Краткая информация о программе BR24992935

Наименование	Разработка новых инновационных материалов для эффективных технологий утилизации диоксида углерода с одновременным получением ценных продуктов.
Актуальность	Внимание всего мира привлекает проблема глобального потепления, вызванного массовым выбросом углекислого газа (CO_2) при сжигании ископаемого топлива. Для сохранения окружающей среды и обеспечения устойчивого развития общества необходимы эффективные методы снижения выбросов CO_2. Чтобы решить эту проблему необходимо разработать экономичные, экологичные и технологичные методы утилизации. Программа имеет высокую актуальность как с точки зрения научной новизны, так и с точки зрения решения глобальной климатической проблемы и формирования устойчивой экономики, поскольку направлена на комплексное решение глобальной экологической проблемы за счёт создания научно обоснованных, технологически продвинутых решений. Она соединяет фундаментальные исследования и прикладной потенциал, обеспечивая вклад в формирование устойчивого, экологически ответственного и ресурсосберегающего будущего.
Цель	Разработка новых инновационных материалов и наукоемких технологий, позволяющих уменьшить концентрацию углекислого газа в земной атмосфере за счет использования различных химических процессов, в которых CO_2 выступает в качестве основного реагента с получением ценных промышленно важных продуктов.
Задачи	• Разработка новых, регенерируемых бифункциональных материалов, которые одновременно улавливают CO_2 и преобразует его в синтетический природный газ. Определение эффективных технологических режимов процессов адсорбции CO_2 и его конверсии в метан и синтез-газ. Установление научных аспектов влияния физико-химических характеристик (структурные, текстурные и фазовые особенности и др.) бифункциональных материалов на их сорбционную и каталитическую активность в изучаемом процессе. • Разработка экономически эффективного и высокоэффективного фотокатализатора на основе $SrTiO_3$-допированного Al, способного восстанавливать CO_2 в химическое топливо под действием ультрафиолетового и видимого света. • Создание газодиффузионного электрода, модифицированного Cu-In, Cu-Ag катализатором для электрохимического восстановления CO_2 до продуктов C_{1+} и C_{2+} (метан, метанол, этилен, этанол и т.д.). Исследование селективности разрабатываемого

	газодиффузионного электрода по отношению к продуктам C_{2+} при CO_2RR. • Разработка новых высокоэффективных магнитных композитов на основе соединений железа с различными носителями в вихревом электромагнитном поле и без него для гидрирования CO_2 с образованием углеводородных продуктов. Исследование влияния условий процесса и состава железосодержащих катализаторов на протекание гидрирования диоксида углерода с образованием промышленно важных продуктов.
Ожидаемые и достигнутые результаты	Программа включает в себя четыре направления, связанные с разработкой новых инновационных материалов и наукоемких технологий для улавливания и конверсии диоксида углерода, таких как электрохимическое превращение, фотокатализ и гидрирование с получением ценных промышленно важных продуктов. Разработаны: бифункциональные материалы на основе строительных отходов, способных выполнять как улавливание, так и утилизацию CO_2 в метан и/ил синтез-газ, высококомпозитный катализатор на основе $SrTiO_3$ легированного алюминием для конверсии CO_2 в химические вещества с добавленной стоимостью путем использования солнечного света, газодиффузионный электрод, модифицированный Cu-In, Cu-Ag катализатором для электрохимического восстановления CO_2 до продуктов C_{1+} и C_{2+}; новые высокоэффективные магнитные композиты на основе соединений железа с различными носителями и промоторами в вихревом электромагнитном поле и без него для гидрирования CO_2 с образованием углеводородных продуктов. В результате выполнения программы будет разработан технологический регламент получения функциональных магнитных композитов для гидрирования CO_2. Будут выданы рекомендации по использованию результатов каталитического гидрирования диоксида углерода с образованием углеводородных продуктов на магнитных композитах. Решение задач, связанных с улавливанием CO_2 и его утилизации позволит выдать рекомендации по разработке бифункциональных композитов для улавливания и утилизации CO_2 в метан и синтез-газ. Результат, полученный в рамках реализации программы планируется коммерциализовать в виде фотокатализаторов.

Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили	1) Шакиева Татьяна Владимировна - Scopus author ID: 55911739700. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9664-442x.; 2) Досумов Кусман - Web of Science Researcher ID: N-9935-2017 Scopus Author ID: 16457684200 ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5216-0426 3) Абильдин Тлеутай Сарсенбаевич - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2710-7233 ; Scopus Author ID:6506476435 4) Ергазиева Гаухар Ергазиевна -ResearcherID: F-5165-2015; https://orcid.org/0000-0001-9464-5317 Scopus Author ID: 57221777155 5) Досумова Бинара Тусупбековна - Scopus author ID: 57210592713. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4126-2907 6) Авчукир Хайса - Researcher ID: P-5738-2017, ORCID: 0000-0001-6612-0775, Scopus ID: 57207207777 7) Сасыкова Лариса Равильевна - ResearcherID: A-9367-2015. Scopus Author ID: 56178673800. ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4721-9758 8) Алимжанова Мереке Бауыржановна - Scopus author ID: 35083073100 ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2641-0828 9) Анисова Мольдир Муратбековна - Web of Science Researcher ID: F-5473-2015, Scopus Author ID: 57192933182. ORCID ID: http://orcid.org/0000-0001-9622-5164 10) Мылтыкбаева Лаура Каденовна - Scopus Author ID: 57216432413 ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0322-0135 11) Джаткамбаева Улжан Нурбаевна - Scopus Author ID: 57220106876 ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8216-3206. 12) Мамбетова Мәншүк Мұратқызы - Web of Science ID: AAC-5272-2021 https://orcid.org/0000-0002-1744-3647 Scopus ID: 57211435956 13) Макаева Нұрсая Мейрамқызы - Scopus ID: 57656735300 ORCID ID: 0000-0002-1638-7460 14) Бекей Ақбаян Жосалықызы - Scopus ID: 58538083500 Web of Science ID: JCV-9290-2023 ORCID: 0009-0002-2333-1761 15) Манарбек Мағрифе - ORCID: 0009-0004-5169-4994 16) Құдайберген Олжас- ORCID: 0009-0002-6311-9941
Использование	Целевые потребители: компании и предприятия, заинтересованные в снижении выбросов диоксида углерода в атмосферу. Использование полученных результатов может оказать существенное влияние на развитие науки и технологий в области получения новых наноразмерных магнитоуправляемых композитов – катализаторов и сорбентов. Разработанные методы и способы получения модифицированных материалов с заданными физико-химическими свойствами планируется внедрить в

	различные предприятия Казахстана и в учебный процесс ВУЗов при выполнении курсовых, дипломных, магистерских, лабораторных работ, чтении спецкурсов и на семинарских занятиях. Вредные выбросы CO_2 преобразуются в различные химические продукты (метан, этилен, этанол, муравьиную кислоту, синтез-газ и др.) за счет различных технологий: гидрирования, электрохимического и фотокаталитического восстановления, сорбционно-каталитического превращения в синтез газ. Среди вышеперечисленных соединений, этилен и этанол являются ценным топливом и, соответственно, перспективными в промышленном плане. Большой объем рынка этилена (около 180 миллионов тонн), а также его относительно высокая стоимость (600-1200 долларов США за тонну), делают его весьма экономически привлекательным продуктом для производства с помощью процессов превращения CO_2, что даст возможность значительно сократить загрязняющие атмосферу выбросы CO_2.
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	Конкурентное преимущество наших исследований и разработок вызвано уникальностью полученных новых материалов и необходимостью развития этого направления в мире в целом и на новом уровне, а также в Казахстане, что связано с потребностью республики в получении новых высокоэффективных катализаторов для Казахстана, изготовлением материалов с заданными свойствами, применением их в химической промышленности, в металлургии, энергетике, экологии. В программе 4 направления. Первое направление с использованием бифункциональных материалов демонстрирует конкурентные преимущества на внутреннем и международном рынках, поскольку он решает несколько ключевых задач: переработку строительных отходов, таких как керамические сантехнические отходы, песок, бетон, блоки и др., а также утилизацию парникового газа CO_2 и производство синтетического топлива в виде метана и синтез-газа, который является важным сырьем для производства широкого спектра веществ, включая аммиак, метанол и др. В Казахстане подобных разработок в настоящее время не существует. В мире проводятся исследования по созданию бифункциональных материалов для улавливания и преобразования диоксида углерода в метан, где в качестве сорбентов используются оксиды щелочных металлов. Однако главным ограничением этих материалов является их дезактивация в результате спекания при высоких температурах. Для преодоления этой проблемы может нами предложено использование термически и химически устойчивых материалов, получаемых из строительных отходов, содержащих оксид кремния. Также принципиальное отличие идей предлагаемого подхода является осуществление процесса поглощения и преобразования углекислого газа в метан и/или синтез-газ в едином реакторе с использованием специального бифункционального

	материала. Второе направление с использованием композитной структуры на основе $SrTiO_3$ легированного алюминием и применении этой структуры для конверсии CO_2 в химические вещества с добавленной стоимостью путем использования солнечного света имеет ряд преимуществ, которые улучшают квантовую эффективность преобразования солнечной энергии и фотокаталитическую активность, что позволяет использовать его для крупномасштабного производства водорода. В мире уже существуют исследования и разработки в области фотокаталитической конверсии CO2. Однако наше направление отличается использованием легированного SrTiO3, полученного простым методом, что обеспечивает более высокую эффективность и устойчивость по сравнению с существующими аналогами. В результате реализации третьего направления - электрохимического процесса стоит создание лабораторной электрохимической ячейки – электролизера, который способен работать при относительно высоких плотностях тока для электрохимического восстановления CO_2. Использование газодиффузионного электрода (GDE) позволяет нам проводить CO_2RR с высокой скоростью от 300 мА/см^2 и выше, что обеспечивает уникальным свойством GDE, в котором электрохимическая реакция идет непосредственно в разделе трех фаз электрод/электролит/газ. А дальнейшее его масштабирование позволит привлечь внимание заинтересованных лиц в Республике и зарубежом. Конкурентное преимущество наших исследований по четвертому направлению в процессе гидрирования CO_2 обусловлено высокой активностью каталитической системы, селективностью процесса. Наиболее эффективными для процесса превращения CO_2 в углеводороды являются соединения железа из-за их низкой стоимости, активность и селективность которых будет получена за счет подбора дополнительных промоторов и носителей. Создание материалов с мезопористой структурой с транспортными каналами для предотвращения влияния диффузионных ограничений и процессов массопереноса и разработка механически и термически стабильных носителей с «настраиваемой» кислотностью и регулируемыми молекулярно-ситовыми свойствами является приоритетной задачей для ученых, т.к. позволяет минимизировать побочные реакции при гидрировании CO_2. Дополнительная подготовка разработанных магнитных композитов электромагнитным полем улучшает технологические параметры процесса, делая его энергетически и экономически более выгодным.

Список публикаций со ссылками на них	1. Kuspanov, A. Serik, A. Tattibay, A. Baratov, U. Abdikarimova M. Bissenova, A. Yeleuov, Ch. Daulbayev. Investigating And Investigating and correlating the photocatalytic activity of synthesised strontium titanate nanopowder with calcination temperature // Environmental Technology & Innovation. – 2024. – Vol. 36. – p. – 103852. https://doi.org/10.1016/j.eti.2024.103852. WoS IF = 6.7 Q1. Scopus Percentile: – 97 %. 2. М.М. Мамбетова*, М. Анисова, Л.К. Мылтыкбаева, Н.М. Макаева, К. Досумов, Т.В. Шакиева, Г.Е. Ергазиева. Шанканай табиғи цеолитінің сорбциялық қасиеттеріне натрий және магний оксидтерінің әсері // Горение и плазмохимия. – 2025. – №23. – С.153–161. https: //doi.org/10.18321/cpc23 (2)153-161 3. Baratov, A.; Kuspanov, Z.; Shaimerdenov, A.; Yergaziyeva, G.; Yerlanuly, Y.; Daulbayev, C. Enhancing Photogenerated Charge Separation in Perovskite Semiconductors via Dual Cocatalyst Engineering. //J. Water Process Eng. – 2025. – Vol. 77. – p. – 108573. https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2025.108573. WoS IF = 6.7 Q1. Процентиль SCOPUS – 91 % 4. Aibol Baratov, Chingis Daulbayev, Zhengisbek Kuspanov. Selective CO Evolution from CO_2 over Ag-Ni-Based Cocatalyst-Modified Perovskite under Simulated Solar Light // Eurasian Chem.-Technol. J. 27 (2025) DOI: https://doi.org/10.18321/ectj1675 5. Akbayan Bekeya, Florence Vacandio, Tatyana Shakiyeva, Kusman Dossumov, Khaisa Avchukir. Electrochemical deposition of copper-indium particles with high electroactive surface area from acetonitrile-water solution // Results in Surfaces and Interfaces Volume 23, 2026, 100785 DOI: https://doi.org/10.1016/j.rsurfi.2026.100785 6. Mambetova M.. Anissova M.. et all. Catalyst Development for dry reforming of methane and ethanol into syngas:Recent advances and Perspectives // Applied Science. – 2025. – Vol. 15. – p. – 10722. https://doi.org/10.3390/app151910722 7. Aibol Baratov, Zhengisbek Kuspanov, Nurlan Idrissov, Madina Bissenova, Aigerim Serik, Chingis Daulbayev. Photocatalytic CO_2 reduction: How promising is the technological application? // Journal of CO2 Utilization, Volume 106,2026,103398, ISSN 2212-9820, https://doi.org/10.1016/j.jcou.2026.103398 8. Ергазиева Г.Е., Галымжан А. Құрамында магний бар композиттердің фазалық құрамына оларды синтездеу жағдайларының әсерін зерттеу. Материалы IX Международной студенческой научно-практической конференции на тему «ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА И НАНОМАТЕРИАЛЫ», посвящённой памяти трижды Героя Социалистического Труда, член-корреспондента К.И. Щёлкина-2025-С.46 9. Ергазиева Г.Е., Кызыр Б. Литий композиттерін белсендірудің оңтайлы жағдайларын анықтау. Материалы IX Международной студенческой научно-практической конференции на тему «ХИМИЧЕСКАЯ

	ФИЗИКА И НАНОМАТЕРИАЛЫ», посвящённой памяти трижды Героя Социалистического Труда, член-корреспондента К.И. Щёлкина-2025-С.48
Информация о патентах	Патент на полезную модель РК №11186 от 18.03.2025. «Способ получения ортосиликата лития из песка» / Ергазиева Г.Е., Мылтыкбаева Л., Мамбетова М., и др.