ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу
Нұрғаин Арайлым на тему «Разработка наноструктурированных сорбентов на основе диатомита для очистки воды», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D074000 – «Наноматериалы и нанотехнологии».

№ 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:	Тема диссертации «Разработка наноструктурированных сорбентов на основе диатомита для очистки воды» соответствует приоритетному и специализированному научному направлению, связанному с разработкой функциональных наноматериалов и решением актуальных экологических задач водоочистки.
		1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы);	Диссертационная работа выполнена в рамках проекта грантового финансирования «Получение композиционных материалов на основе диатомита» (2025–2027 гг.) по программе «Жас ғалым», реализуемого при поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.
		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 соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан: «Экология, окружающая среда и рациональное использование природных ресурсов».

2.	Важность для науки	Работа **вносит**/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо **раскрыта**/не раскрыта.	Диссертационная работа вносит вклад в науку. Разработка наноструктурированных сорбентов на основе природного диатомита, включая его модификацию гидрофильными углеродными наночастицами и железосодержащими соединениями, а также определение оптимальных условий их получения и применения обеспечивают получение значимых фундаментальных и прикладных результатов. Комплексное исследование структурных, текстурных и физико-химических характеристик материалов, а также их адсорбционных свойств (по отношению к ионам Pb^{2+} и метиленовому синему) позволяет установить закономерности «состав–структура–свойства» для сорбционных материалов на основе диатомита. Полученные результаты и предложенные подходы могут быть использованы при разработке и оптимизации технологий очистки воды, а также при создании эффективных и доступных сорбентов экологического назначения.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: **1) высокий;** 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, основаны на самостоятельном проведении экспериментов, обработке и анализе экспериментальных данных, а также на обоснованных выводах. Представленные научные результаты и публикации по теме диссертации свидетельствуют о сформированности у докторанта навыков самостоятельной научно-исследовательской работы и высокой профессиональной компетентности.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: **1) обоснована;** 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность диссертационной работы обусловлена необходимостью решения проблемы загрязнения водных ресурсов тяжёлыми металлами и органическими соединениями. В условиях роста промышленной нагрузки и увеличения объёмов выбросов токсичных веществ разработка эффективных и доступных сорбционных материалов является одной из приоритетных задач экологической безопасности. Использование природного диатомита Мугалжарского месторождения и создание на его основе наноструктурированных сорбентов позволяет обеспечить эффективное удаление загрязнителей из водных растворов. Полученные результаты могут быть использованы при разработке современных технологий водоочистки и способствуют рациональному использованию природных ресурсов Республики Казахстан, что подтверждает научную новизну, практическую значимость и актуальность проведённого исследования.

		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	Содержание диссертации отражает чёткую направленность исследования на заявленную тему. Логично выстроенная структура работы обеспечивает последовательное и всестороннее раскрытие поставленных задач, позволяет проследить логику автора и способствует ясному восприятию материала, что свидетельствует о глубокой проработке темы.
		1) отражает;	
		2) частично отражает;	
		3) не отражает.	
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:	Диссертационную работу отличает целостность и логичность постановки целей и задач, а также путей их реализации. Поставленные цели и задачи логически вытекают из содержательного литературного обзора.
		1) соответствуют;	
		2) частично соответствуют;	
		3) не соответствуют.	
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны, литературный обзор позволяет понять предысторию исследования, его цели и задачи, экспериментальная часть дает исчерпывающую информации о методах исследования и используемом оборудовании. Обсуждение результатов опирается на экспериментальный материал.
		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:	Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, были сопоставлены с данными ведущих авторов, опубликованными в международных журналах с высоким импакт-фактором, и подвергнуты критическому анализу.
		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 диссертации являются полностью новыми.
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	

		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Выводы диссертационной работы являются полностью новыми, что подтверждается научными публикациями автора в зарубежных рецензируемых научных журналах.
		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:	В работе предложены новые технические и технологические решения, основанные на модификации природного диатомита гидрофильными углеродными наночастицами и железосодержащими соединениями, обеспечивающими направленное изменение текстурных и адсорбционных характеристик материала. Разработанные подходы позволяют повысить эффективность удаления ионов тяжёлых металлов и органических красителей из водных растворов, а также обеспечить возможность магнитного разделения сорбента. Предложенные решения являются научно обоснованными, экспериментально подтверждёнными и обладают практическим потенциалом применения в технологиях водоочистки.
		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 qualitativeresearch (куолитативресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Основные выводы диссертационной работы базируются на достоверных экспериментальных данных. В ходе исследования использован комплекс современных физико-химических методов, обеспечивающих надёжность и воспроизводимость полученных результатов.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	В диссертационной работе сформулированы 4 положения, выносимые на защиту, которые в полной мере обоснованы и подтверждены результатами исследования.
		7.1 Доказано ли положение?	– Установленная зависимость адсорбционной емкости Pb^{2+} (61,5-74,9 мг/г)

		1) доказано;	природного Мугалжарского диатомита от температуры в диапазоне 25-45 °C демонстрирует перспективность его использования в процессах адсорбционного удаления ионов свинца из водных растворов. – Метод структурной активации природного диатомита с использованием гидрофильных углеродных наночастиц (5 мас.%) с размерами частиц около 15-20 нм обеспечивает направленное изменение текстурных характеристик увеличение удельной поверхности с 38 до 50 $м^2/г$ и общего объема пор до 0,148$см^3/г$ при сохранении целостности структуры минеральной матрицы. – Гибридный сорбент на основе диатомита и гидрофильных углеродных наночастиц (5 мас.%) обладает адсорбционной емкостью по метиленовому синему до 464,9 мг/г (чистый диатомит – 457,2 мг/г); сорбент стабилен в широком диапазоне pH 2–9, что подтверждается результатами ζ-потенциала. – Разработан метод получения композитного магнитного сорбента на основе природного диатомита Мугалжарского месторождения с использованием сульфата железа (II) с формированием наночастиц магнетита (Fe_3O_4) размером около 30-38 нм; полученный материал характеризуется удельной поверхностью 55 $м^2/г$ и намагниченностью 10,9 эму/г.
		2) скорее доказано;	
		3) скорее не доказано;	
		4) не доказано;	
		5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.	
		7.2 Является ли тривиальным?	Во всех положениях, выносимых на защиту, отсутствуют тривиальные элементы. Представленные положения обладают высокой научной и практической значимостью.
		1) да;	
		2) нет;	
		3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.	
		7.3 Является ли новым?	Основные положения, выносимые на защиту, оцениваются как обладающие научной новизной. В качестве подтверждения данной новизны можно привести публикацию результатов исследования в международных научных журналах с высоким импакт-фактором.
		1) да;	
		2) нет;	
		3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.	
		7.4 Уровень для применения:	Разрабатываемые наноструктурированные сорбенты на основе природного диатомита, модифицированные гидрофильными углеродными
		1) узкий;	

		2) средний; **3) широкий;** 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.	наночастицами и железосодержащими соединениями, предназначены для применения в области экологической инженерии и водоочистки. Основная область применения — очистка водных растворов от ионов тяжёлых металлов и органических загрязнителей (в частности Pb^{2+} и метиленового синего), а также создание эффективных сорбционных систем с возможностью магнитного разделения. Полученные материалы могут быть использованы в технологиях промышленной и бытовой водоочистки, что существенно расширяет область их практического применения и повышает научную и прикладную значимость проведённого исследования.
		7.5 Доказано ли в статье? **1) да;** 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	Основное содержание диссертации отражено в 18 печатных работах, включая 6 статьи в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, 3 статьи в республиканских научных журналах, включенных в перечень КОКСНВО МНВО РК, 7 тезисов в материалах международных конференций. 1. Occhicone, A., Clemente, C., Cimino, L., Nazhipkyzy, M., Nurgain, A., Gargiulo, V., Alfè, M. Carbon nanoparticles and diatomaceous earth hybrids: A synergistic approach for methylene blue uptake // Environmental Science and Pollution Research. — **2026.** — Vol. 33 **(Q1 WoS), (84 % Scopus)** 2. Nurgain A., Nazhipkyzy M., Özsin G., Zhaparova A.A., Apaydın-Varol E. Efficient Pb(II) Adsorption by Natural Mugaldzhar Diatomite: Isotherm, Kinetic, and Thermodynamic Analysis // *Journal of Composites Science*. **2025**. Vol. 9, No. 11. Article 625. **(Q2 WoS), (74 % Scopus)** 3. Nazhipkyzy, M., Nemkayeva, R.R., Nurgain, A., Seitkazinova, A.R., Dinistanova, B.K., Issanbekova, A.T., Zhylybayeva, N., Bergeneva, N.S., Mamatova, G.U. The Use of Diatomite as a Catalyst Carrier for the Synthesis of Carbon Nanotubes Nanomaterials **2022**, 12, 3710. **(Q1 WoS), (85 % Scopus)** 4. Nazhipkyzy, M., Harris P.J., Nurgain A., Nemkayeva R.R. Carbon Nanotubes Synthesized by CCVD Method using Diatomite and Shungite Minerals Eurasian Chemico-Technological Journal. – **2022.** – V. 24, №1. – P. 3-11. **(29 % Scopus)** 5. Nurgain A., Nazhipkyzy M., Zhaparova A.A., Issanbekova A.T., Alfe M.,

			Musina A.S. Acid Modification of Diatomite-Based Sorbents. Eurasian Chemico-Technological Journal. – **2020**. – Vol. 22. – P. 157-164. **(29% Scopus)** 6. Nazhipkyzy M., Nurgain A., Zhaparova A.A., Seitkazinova A.R., Prikhodko N.G., Nemkayeva R.R. Raman Characteristics of Multiwall Carbon Nanotubes on Diatomite Eurasian Chemico-Technological Journal. – Vol. 20, №4. – **2018.** – P. 319-323. **(29% Scopus)**
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	Методология работы достаточно подробно описана в разделе «Экспериментальная часть». Она включает описание методик синтеза и модификации диатомита гидрофильными углеродными наночастицами и железосодержащими соединениями, а также комплекс современных физико-химических методов исследования (СЭМ, ПЭМ, БЭТ, РФА, ИК-спектроскопия, ТГА и др.), позволяющих всесторонне охарактеризовать полученные материалы.
	Достоверность источников и предоставляемой информации	**1) да;**	
		2) нет.	
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	Результаты диссертационного исследования получены с применением комплекса современных физико-химических методов анализа, включая термические, спектроскопические и структурные исследования, а также экспериментальные испытания по очистке воды.
		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	Теоретически обоснованные выводы, установленные взаимосвязи и выявленные закономерности диссертационной работы подтверждены результатами экспериментальных исследований.

		основе педагогического эксперимента):	
		1) да;	
		2) нет.	
		8.4 Важные утверждения **подтверждены**/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	Важные утверждения подтверждены ссылками на достоверную научную литературу. Ссылки на отечественные и зарубежные источники были взяты с международных рецензируемых баз данных Scopus и Web of Science.
		8.5 Использованные источники литературы **достаточны**/не достаточны для литературного обзора.	Использованные источники литературы в диссертационной работе объемом 152 достаточны. Представленное количество источников в диссертационной работе позволяют автору диссертации решить поставленные задачи.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	Данная работа является научным исследованием, в котором решаются как теоретические, так и прикладные задачи.
		1) да;	
		2) нет.	
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Диссертация имеет выраженное практическое значение, поскольку полученные результаты могут быть использованы при разработке и совершенствовании наноструктурированных сорбционных и композиционных материалов на основе диатомита. Предложенная методология модификации диатомитовой матрицы с введением наночастиц углерода и железосодержащих компонентов обеспечивает формирование активных сорбционных и каталитических центров, что создаёт основу для применения разработанных материалов в процессах очистки воды от ионов тяжёлых металлов и других загрязнителей, а также в экологических и каталитических технологиях. Это свидетельствует о высокой
		1) да;	
		2) нет.	

			перспективности их практического использования в природоохранных и промышленных направлениях.
		9.3 Предложения для практики являются новыми:	Предложения по практическому исследованию полученных в диссертации результатов являются полностью новыми.
		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:	Качество академического письма высокое. Диссертационная работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертациям.
		1) высокое;	
		2) среднее;	
		3) ниже среднего;	
		4) низкое.	
11.	Замечания к диссертации	Диссертационное исследование выполнено содержательно, однако: 1. В диссертации недостаточно подробно рассмотрен вопрос регенерации и повторного использования разработанных сорбентов. Несмотря на высокие показатели адсорбционной способности, долговременная стабильность материалов и эффективность после нескольких циклов сорбции-десорбции представлены ограниченно. 2. В работе приведены результаты по адсорбции Pb^{2+} и метиленового синего, однако сравнительный анализ с промышленными сорбентами и коммерчески применяемыми материалами выполнен недостаточно полно, что затрудняет оценку практической конкурентоспособности разработанных композитов. 3. В ряде разделов диссертации встречаются стилистические, орфографические и технические неточности, например: «эффетивно», «обьема», «сруктурой», «месторождения», а также отдельные нарушения оформления текста и единиц измерения. 4. Автором предложены магнитные композиты на основе диатомита, однако экономическая оценка масштабирования технологии и энергоемкости процесса получения магнитных сорбентов в диссертации отсутствует. Отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости выполненной работы и носят в основном дискуссионный и рекомендательный характер.	

12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	Защита диссертации в форме диссертационной работы.
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Диссертационная работа Нұрғаин Арайлым на тему «Разработка наноструктурированных сорбентов на основе диатомита для очистки воды», представленная на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D074000 – Наноматериалы и нанотехнологии», является самостоятельным, завершённым научным исследованием, выполненным в полном объёме и соответствующим требованиям, предъявляемым к диссертационным работам уровня PhD. Работа отличается актуальностью, содержит элементы научной новизны, а полученные результаты обладают теоретической и практической значимостью. Содержание диссертации, её структура и выводы обоснованы и логически согласованы. По своему содержанию, уровню научных результатов и качеству оформления работа соответствует требованиям пункта 28 Типового положения о присуждении степеней. Считаю, что автор диссертации Нұрғаин Арайлым заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «6D074000 – Наноматериалы и нанотехнологии».

Официальный рецензент:
кандидат химических наук, профессор,
профессор-исследователь образовательной программы
«Инжиниринговые технологии»
Кызылординского университета им. Коркыт Ата

Аппазов Нұрбол Орынбасарұлы

қолды РАСТАЙМЫН
ЗАВЕРЯЮ подпись

Ins: Н. Е. Бакір.