ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Нуртазиной Айжан Еркинбеккызы на тему «Разработка интегральной технологии получения медного порошка из комплексных электролитов», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD)по специальности «6D072000 – Химическая технология неорганических веществ»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
1.	Тема диссертации 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).**	Диссертация полностью соответствует целям Государственной программы развития образования и науки на 2020-2025 годы (Постановление Правительства РК от 27 декабря 2019 года № 988), направленной на повышение глобальной конкурентоспособности казахстанского образования и науки. Исследование вносит существенный вклад в достижение целевого индикатора по увеличению доли публикаций казахстанских ученых в международных научных изданиях. Диссертационная работа, выполненная в рамках грантового финансирования Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан «Разработка интегральной технологии получения медного порошка из комплексных электролитов в нейтральной среде» (Grant No. AP09058539), соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан: «Геология, добыча и

			переработка минерального и углеводородного сырья, новые материалы, технология, безопасные изделия и конструкции».
2.	Важность для науки	Работа **вносит**/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность **хорошо раскрыта**/не раскрыта.	Тема исследования, глубоко проработанная в литературном обзоре и подтвержденная полученными оригинальными результатами, обладает ярко выраженной актуальностью и научной значимостью. Полученные данные вносят существенный вклад в научное поле, предоставляя как теоретическую основу для дальнейших исследований, так и практические рекомендации для получения металлических порошков. Актуальность выбранной тематики сохранится на долгосрочную перспективу, что подчеркивает ценность проведенного исследования.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: **1) высокий;** 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Работа отличается высокой степенью самостоятельности на всех этапах исследования. Диссертант продемонстрировала глубокое погружение в предметную область, самостоятельно сформулировала исследовательские вопросы и выбрала адекватные методы исследования. Оригинальность мышления и способность к критическому анализу существующих теорий позволили диссертанту получить новые и значимые результаты. Участие диссертанта в подготовке публикаций, подтвержденное его указанием в числе

			первых авторов, подчеркивает его значительный вклад в научную работу. Диссертация выполнена в соответствии с установленными требованиями и отличается высоким уровнем научной культуры. 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.	Актуальность выбранной темы исследования обусловлена несколькими ключевыми факторами. Во-первых, Казахстан, будучи одним из мировых лидеров в производстве меди, демонстрирует возрастающий спрос на инновационные технологии в данной сфере. Разработка эффективных методов синтеза медного порошка электролизом напрямую отвечает этой потребности. Во-вторых, электролитический метод синтеза обладает рядом неоспоримых преимуществ, таких как возможность строгого контроля качества конечного продукта, обеспечение стабильности производственного процесса и минимизация негативного воздействия на окружающую среду. Эти факторы делают данную технологию привлекательной для современной промышленности. Наконец, детальный анализ существующих исследований, представленный в литературном обзоре и автореферате, подтверждает высокую степень актуальности и перспективности выбранной темы, подчеркивая ее значимость в контексте современных тенденций развития

			металлургической промышленности.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	Содержание диссертации служит ясной демонстрацией выбранной темы исследования. Логически выстроенная структура работы, включающая в себя разделы, подразделы и главы с соответствующими заголовками, обеспечивает последовательное и всестороннее раскрытие поставленных задач. Систематическое представление ключевых аспектов исследования, их взаимосвязь и иерархия 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.
		1) отражает;	
		2) частично отражает;	
		3) не отражает.	
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:	Цель исследования заключалась в комплексной оптимизации процесса электролитического получения медного порошка из растворов с органическими лигандами. Соискатель поставила перед собой задачу не только синтезировать медь в порошковой форме, но и изучить влияние различных факторов на его свойства, что позволило бы определить оптимальные условия электролиза для получения продукта с заданными характеристиками. Поставленные задачи четко соответствуют заявленной теме диссертации и
		1) соответствуют;	
		2) частично соответствуют;	
		3) не соответствуют.	

			обеспечивают ее полноту.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Работа представляет собой единое целое, где все разделы органично и логически связаны между собой. Соискатель демонстрирует способность комплексно подходить к решению поставленных задач, начиная от теоретического анализа и заканчивая экспериментальным подтверждением полученных результатов.
		1) полностью взаимосвязаны;	
		2) взаимосвязь частичная;	
		3) взаимосвязь отсутствует.	
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:	Диссертант предлагает ряд оригинальных подходов к синтезу медного порошка, включая электролиз в присутствии органокомплексов, вихревой электролиз и применение матричного планирования. Глубокий анализ полученных экспериментальных данных позволяет выявить закономерности процесса и обосновать эффективность предложенных методов. Несмотря на незначительные недостатки, работа в целом представляет собой ценный вклад в область электрохимического синтеза материалов 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?	Автор диссертации представляет оригинальные и перспективные результаты исследований в области электрохимического синтеза медного порошка, так как нитрилометилтриенфосфоновая($C_3H_{12}NO_9P_3$) и оксиэтилидендифосфоновая ($C_2H_8O_7P_2$) кислоты ранее не использовались в электролитах при получении медного порошка. Предложенная оригинальная
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	

			конструкция установки вихревого электролиза позволяет получить медный порошок с уникальными свойствами. Особо следует отметить успешное применение матричного планирования эксперимента для оптимизации процесса и выведения обобщенного уравнения, что значительно повышает научную ценность работы.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Диссертант провел глубокий анализ полученных результатов и сформулировал четкие и обоснованные выводы. Особо ценным является выделение оптимальных параметров для каждого этапа работы, что имеет непосредственное практическое применение. Подтверждением научной новизны и значимости работы является полученный патент, который свидетельствует о коммерческом потенциале разработанной технологии.
		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:	Предложенные технико- технологические решения имеют теоретическое обоснование и подтверждены экспериментальными данными. Соискатель предлагает оригинальную установку для вихревого электролиза и обосновывает выбор новых комплексообразователей НТФ и ОЭДФ, что позволяет получать медный порошок относительно высокого качества с минимальными энергозатратами и экологическими рисками. Полученные результаты открывают новые перспективы для создания функциональных материалов на основе меди и могут быть использованы в
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	

			различных отраслях промышленности Республики Казахстан. Предложенная технология обладает значительным потенциалом для коммерциализации и внедрения в промышленное производство, что позволит повысить конкурентоспособность отечественных предприятий.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы **основаны**/не основаны **на весомых** с научной точки зрения **доказательствах** либо достаточно хорошо обоснованы.	Работа отличается тщательностью экспериментальной части и корректной интерпретацией полученных данных. Большинство выводов логичны и обоснованы, однако, для более полной картины и укрепления некоторых положений, существует необходимость рассмотреть возможность расширения экспериментальной базы. В частности, вывод о влиянии концентрации органокомплексов на процесс электролиза мог бы быть дополнительно подтвержден более широким спектром экспериментальных данных.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: Положение 1. В кислой среде в присутствии нитрилометилтриенфосфоновой кислоты ($C_3H_{12}NO_9P_3$) наибольший выход по току меди устанавливается при концентрации НТФ равной 7,5 г/л и составляет 96,7%, а в нейтральной среде максимальный ВТ приходится на концентрацию НТФ 8 г/л и составляет 35%. 7.1 Доказано ли положение? 1) **доказано;** 2) скорее доказано;	Положение 1. Данное положение можно считать доказанным, новым и нетривиальным. Диссертантом представлены потенциодинамические поляризационные кривые зависимости от концентрации НТФ, от pH электролита, от температуры, от скорости развертки, от концентрации меди, что безусловно свидетельствует о большом объеме проделанной работы. Соискатель представила убедительные

		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.	экспериментальные данные в кислой и нейтральной средах, подтверждающие выдвинутое положение о зависимости выхода по току меди от концентрации нитрилометилтриенфосфоновой кислоты ($C_3H_{12}NO_9P_3$), которая ранее не была изучена в качестве комплексообразователя для получения медного порошка. На рисунках 19 и 20, демонстрирующих эмпирические данные, приведены точные значения концентрации НТФ, при которых наблюдается максимальный выход по току в каждой из сред, а также соответствующие значения выхода. Это позволяет оценить количественное влияние концентрации НТФ на процесс электроосаждения меди. Полученные результаты согласуются с теоретическими представлениями о комплексообразовании ионов меди с НТФ. Максимальный выход по току при определенной концентрации НТФ свидетельствует о формировании наиболее стабильного комплексного соединения, что способствует эффективному процессу электроосаждения. Уровень для применения – средний. Не ясно, насколько полученные результаты могут быть масштабированы для крупных промышленных условий. Оптимальные условия, найденные в лабораторных условиях, могут не совпадать с промышленными масштабами. Не представлено сравнение полученных результатов с существующими

			промышленными процессами электроосаждения меди. Это необходимо для оценки конкурентоспособности предложенного метода. Однако, эти действия изначально не были заложены в задачи исследования и не являются приоритетными в данном исследовании. Положение 1 доказано в статье, входящей в базу ККСОН МОН РК.
		Положение 2. Добавление нитрилометилтриенфосфоновой кислоты ($C_3H_{12}NO_9P_3$) в электролит повышает чистоту медного порошка на 1,2% и улучшает физико-химические характеристики в сравнении с электролизом без НТФ. 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;	Положение 2. Данное положение является новым и нетривиальным. Положение диссертации, утверждающее, что добавление нитрилометилтриенфосфоновой кислоты (НТФ) в электролит повышает чистоту медного порошка и улучшает его физико-химические характеристики, находит убедительное подтверждение в представленных данных. В таблице 5 приведены конкретные цифры, свидетельствующие о повышении чистоты меди с 98,3% до 99,54% при использовании НТФ. Результаты элементного анализа однозначно свидетельствуют о том, что добавление НТФ способствует уменьшению содержания примесей в получаемом продукте. Это явное количественное подтверждение заявленного эффекта. Рисунок 23 подтверждает качественное изменение структуры полученного порошка. Образование частиц преимущественно дендритной формы может свидетельствовать

		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.	о более упорядоченном процессе роста кристаллов и, как следствие, о повышении чистоты и улучшении других физико-химических характеристик. Ссылка на статью, рекомендованную КОКСОН, указывает на то, что диссертант проводил сравнительный анализ полученных результатов с данными других исследований. Это позволяет сделать вывод о том, что полученные результаты являются новыми и подтверждают существующие представления о влиянии комплексообразователей на процесс электроосаждения. Указание на то, что диссертант является первым автором статьи, свидетельствует о его непосредственном участии в проведении экспериментальной работы и анализе полученных данных.
		<u>Положение 3.</u> В кислой среде в присутствии оксиэтилидендифосфоновой ($C_2H_8O_7P_2$) наибольший выход по току меди устанавливается при концентрации ОЭДФ равной 5 г/л и составляет 96,8%, а в нейтральной среде максимальный ВТ приходится на концентрацию ОЭДФ 10 г/л и составляет 40,5%. 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?	<u>Положение 3.</u> Представленное положение диссертационной работы, утверждающее, что добавление оксиэтилидендифосфоновой кислоты ($C_2H_8O_7P_2$) в электролит существенно влияет на выход по току меди и зависит от pH среды, является хорошо обоснованным и не тривиальным. Диссертант обосновывает новизну исследования, указывая на то, что ОЭДФ ранее не применялась при электролизе медного порошка. Это делает работу актуальной и вносит вклад в развитие данной области. Приведены результаты

		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.	потенциодинамических исследований, которые демонстрируют зависимость процесса электролиза от различных параметров, включая концентрацию ОЭДФ, pH, температуру и скорость развертки потенциала. Это свидетельствует о тщательной проработке экспериментальной части работы. Соискатель указывает на потенциальную возможность проведения электролиза в более нейтральных средах, что может расширить область применения данного процесса.
		<u>Положение 4.</u> Установка вихревого электролиза обеспечивает высокий ВТ в 95,5% и получение мелкодисперсных порошков меди с размером частиц 5-10 мкм. 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.	<u>Положение 4.</u> Положение диссертационной работы, утверждающее, что оригинальная установка вихревого электролиза, предложенная диссертантом, обеспечивает высокий выход по току (ВТ) и получение мелкодисперсных порошков меди, является хорошо обоснованным и доказанным. Таблица 7 и рисунки 28, 29 предоставляют конкретные количественные и качественные данные, подтверждающие высокий ВТ (95,5%) и

		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. <u>Положение 5.</u> Наибольшее влияние на эффективность формирования медного порошка методом вихревого электролиза оказывает плотность тока. 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.	получение мелкодисперсных частиц (5-10 мкм). Диссертант провел серию экспериментов, изучая влияние различных параметров на процесс электролиза. Это свидетельствует о тщательном подходе к исследованию и позволяет сделать вывод о надежности полученных результатов. Указание на хорошую воспроизводимость метода говорит о том, что полученные результаты не являются случайными и могут быть воспроизведены в других условиях. Проведенный элементный анализ подтверждает высокую степень чистоты полученных медных порошков, что соответствует требованиям ГОСТа. Публикация статьи в журнале, индексируемом в Scopus с высоким импакт-фактором (Q1, IF=5,98 percentile 82), в которой диссертант является вторым автором, свидетельствует о признании научного сообщества и значимости полученных результатов. <u>Положение 5.</u> Проведенный соискателем детальный анализ и расчеты, результаты которых представлены в третьем этапе работы, позволяют сделать вывод о том, что изменение плотности тока существенно влияет на ВТ. Потенциал данного исследования очевиден и может внести значительный вклад в развитие технологии получения металлических порошков.

		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.	
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	Диссертант провел глубокое исследование, используя надежные и хорошо зарекомендовавшие себя методы. Подробное описание методики экспериментов, особенно в подразделах 2.1.1, 2.2.1 и 2.3.2, позволяет воспроизвести проведенные исследования и оценить их достоверность. Применение проверенных методов исследования придает работе дополнительную весомость и позволяет с уверенностью говорить о научной обоснованности полученных результатов. Вместе с тем, для повышения
	Достоверность источников и предоставляемой информации	**1) да;**	
		2) нет.	

			научной значимости работы, рекомендуется уделить больше внимания сравнительному анализу методов, оценке погрешности и более глубокому анализу полученных результатов.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	Применение таких методов, как сканирующая электронная микроскопия, цикловольтамперометрия и гальваностатический анализ, позволило получить детальную информацию о структуре и свойствах полученного медного порошка. Использование программного обеспечения Origin Lab для обработки данных является обоснованным выбором и способствует повышению точности результатов. В целях повышения визуальной целостности работы рекомендуется привести оформление всех графиков к единому стилю. Кроме того, все подписи и обозначения на графиках должны быть выполнены на языке диссертации.
		1) да;	
		2) нет.	
		8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием:	Все выявленные взаимосвязи и закономерности в процессе получения медного порошка из комплексных электролитов находят подтверждение в результатах проведенных экспериментов. Однако, на мой взгляд, сравнение с результатами других исследований позволило бы оценить новизну и значимость полученных результатов более обширно.
		1) да;	
		2) нет.	

		8.4 Важные утверждения **подтверждены**/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Информация, представленная в диссертации, не являющаяся результатом экспериментальных работ, подтверждена ссылками на актуальную и достоверную научную литературу. Следует уточнить, что в ссылках на источники встречаются устаревшие публикации, однако, они служат как источник фундаментальных основ или в качестве классических работ.
		8.5 Использованные источники литературы **достаточны**/не достаточны для литературного обзора.	Использованный список литературы на основании 167 источников является достаточным и репрезентативным для всестороннего освещения рассматриваемой проблемы. Соискатель продемонстрировала глубокое знание актуальных исследований в области электрохимического получения медного порошка. Выбор источников свидетельствует о тщательном подходе к изучению литературы.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: **1) да;** 2) нет.	Диссертация имеет высокое теоретическое значение. Автор предложила новую модель механизма электроосаждения меди из комплексных электролитов, которая позволяет более точно описать влияние различных факторов на процесс образования порошков. Полученные результаты вносят существенный вклад в понимание фундаментальных процессов электроосаждения. Диссертант справедливо отмечает ряд значимых аспектов: - возможность проведения электролиза в кислой и нейтральной средах значительно расширяет границы применения данной

			технологии и открывает новые перспективы для дальнейших исследований; - экспериментально подтвержденный положительный эффект от использования НТФ и ОЭДФ в качестве органических добавок свидетельствует о глубоком понимании автором механизмов электроосаждения и позволяет разработать более эффективные технологии. В результате экспериментов с кислыми электролитами диссертанту удалось улучшить эффективность процесса и чистоту образцов; - полученные результаты создают прочную основу для дальнейших исследований в области электрохимического получения металлических порошков.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: **1) да;** 2) нет.	Соискатель обоснованно утверждает, что разработанная технология обладает значительным потенциалом для промышленного применения. Результаты диссертационной работы убедительно демонстрируют высокую практическую значимость. Можно выделить следующие ключевые аргументы в пользу этого: 1. Универсальность метода. Предложенные методы могут быть адаптированы для получения подобных материалов со схожими свойствами, что свидетельствует о широком спектре потенциальных применений. 2. Высокая чистота продукта. Получение медных порошков с чистотой выше 99% открывает перспективы для использования полученных материалов в электронике,

			катализе и других областях, где предъявляются высокие требования к чистоте исходных материалов. 3. Высокий выход по току. Это свидетельствует об эффективности разработанной технологии и позволяет снизить энергозатраты на производство. 4. Возможность расчетов с заданными параметрами. Способность моделировать процесс и рассчитывать параметры процесса позволяет оптимизировать технологию для получения порошков с заданными характеристиками. Однако, для более полной оценки практической значимости диссертации, рекомендуется: 1. Провести экономический анализ. Необходимо оценить экономическую эффективность разработанной технологии по сравнению с существующими методами получения медных порошков. 2. Оценить масштабируемость технологии. Необходимо оценить возможность масштабирования разработанной технологии для крупномасштабного промышленного производства. 3. Сравнить с существующими технологиями. Необходимо сравнить разработанную технологию с существующими методами по таким параметрам, как стоимость, энергоемкость, экологичность и др.

		9.3 Предложения для практики являются новыми: **1) полностью новые;** 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Предложение соискателя по применению НТФ и ОЭДФ в качестве комплексообразователей в составе электролита является новым. Во второй части диссертации представлена оригинальная технология получения медного порошка методом вихревого электролиза. Проведенные автором исследования показали, что данный метод позволяет получать порошки с высокой чистотой и узким распределением частиц по размерам. Матричное планирование процесса позволило установить количественные зависимости между параметрами электролиза и свойствами получаемого продукта.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; **2) среднее;** 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне. Язык изложения ясный и лаконичный, способствует глубокому пониманию представленных материалов. Формулировки точны и соответствуют научному стилю. Логическая структура работы выстроена последовательно, что облегчает восприятие материала. В тексте диссертации встречаются грамматические ошибки, некорректные термины и опечатки. А также текст в некоторых рисунках следует перевести на язык диссертации.
11.	Замечания к диссертации	Проведенный анализ литературных источников и экспериментальные данные свидетельствуют о высоком качестве выполненной работы. Исследование полностью соответствует заявленной тематике и демонстрирует глубокое погружение автора в предмет. Экспериментальная часть работы выполнена на высоком уровне, что подтверждается полученными результатами. В качестве замечаний можно отметить	

		следующие пункты: 1) Чем обусловлен выбор НТФ и ОЭДФ в качестве комплексообразователей для исследуемого вами процесса? 2) Почему из всех статистически исследуемых параметров исследуется лишь величина выхода по току? 3) Первая часть исследования была посвящена изучению электрохимического поведения меди в нейтральных и слабощелочных растворах. Однако, в последующих экспериментах (второй и третий этапы) электролиз проводился в кислой среде. Дайте обоснование такому изменению условий проведения эксперимента. 4) Почему для вихревого электролиза предпочтение было отдано НТФ, а не ОЭДФ, который также рассматривался в начальных экспериментах? 5) Неравномерное растворение цилиндрических анодов приводит к повышенному риску образования сквозных отверстий, что делает их использование экономически менее целесообразным по сравнению с листовыми анодами. Не могли бы вы обосновать свой выбор? 6) В представленной диссертационной работе было использовано уравнение Протодьяконова для построения математической модели, которое скоро отметит свой вековой юбилей. Известны ли вам более современные методы статистической обработки данных и планирования эксперимента и чем обусловлен данный выбор?
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования	Анализ опубликованных статей Нуртазиной А.Е. свидетельствует о высоком уровне ее научных исследований в области электрохимии. Автор предлагает оригинальный подход, основанный на использовании комплексных электролитов на основе нитрилометилтриенфосфоновой ($C_3H_{12}NO_9P_3$) и оксиэтилидендифосфоновой ($C_2H_8O_7P_2$) кислот. Полученные результаты являются значимым вкладом в развитие технологии получения металлических порошков. В статье «Obtaining of copper powder by method of a vortex electrolysis from acid sulphate electrolytes» (https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100604), опубликованной в зарубежном журнале «Results in Engineering» (Q1, IF 5.98, percentile 82), автор диссертации представил результаты экспериментальной работы, описывающие процесс получения медного порошка методом вихревого электролиза. В статье «Получение медного порошка в присутствии нитрилотриметилфосфоновой кислоты» (https://doi.org/10.32014/2021.2518-1483.93) в журнале, который входит в перечень журналов, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, диссертант выступил в качестве первого автора, полностью отвечая за проведение экспериментов, анализ результатов и оформление самой статьи, что говорит о высоком уровне подготовки диссертанта и готовности к самостоятельной научной работе.

		Автор также внес значительный вклад в оформление патента 32109 РК: МПК C25C 5/02 «Мыс ұнтағын алу тәсілі» (патент 32109 РК), что свидетельствует о понимании коммерческой значимости результатов исследования и демонстрирует понимание интеллектуальной собственности.
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	1) **присудить степень доктора философии (PhD)** по специальности «6D072000 – Химическая технология неорганических веществ»

Официальный рецензент:

Российский химико-технологический
университет имени Д.И. Менделеева
(г. Москва, Российская Федерация),
кандидат технических наук, доцент,
и.о. заведующего кафедрой технологии
неорганических веществ и
электрохимических процессов

Колесников Артём Владимирович

20.01.2025г.

Подпись Колесникова
ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
УПРАВЛЕНИЯ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ
О.В. ФАЙКОВА
20.01.2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации * Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования * Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева * ОГРН 1027739123224 * МОСКВА * РХТУ им. Д.И. Менделеева