ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Султангазиной Маржан Нурланқызы на тему «Особенности плазмохимического синтеза в жидкой фазе ферромагнитных наночастиц, иммобилизованных в углеродную матрицу», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD)по специальности «8D07112 – 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: 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 выполнена в рамках проекта AP09260730 «Генерация водорода на основе композиционных наночастиц, полученных плазмохимическим методом», финансируемого(ой) из государственного бюджета. Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан на 2024-2026 годы: Энергия, передовые материалы и транспорт.
2.	Важность для науки	Работа **вносит**/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо **раскрыта**/не раскрыта.	Диссертационная работа посвящена актуальной научной проблеме получения ферромагнитных наночастиц, иммобилизованных в углеродную матрицу, с использованием плазмохимического синтеза в жидкой фазе. Работа вносит вклад в развитие представлений о механизмах взаимодействия плазмы с жидкой средой,

			процессах формирования металлических наночастиц и углеродных оболочек, а также о влиянии условий синтеза на их структурные и магнитные свойства. Полученные результаты расширяют научные основы плазмохимических методов синтеза функциональных наноматериалов и имеют значение для развития нанотехнологий, материаловедения и физики наномагнитных систем.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: **1) высокий**; 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Диссертационная работа выполнена на высоком уровне самостоятельности. Автором самостоятельно проведены синтез ферромагнитных наночастиц, выбор и оптимизация параметров плазмохимического процесса в жидкой среде, а также комплексное исследование морфологических, структурных и магнитных свойств полученных материалов. Формулировка целей и задач исследования, анализ и интерпретация экспериментальных данных, а также обобщение полученных результатов и формулирование выводов осуществлены автором самостоятельно, что свидетельствует о высокой степени научной зрелости соискателя.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: **1) обоснована**; 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность диссертационной работы обусловлена необходимостью разработки эффективных и технологически простых методов синтеза ферромагнитных наночастиц с повышенной стабильностью свойств. Плазмохимический синтез в жидкой фазе является перспективным подходом, позволяющим осуществлять одностадийную иммобилизацию наночастиц в углеродную матрицу и снижать проблемы их окисления и агломерации, что делает проведённые исследования своевременными и научно обоснованными.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: **1) отражает**; 2) частично отражает;	Содержание диссертационной работы полностью соответствует заявленной теме и поставленной цели исследования. Структура диссертации логично выстроена и последовательно раскрывает особенности

		3) не отражает.	плазмохимического синтеза ферромагнитных наночастиц, иммобилизованных в углеродную матрицу, а представленные экспериментальные результаты и их обсуждение находятся в прямой взаимосвязи с тематикой работы.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: **1) соответствуют;** 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют.	Сформулированные в диссертационной работе цель и задачи исследования полностью соответствуют заявленной теме и направлены на ее всестороннее раскрытие. Поставленные задачи логично вытекают из цели работы и обеспечивают системное изучение процессов плазмохимического синтеза ферромагнитных наночастиц, иммобилизованных в углеродную матрицу, а также их структурных и магнитных свойств.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: **1) полностью взаимосвязаны;** 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует.	Все разделы диссертационной работы логически взаимосвязаны и последовательно раскрывают заявленную тему исследования. Положения, выносимые на защиту, обоснованы представленными экспериментальными результатами и вытекают из содержания соответствующих разделов диссертации, формируя целостное и завершённое научное исследование.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: **1) критический анализ есть**; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов; 4) анализ отсутствует.	Предложенные в диссертационной работе решения и методические подходы достаточно аргументированы и обоснованы на основе экспериментальных данных. Полученные результаты сопоставлены с известными литературными данными и существующими методами синтеза, что позволило объективно оценить преимущества и особенности плазмохимического синтеза в жидкой фазе по сравнению с традиционными подходами.

5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми?	Научные результаты и положения, представленные в диссертационной работе, обладают научной новизной. Впервые получены и систематизированы данные о закономерностях плазмохимического синтеза ферромагнитных наночастиц, иммобилизованных в углеродную матрицу, в различных жидких средах, а также выявлены особенности их структурных и магнитных свойств, что расширяет существующие научные представления в данной области.
		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 носят научно новый характер и обоснованы совокупностью полученных экспериментальных результатов. Они отражают выявленные автором закономерности формирования и свойств ферромагнитных наночастиц, иммобилизованных в углеродную матрицу, и вносят вклад в развитие плазмохимических методов синтеза наноматериалов.
		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 в диссертационной работе технические и технологические решения отличаются научной новизной и достаточной обоснованностью. Использование плазмохимического синтеза в жидкой фазе для одностадийного получения ферромагнитных наночастиц, иммобилизованных в углеродную матрицу, позволяет упростить технологический процесс и повысить его энергоэффективность, что подтверждено экспериментальными результатами и сравнением с известными подходами.
		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).	Все основные выводы диссертационной работы основаны на достоверных экспериментальных данных и подтверждены результатами комплексных исследований с использованием современных методов анализа. Представленные доказательства являются достаточными с научной точки зрения, а интерпретация полученных результатов логична и обоснована.

7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: 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;	Положение 1. Формирование иммобилизованных нанокомпозитов металл–оксид–углерод на основе никеля и железа, полученных плазмохимическим дуговым методом в деионизированной воде, сопровождается образованием частиц сферической морфологии со средними размерами 250–300 нм (Ni) и 29–115 нм (Fe), при этом никель сохраняет доминирование металлической fcc-фазы с долей чистого Ni 56,8 ат.%, тогда как железосодержащие структуры демонстрируют существенно более высокий массовый выход 0,08 г/мин по сравнению с 0,027 г/мин для никеля, одновременно уменьшение ID/IG до 0,33–0,45 для Ni и 0,34–0,47 для Fe свидетельствует о росте степени графитизации и формировании более упорядоченной углеродной матрицы в синтезированных композитах 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:

		3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	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 1.** Является новым и доказано в научной публикации: Ualkhanova, M.N., Zhakypov, A.S., Nemkayeva, R.R., .N.Ye. Akhanova, Ye. Yerlanuly, S.A. Orazbayev, Dmytro Shchur, Gabdullin, M.T./Synthesis of Graphite-Encapsulated Ni Micro- and Nanoparticles Using Liquid-Phase Arc Discharge / Energies/2023, 16(3), 1450 **https://doi.org/10.3390/en16031450** (Impact Factor 3.1; Quartile Q2; Percentile 90%) Положение 2. Плазмохимический синтез в спиртовой и толуольной углеродосодержащей жидкой среде приводит к формированию иммобилизованных наночастиц никеля и железа с характерной структурой, при которой в спирте никель образует частицы порядка 0,28 мкм, демонстрирующие после отжига сочетание FCC и HCP фаз, а железо формирует более мелкие сферические наночастицы около 0,06 мкм, содержащие оксидные формы Fe_3O_3, тогда как в толуоле никель синтезируется в виде частиц около 0,11 мкм с временным формированием карбида Ni_3C и высокой степенью графитизации углеродной матрицы, а железо дает частично инкапсулированные углеродом ядра размером 10–20 нм с

			преобладанием низкоокисленных фаз FeO и металлического α Fe 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 2.** Является новым и доказано в научной публикации: Ualkhanova, M.N., Zhakypov, A.S., Nemkayeva, R.R., .N.Ye.

			Akhanova, Ye. Yerlanuly, S.A. Orazbayev, Dmytro Shchur, Gabdullin, M.T./Synthesis of Graphite-Encapsulated Ni Micro- and Nanoparticles Using Liquid-Phase Arc Discharge / Energies/2023, 16(3), 1450 **https://doi.org/10.3390/en16031450** (Impact Factor 3.1; Quartile Q2; Percentile 90%) Положение 3. Наночастицы Ni–C при нагреве до 196 °C сохраняют практически неизменную удельную намагниченность насыщения, тогда как для композитов Fe–C повышение температуры приводит к выраженному снижению данного параметра. При этом зарегистрированные значения температуры Кюри — 358 °C для частиц Ni размером 112 нм и 770 °C для частиц Fe размером 67 нм — полностью согласуются с теоретическими расчётами. 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.**
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	В целом выбор методологии исследования является обоснованным, а применяемые методы синтеза и характеризации подробно описаны и соответствуют поставленным целям и задачам диссертационной работы. *Вместе с тем следует отметить, что в тексте диссертации упоминается изменение ёмкости конденсатора в процессе плазмохимического синтеза, однако при описании свойств большинства образцов не указано, какая величина ёмкости использовалась по умолчанию. В дальнейших исследованиях данный момент требует уточнения, поскольку ёмкость конденсатора может оказывать влияние на параметры разряда и, как следствие, на характеристики синтезируемых наночастиц.*
	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 диссертационной работы получены с использованием современных экспериментальных методов исследования, включая рентгеноструктурный анализ, сканирующую электронную микроскопию с энергодисперсионным анализом (СЭМ-ЭДС), комбинационное рассеяние света (Раман-спектроскопию) и просвечивающую электронную микроскопию (ПЭМ). Применение данных методов обеспечивает достоверность,
		1) да;	
		2) нет.	

			воспроизводимость и корректность обработки и интерпретации экспериментальных данных.
		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):	В целом теоретические выводы и выявленные закономерности опираются на результаты экспериментальных исследований. *Вместе с тем следует отметить, что в дальнейших работах рекомендуется расширить экспериментальные доказательства формирования структуры типа «сердцевина–оболочка» и полной иммобилизации наночастиц в углеродную матрицу для всех синтезированных образцов. Представленные ПЭМ-изображения приведены только для железосодержащих образцов, полученных в толуольной среде, что не позволяет обобщать данный вывод на остальные системы. В связи с этим целесообразно будет в будущем дополнить исследование СЭМ или ПЭМ анализом поперечного сечения отдельных сфер с ЭДС-картированием элементного состава для всех типов образцов, что позволило бы более убедительно подтвердить заявленные структурные особенности.*
		1) да;	
		2) нет.	
		8.4 Важные утверждения **подтверждены**/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.	В диссертационной работе основные утверждения в целом подкреплены ссылками на актуальные и достоверные источники научной литературы. *Вместе с тем представляется целесообразным в дальнейших исследованиях при обсуждении магнитных характеристик расширить обзор и включить сравнительный анализ магнитных свойств аналогичных ферромагнитных частиц, синтезированных другими методами (химическим восстановлением, термическим разложением прекурсоров, CVD/пиролизом, лазерной абляцией и др.). Такое сопоставление с литературными данными позволит более объективно оценить преимущества и ограничения предложенного плазмохимического синтеза в жидкой фазе и усилит доказательность интерпретации результатов.*

		8.5 Использованные источники литературы **достаточны**/не достаточны для литературного обзора.	В целом использованный массив источников литературы является достаточным для формирования литературного обзора и отражает современное состояние исследований в области синтеза и иммобилизации ферромагнитных наночастиц. *Вместе с тем следует отметить, что при описании недостатков различных методов иммобилизации наночастиц в углеродные матрицы на стр. 24–25, а также при изложении преимуществ плазмохимического синтеза на стр. 25–26 можно было бы дополнить соответствующими ссылками на актуальные и достоверные публикации, что повысит обоснованность и научную корректность литературного обзора.*
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: **1) да;** 2) нет.	Диссертационная работа обладает теоретическим значением, поскольку направлена на углубление представлений о механизмах плазмохимического синтеза в жидкой фазе и процессах формирования ферромагнитных наночастиц, иммобилизованных в углеродную матрицу. Выявленные взаимосвязи между параметрами разряда, природой жидкой среды и структурно-магнитными характеристиками наночастиц расширяют теоретические основы плазменно-индуцированных процессов и наноматериаловедения.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: **1) да;** 2) нет.	Диссертационная работа обладает практическим значением, поскольку полученные результаты могут быть использованы при разработке технологий синтеза ферромагнитных наночастиц, иммобилизованных в углеродную матрицу, для каталитических, магнитных и функциональных материалов. Простота и одностадийность плазмохимического синтеза в жидкой фазе создают предпосылки для масштабирования процесса и повышают вероятность практического применения разработанных подходов.

		9.3 Предложения для практики являются новыми: **1) полностью новые;** 2) частично новые (новыми являются 25–75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%).	Предложенные в диссертационной работе рекомендации и технологические подходы для практического применения носят новый характер. Использование плазмохимического синтеза в жидкой фазе для получения ферромагнитных наночастиц, иммобилизованных в углеродную матрицу, представляет собой альтернативу традиционным методам и может быть использовано при разработке новых функциональных материалов и технологий.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; **2) среднее;** 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма диссертационной работы в целом можно оценить как среднее. *Вводная часть занимает чрезмерно большой объём (около половины диссертации) и содержит значительное количество повторений, в частности при описании возможных областей применения наночастиц. Отмечаются неточности в использовании терминологии и обозначений: аббревиатуры Fe, Co, Ni впервые применяются в разделе 1.1, однако их расшифровка приводится лишь в последующем разделе; аббревиатуры СЭМ, ЭДС, РФА, ТЕМ неоднократно вводятся повторно, при этом используются как в русскоязычном, так и в англоязычном вариантах, а в списке сокращений ЭДС приведена дважды в разных формах. Также отсутствует единообразие в представлении размеров частиц (нм и мкм). Обнаружены отдельные опечатки и неточности, в частности на стр. 23 (3-й абзац: «наночастиц частиц»), использование слова «компохитов» в заключении, а также непоследовательное обозначение ёмкости конденсатора (на русском и английском языках). Указанные замечания носят редакционный характер и могут быть устранены при доработке текста.*
11.	Замечания к диссертации	*1. Существует ли принципиальная разница в требуемых свойствах ферромагнитных наночастиц для различных областей применения (энергетика, медицина, сенсорика) и какие именно характеристики являются определяющими для каждой из них?*	

		2. *Каким образом в рамках предложенного плазмохимического синтеза осуществляется контроль ключевых параметров, таких как размер наночастиц и количество (или структура) углеродной матрицы для отдельных металлов?* 3. *Чем можно объяснить наличие оксидных фаз металлов, если термообработка образцов проводилась в инертной атмосфере?* 4. *Является ли ЭДС-анализ достаточным методом для количественного определения содержания углерода в композитах, учитывая его поверхностный характер, и не целесообразно ли дополнить исследования CHNS-анализом или термогравиметрическим анализом в атмосфере воздуха?* 5. *Почему при проведении ЭДС-анализа не было представлено элементное картирование, позволяющее оценить равномерность углеродного покрытия и качество иммобилизации наночастиц?* 6. *За счёт каких изменений условий синтеза или последующей обработки возможно добиться полной инкапсуляции железосодержащих наночастиц в углеродную оболочку, учитывая зафиксированную частичную инкапсуляцию?* 7. *По какой причине образцы, синтезированные в деионизированной воде, интерпретируются как чистые металлические частицы, если данные ЭДС указывают на содержание более 8% углерода, а спектры Рамана демонстрируют наличие графитизированного углерода?* 8. *Чем обосновано использование обозначений Ni–C и Fe–C в последней главе диссертации, если результаты фазового анализа свидетельствуют о присутствии оксидов металлов?* 9. *Какова погрешность измерений магнитных свойств образцов и насколько наблюдаемые различия в значениях магнитных параметров являются статистически и физически значимыми?* 10. *В чём заключается фундаментальная причина различий структурных и морфологических характеристик образцов, синтезированных на основе различных металлов (Ni и Fe), в условиях плазмохимического синтеза в жидкой фазе?*
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)	Публикации докторанта в целом соответствуют тематике диссертационного исследования и отражают направление научной работы. *Вместе с тем следует отметить, что два из представленных материалов носят обзорный характер, одна посвящена синтезу различных углеродных наноструктур. Кроме того, основные экспериментальные результаты, полученные для железосодержащих наночастиц, на момент защиты не представлены в виде отдельных научных публикаций, что несколько снижает полноту отражения диссертационных результатов в рецензируемых научных изданиях.* – **M. Sultangazina**, S. Orazbayev, R. Zhumadilov, M. Gabdullin, D. Schur, D. Ismailov. Synthesis of nano- and microparticles using arc discharge in the liquid phase// Materials Today: Proceedings –2020. –

		31(2). – P. 469-471 – **Ualkhanova, M.N**., Zhakypov, A.S., Nemkayeva, R.R., ...Zolotarenko, A., Gabdullin, M.T. Synthesis of Graphite-Encapsulated Ni Micro- and Nanoparticles Using Liquid-Phase Arc Discharge // Energies – 2023 - 16(3) – P. 1450. (Impact Factor 3.1; Quartile Q2; Percentile 90%) – Z.A. Matysina, Ol.D. Zolotarenko1, **M. Ualkhanova**, An.D. Zolotarenko, D.V. Shchur, M.T. Gabdullin ….and I.V. Zagorulko. Electric Arc Methods to Synthesize Carbon Nanostructures // Progress in Physics of Metals - 2022, Vol. 23, No. 3 – Zolotarenko, O.D., **Ualkhanova, M.N.**, Rudakova, E.P., Zagorulko, I.V., Havryliuk, O.O., Shchur D.V., Gabdullin, M.T./ /Advantages and disadvantages of electric arc methods for the synthesis of carbon nanostructures/Himia, Fizika ta Tehnologia Poverhni, 2022, 13(2), стр. 209–235, (Scopus: Q4) – M.T. Gabdullin, K.N. Ibrashev, D.V. Ismailov, **M.N. Sultangazina** and K.K. Khamitova. Synthesis of carbon nanostructures using arc discharge in the liquid phase // International Journal of Nanotechnology., Vol. 16, Nos. 1/2/3, 2019. – 2019. – 16(1, 2, 3). – P. 174-181
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Выявленные замечания носят исключительно редакционный характер и не оказывают влияния на научную значимость и положительные результаты диссертационной работы. Диссертационная работа на тему «Особенности плазмохимического синтеза в жидкой фазе ферромагнитных наночастиц, иммобилизованных в углеродную матрицу», в полном объёме соответствует квалификационным требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD). Автор диссертационной работы Султангазина Маржан Нурланқызы заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D07112 – Наноматериалы и нанотехнологии».

PhD по направлению 8D053 физические и химические науки, Ассоциированный профессор (доцент) по направлению химические науки, Ведущий научный сотрудник, ЧУ «National Laboratory Astana»

А.Д. Белгібаева

19.12.2025