачивания халькозина, борнита, халькопирита в растворах различных аминокислот (глицина, лизина, метионина, цистеина, бетаина) в щелочной среде в присутствии пероксида водорода; - впервые установлены закономерности влияния кислотно-основного равновесия растворов аминокислот на образование и устойчивость медь-аминокислотных комплексов, а также на кинетику выщелачивания сульфидных минералов меди; - впервые определены лимитирующие стадии, порядки реакций, удельные скорости выщелачивания сульфидных минералов меди
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	

			глицином в щелочной среде в присутствии пероксида водорода с помощью модели сжимающегося ядра и уравнения Доливо-Добровольского.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Выводы, представленные в диссертационной работе, являются полностью новыми, основаны на полученных впервые результатах экспериментальной работы, научно обоснованы и не вызывают сомнений в достоверности.
		1) **полностью новые;**	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:	Решения, предложенные в рамках данной диссертационной работы, являются новыми и имеют теоретическое обоснование, а также могут лечь в основу создания нового, перспективного, экологически безопасного метода выщелачивания медьсодержащего сырья. Соискатель предлагает использовать аминокислоты, в частности глицин, в качестве выщелачивающего реагента и обосновывает это тем, что аминокислотное выщелачивание с участием пероксида водорода позволяет селективно извлекать медь из медьсодержащего сырья с минимальными эксплуатационными, капитальными затратами и экологическими рисками.
		1) **полностью новые;**	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы **основаны**/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (куолитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Степень достоверности и обоснованности выводов, полученных в диссертационной работе основаны на большом экспериментальном материале, использовании современных физико-химических и спектральных методов исследований. Выводы аргументированы и логично вытекают из представленных результатов, что подтверждает их научную значимость.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	Основные положения, выносимые на защиту, являются новыми, а их обоснованность и достоверность подтверждена полученными экспериментальным данными.
		Положение 1.	Положение 1. Положение 1 доказано в диссертационной работе, оно не является тривиальным. Новизна положения определяется
		7.1 Доказано ли положение?	
		1) **доказано;**	

		2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно. 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) **нет;** 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно. 7.3 Является ли новым? 1) **да;** 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно. 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) **средний;** 3) широкий; 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно. 7.5 Доказано ли в статье? 1) **да;** 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	установлением наибольшей степени извлечения меди из халькозина (22,37 %), борнита (7,99 %) и халькопирита (3,80 %) в процессе аминокислотного выщелачивания в щелочной среде (0,1 М NaOH) в присутствии пероксида водорода (0,1 М) при использовании глицина, существенно превышающего эффективность выщелачивания при применении других аминокислот (лизина, бетаина, цистеина, метионина), при которых извлечение меди составило 2,43-7,78 % для халькозина, 0,76-2,33 % для борнита и 1,62-2,30 % для халькопирита. Уровень для применения – средний, так как данные условия определены для мономинеральных образцов медьсодержащего сырья.
		Положение 2. 7.1 Доказано ли положение? 1) **доказано;**	Положение 2.

		2) скорее доказано;	Положение 2 доказано в диссертационной работе, оно не является тривиальным. Новизна положения определяется тем, что с помощью математических расчетов показано, что среди трех основных стадий, рассматриваемых в модели сжимающегося ядра, лимитирующей стадией процесса глицинового выщелачивания халькозина, борнита, халькопирита при варьировании параметров процесса (концентрации Gly, NaOH, H_2O_2, температуры), являлась диффузия через слой продукта реакции, что было подтверждено максимальным коэффициентом корреляции (R^2=0,983-1,000) по сравнению с диффузией через жидкую пленку (R^2=0,976-0,998) и химической реакцией на поверхности твердого тела (R^2=0,976-0,999). Уровень для применения – средний, так как лимитирующие стадии определены для процессов глицинового выщелачивания мономинеральных образцов при определенном варьировании параметров процесса.
		3) скорее не доказано;	
		4) не доказано;	
		5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.	
		7.2 Является ли тривиальным?	
		1) да;	
		2) **нет;**	
		3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.	
		7.3 Является ли новым?	
		1) **да;**	
		2) нет;	
		3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.	
		7.4 Уровень для применения:	
		1) узкий;	
		2) **средний;**	
		3) широкий;	
		4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.	
		7.5 Доказано ли в статье?	
		1) да;	
		2) **нет;**	
		3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	
		Положение 3.	Положение 3.
		7.1 Доказано ли положение?	
		1) **доказано;**	

		2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно. 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) **нет;** 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно. 7.3 Является ли новым? 1) **да;** 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно. 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) **средний;** 3) широкий; 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно. 7.5 Доказано ли в статье? 1) **да;** 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	Положение 3 доказано в диссертационной работе, оно не является тривиальным. Новизна положения определяется тем, что согласно значениям порядка реакции (α), рассчитанным по уравнению Доливо-Добровольского, скорость глицинового выщелачивания халькозина, борнита, халькопирита в щелочной среде (0,1 М NaOH) увеличивалось с ростом концентрации глицина от 0,1 М до 1 М (α=0,15 для халькозина; α=0,26 для борнита) и пероксида водорода (от 0,05 М до 0,25 М для халькозина – α=0,33; от 0,05 М до 0,5 М для борнита – α=0,25), в то время как для халькопирита значимо было только увеличение концентрации пероксида водорода от 0,05 М до 0,25 М (α=0,16). Уровень для применения – средний, так как определенные закономерности были выявлены в отношении мономинеральных медьсодержащих образцов, также для дальнейшего применения целесообразно проводить расчеты с использованием других современных методов расчета. Положения, выносимые на защиту частично представлены в международном рецензируемом журнале «Physicochemical Problems of Mineral Processing» и в рецензируемых журналах «Вестник КазНИТУ. Серия Химико-металлургические науки», «Химический журнал Казахстана», «Труды университета», входящих в перечень журналов, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: 1) **да;** 2) нет.	Методология хорошо обоснована и достаточно подробно описана в диссертации, что позволяет достичь цель исследования, включая установление закономерностей процессов аминокислотного выщелачивания сульфидных

	предоставляемой информации		минералов меди Джезказганского месторождения в щелочной среде в присутствии пероксида водорода в мягких условиях. Представленные методы обеспечивают научную достоверность, а их анализ и описание приведены автором в экспериментальной части диссертации.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований. Для обработки и интерпретации полученных данных по кинетике аминокислотного выщелачивания халькозина, борнита и халькопирита использовались стандартные подходы к статистическому анализу (расчет стандартных отклонений, доверительных интервалов, планок погрешностей) и компьютерные технологии с использованием программных обеспечений Microsoft Office Excel и Origin Lab, способствующие повышению точности результатов. Выбор современных физико-химических и спектральных методов исследований, таких как рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, инфракрасная, Мёссбауэровская и Рамановская спектроскопия, был обусловлен необходимостью получить детальную информацию о структуре и свойствах сульфидных минералов до и после процесса выщелачивания. Каждый метод был подробно описан в соответствующем разделе экспериментальной части, что подтверждает корректность и научную обоснованность подхода для достижения поставленных в диссертации цели и задач. Такое комплексное применение методов обеспечило достоверность и полноту полученных научных результатов, выводов и заключений, сформулированных в диссертации.
		1) **да;**	
		2) нет.	

		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):	Выводы в работе полностью доказаны экспериментальными исследованиями, также подтверждены все взаимосвязи и закономерности полученных результатов в процессе выщелачивания сульфидных минералов меди аминокислотами в щелочной среде в присутствии пероксида водорода. Свойства, характеристики минералов и аминокислот проанализированы инструментальными методами.
		1) **да;**	
		2) нет.	
		8.4 Важные утверждения **подтверждены**/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Практически все важные утверждения в диссертации подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу, имеющуюся в данном направлении исследований.
		8.5 Использованные источники литературы **достаточны**/не достаточны для литературного обзора.	Список использованных литературных источников в диссертации состоит из 164 ссылок. Из них 106 источников использованы в литературном обзоре, что является достаточным для всестороннего освещения рассматриваемой проблемы. Соискатель продемонстрировала глубокое знание актуальных исследований в области гидрометаллургического метода получения меди. Выбор источников свидетельствует о тщательном подходе к изучению литературы.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	Диссертационная работа, безусловно, имеет теоретическое значение, поскольку впервые были определены кинетические закономерности и характеристики, а также особенности выщелачивания халькозина, борнита, халькопирита в щелочных растворах глицина и других аминокислот в присутствии пероксида водорода в мягких условиях, а также выявлены ключевые факторы, влияющие на эти процессы. Диссертация дополняет теоретические представления об аминокислотном выщелачивании сульфидных минералов меди в щелочной среде с участием пероксида водорода, раскрывая кинетические закономерности и стадии процессов. Выявлены принципы комплексообразования меди (II) с аминокислотами и
		1) **да;**	
		2) нет.	

			их влияние на эффективность выщелачивания. Результаты диссертационного исследования расширили существующие знания в области гидрометаллургических процессов и создали фундаментальную основу для совершенствования экологически безопасных технологий переработки медьсодержащего сырья.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Соискатель обоснованно утверждает, что предложенный выщелачивающий реагент на основе аминокислоты – глицина обладает значительным потенциалом для практического применения. Можно выделить следующие ключевые аргументы в пользу этого: 1. Глицин – доступный, недорогой, экологичный, нелетучий, легко производимый органический реагент. 2. Глицин практически полностью регенерируется и повторно используется, снижая эксплуатационные затраты. 3. Порошкообразная форма глицина минимизирует транспортные расходы и риски, а низкая коррозионная активность щелочного раствора глицина уменьшает требования к материалам оборудования, снижая капитальные вложения. 4. Глициновая система может заменить традиционное кислотное выщелачивание без существенных изменений в технологическом процессе. 5. Глициновое выщелачивание снижает извлечение нежелательных элементов (Fe, Cr, Mn, Al, Ca, Mg, Si), что улучшает чистоту раствора для последующей стадии экстракции. Однако, в диссертационной работе максимальные степени извлечения меди из халькозина в раствор составили около 30 %, а в случае борнита и халькопирита – около 10 %. Указанные значения значительно ниже промышленных показателей, что, на мой взгляд, ставит под вопрос практическую применимость предложенного метода, но также необходимо учесть, что данные показатели были получены в течение всего 30 мин выщелачивания.
		1) **да;**	
		2) нет.	

		9.3 Предложения для практики являются новыми:	Предложение соискателя по применению аминокислот (в частности глицина) в качестве выщелачивающих реагентов – комплексообразователей ионов меди из сульфидного минерального сырья является новым.
		1) **полностью новые;**	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма:	Диссертационная работа написана грамотно, доступным научным языком и профессиональным стилем, способствующими глубокому пониманию представленных материалов. Формулировки представлены в четком и законченном виде. Диссертация оформлена по общепринятым стандартам. Логическая структура работы выстроена последовательно, что легко воспринимается читателем.
		1) **высокое;**	
		2) среднее;	
		3) ниже среднего;	
		4) низкое.	
11.	Замечания к диссертации	В целом, по работе нет серьезных замечаний, однако есть пожелания: 1) В диссертационной работе значения порядков реакции и удельных скоростей выщелачивания рассчитаны по уравнению Доливо-Добровольского, на мой взгляд, следовало бы дополнительно рассчитать данные кинетические характеристики также в рамках модели сжимающегося ядра, которая была использована для определения лимитирующих стадий выщелачивания. Это позволило бы сравнить полученные результаты между собой, а также повысить обоснованность и надёжность кинетических выводов. 2) Соискателю следовало бы увеличить время выщелачивания, поскольку в промышленных условиях процесс выщелачивания меди из сульфидных минералов в раствор в мягких условиях длится несколько часов. Это позволило бы оценить потенциал возможности повышения степени извлечения меди. 3) В диссертации в качестве объектов исследования использовались мономинеральные сульфидные образцы, что в определённой степени ограничивает прикладной характер полученных результатов. Для повышения практической значимости исследования целесообразно было бы использовать полиметаллические рудные образцы, более полно отражающие реальный минералогический состав перерабатываемого сырья в промышленных условиях. Высказанные комментарии и рекомендации носят уточняющий характер и не влияют на общее качество диссертационной работы.	
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты	Научный уровень статей докторанта по теме исследования подтверждается публикациями в международном рецензируемом журнале и рецензируемых журналах, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК, что свидетельствует о востребованности выполненных исследований в научном сообществе.	

	диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	1) Nargiza Nurtazina, Nikolai Uvarov, Ryskul Azhigulova, Pavel Tyapkin. Chalcopyrite leaching by amino acid solutions in the presence of hydrogen peroxide // Physicochemical Problems of Mineral Processing. – 2022. – Vol. 58, No. 6. DOI: 10.37190/ppmp/157067 – Индексируется в Web of Science, третий квартиль (Q3), импакт фактор IF=1,4, (SCIE, Mining & Mineral Processing). 2) Нуртазина Н.Д., Сыздыкова Л.И. Кинетика выщелачивания борнита в присутствии глицина // Вестник КазНИТУ. Серия Химико-металлургические науки. – 2021. – Т. 143, № 4. – С. 117-126. DOI: https://doi.org/10.51301/vest.su.2021.i4.15 – Журнал рекомендован КОКСНВО МНВО РК. 3) Нуртазина Н.Д., Ажигулова Р.Н., Уваров Н.Ф. Кинетика глицинового выщелачивания халькозина в щелочной среде в присутствии перекиси водорода // Химический журнал Казахстана. – 2022. – Т. 2, № 78. – С. 16-25. DOI: https://doi.org/10.51580/2022-2/2710-1185.62 – Журнал рекомендован КОКСНВО МНВО РК. 4) Нуртазина Н.Д., Ажигулова Р.Н., Уваров Н.Ф. Взаимодействие халькопирита с глицином и лизином в щелочной среде // Труды университета. Серия Машиностроение. Металлургия. – 2023. – № 2 (91). – С. 74-79. DOI: 10.52209/1609-1825_2023_2_74 – Журнал рекомендован КОКСНВО МНВО РК. Все статьи написаны на **высоком уровне.** Статья, опубликованная в журнале «Physicochemical Problems of Mineral Processing», на данный момент (июнь 2025 г.) имеет 8 цитирований. Необходимо отметить, что Нуртазина Н.Д. во всех 7 публикациях – статьях, а также в тезисах международных научных конференций, является не только первым автором, но и автором-корреспондентом, что подтверждает высокий уровень подготовки диссертанта и готовности к самостоятельной научной карьере.
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Диссертационная работа написана грамотно, научным языком, в профессиональном стиле. Формулировки основных положений и выводов носят законченный характер. Вышесказанное доказывает научную значимость представленной работы и соответствие автора работы уровню доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D05301 – «Химия». Решение официального рецензента: 1) присудить степень доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D05301 – «Химия».

Официальный рецензент,
Заведующая химико-аналитической лабораторией
АО «Институт металлургии и обогащения»,
кандидат технических наук

Беркинбаева А.Н.

Қолы/подпись
Беркинбаева А.Н.
растаймын / заверяю
Ғылыми хатшы / Ученый секретарь
«Металлургия және кен байыту институты» АҚ
«17» 06 2025 ж.