

Краткая информация о проекте

Наименование	ИРН AP25794605 «Очистка сточных вод от ионов ртути с использованием композитной мембраны на основе MXene и наноцеллюлозы»
Актуальность	Предлагаемое исследование представляет собой синергетический подход, направленный на одновременное решение задач управления твердыми бытовыми отходами и очистки сточных вод, способствуя устойчивости экономики и принципам циркулярной экономики. Научная новизна заключается в использовании рисовой шелухи как источника, богатого целлюлозой, для создания сложной композитной мембраны. Мембрана, включающая наноцеллюлозную основу и двумерную фазу MXene в качестве диффузионного компонента, направлена на эффективное извлечение ионов ртути (Hg^{2+}) из загрязненной воды.
Цель	Целью исследовательского проекта является разработка и создание усовершенствованной композитной мембраны, предназначенной для высокоэффективного удаления ионов ртути из загрязненных водных источников. Проект сосредоточен на двух ключевых аспектах: получении наноцеллюлозы из рисовой шелухи как сельскохозяйственного сырья, служащего устойчивой матрицей для мембраны, а также стратегической интеграции материалов MXene для улучшения структурных и адсорбционных свойств мембраны.
Задачи	В рамках исследовательского проекта поставлены следующие задачи, направленные на всестороннее понимание синтеза, характеристик и оптимизации композитной мембраны на основе MXene и наноцеллюлозы для эффективного удаления ионов ртути при очистке воды: - Получение наноцеллюлозы из рисовой шелухи: - Изучение различных экспериментальных условий получения наноцеллюлозы из рисовой шелухи, включая кислотный гидролиз и ферментативные процессы. - Оптимизация параметров, таких как температура, время реакции и концентрация реагентов, для повышения выхода и качества наноцеллюлозы. - Получение MXene из MAX-фазы: - Исследование синтеза MXene из MAX-фазы на основе карбидов или нитридов переходных металлов. - Изучение условий травления, включая выбор травителя, время и температуру, для достижения оптимальных свойств MXene. - Интеграция наноцеллюлозы и MXene для получения композитной мембраны:

	• Разработка методики интеграции наноцеллюлозы и МХеке для формирования композитной мембраны. • Оптимизация соотношения наноцеллюлозы и МХеке для достижения баланса между структурной целостностью и адсорбционной способностью. 4. Эксперименты по очистке воды от ионов ртути: • Проведение экспериментов по очистке воды с использованием композитной мембраны МХеке/наноцеллюлоза при концентрации ионов ртути в диапазоне 5–50 мг/л. • Изучение условий разделения, включая давление, рН, толщину мембраны и содержание МХеке (0,5–2 мас.%), а также их влияния на эффективность удаления ионов ртути. 5. Оптимизация экспериментальных параметров: • Систематическая оптимизация параметров на основе характеристик композитной мембраны при удалении ионов ртути. • Оценка и регулирование условий, таких как давление, рН и содержание МХеке, для повышения эффективности мембраны. 6. Циклы повторного использования оптимизированной композитной мембраны: • Оценка стабильности и возможности повторного использования мембраны в течение нескольких циклов очистки воды. • Исследование стабильности потока, структурной целостности и адсорбционной способности для обеспечения долгосрочной эксплуатации мембраны.
Ожидаемые и достигнутые результаты	Данные исследования направлены на получение фундаментальных данных и демонстрацию исключительной адсорбционной способности МХеке по отношению к опасным ионам ртути в водной среде. Проект также ориентирован на разработку оптимизированного метода получения композитных мембран МХеке–наноцеллюлоза путем детального изучения толщины мембраны и соотношения загрузки нанослоев МХеке. Предлагаемый экономически доступный и эффективный метод очистки от ионов ртути, являющийся альтернативой существующим технологиям, обладает значительным потенциалом для подачи патентных заявок. • Синтезированный материал имеет высокую значимость для различных отраслей — от металлургической химии до фармацевтики, где эффективная очистка сточных вод от ртути и других тяжелых металлов является ключевым фактором оптимизации производства и обеспечения устойчивости. • Результаты исследования будут широко применяться в Казахстане для очистки сточных вод и

	подготовки воды, способствуя экологической реабилитации и эффективному использованию значительных объемов рисовой шелухи. - Социально-экономический эффект будет двойным: во-первых, достижение общей цели предотвращения/снижения загрязнения сточных вод и повышения ценности промышленных отходов; во-вторых, создание новых возможностей для модернизации отраслей переработки рисовой шелухи и очистки сточных вод в Казахстане. Публикации в рецензируемых международных научных журналах В период реализации проекта планируется публикация статей в рецензируемых зарубежных и отечественных научных изданиях, рекомендованных Комитетом науки МНВО РК. Требования к количеству публикаций определяются конкурсной документацией. В каждой публикации будет указан регистрационный номер проекта (ИРН) и информация о названии проекта как источнике грантового финансирования. Планируемые журналы: <i>Science of the Total Environment</i> (Elsevier, Q1, процентиль 95) <i>Journal of Environmental Management</i> (Elsevier, Q1, процентиль 96) <i>Journal of Cleaner Production</i> (Elsevier, Q1, процентиль 99) <i>Molecules</i> (MDPI, Q1, процентиль 78) <i>International Journal of Molecular Sciences</i> (MDPI, Q1, процентиль 87) <i>Journal of Molecular Liquids</i> (Elsevier, Q1, процентиль 92) а также другие журналы, соответствующие требованиям конкурсной документации: - не менее 2 (двух) статей и (или) обзоров в рецензируемых научных изданиях, входящих в первые 3 квартиля по импакт-фактору в базе <i>Web of Science</i> и (или) имеющих показатель CiteScore не менее 50-го процентиля в базе <i>Scopus</i>.
Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили	Сулейменова Мадина Магистр химической технологии, PhD доктор Индекс Хирша (h-index): 0 ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9113-1687 Scopus Author ID: 58235548000
Использование	Результаты исследования предназначены для применения в области очистки сточных вод, в частности для эффективной адсорбции ионов тяжелых металлов (Hg^{2+}) и органических красителей (метиленовый синий). Предложенные нанокompозитные мембраны могут быть

	использованы в экологически безопасных технологиях очистки воды.
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	Предложенные композитные мембраны на основе MXene и наноцеллюлозы обладают рядом преимуществ по сравнению с традиционными адсорбентами и мембранными материалами. В частности, они характеризуются высокой адсорбционной способностью, особенно в отношении эффективного удаления ионов тяжелых металлов (Hg^{2+}) и органических красителей (метиленовый синий). Кроме того, мембраны демонстрируют высокий уровень механической прочности, химической стабильности и способности к многократному использованию. Синергетический эффект MXene и наноцеллюлозы способствует улучшению проницаемости и селективности материала. В связи с этим предложенные материалы превосходят современные аналоги в области водоочистки по эффективности и обладают широким потенциалом практического применения.
Список публикаций с ссылками на них	Suleimenova M, Zharylkan S. Mekenova M, Mutushev A. Azat S, Tolepova A, Baimenov A, Satayeva A, Tauanov Z. Fusion-assisted Hydrothermal Synthesis of Technogenic Waste Derived Zeolites and Nanocomposites: Synthesis, Characterization, and Mercury (II) Adsorption. Sustainability MDPI journal. <i>Engineered Science</i> Accepted https://doi.org/10.3390/ijms241411317 - Zharylkan S., Sultakhan S., Suleimenova M., Azat S., Sailaukhanuly Y., Tulepov M., Tauanov Z. Enhanced Adsorption of Mercury and Methylene Blue Using Silver and Surface Modified Zeolite-NaX derived from Rice Husk. <i>Engineered Science</i> (accepted for publication 2024) https://doi.org/10.30919/es1241 Сулейменова М., Жарылкан С., Мекенова М., Толепова А., Мутушев А., Азат С., Тауанов Ж. «Получение синтетического цеолита и нанокompозита из рисовой шелухи для удаления ионов ртути из воды». Химический бюллетень Вестник КазНУ, рекомендуемый КОКСНВО МОН РК, 2023. Издательство 2-3, том 109. https://doi.org/10.15328/cb1323 Suleimenova M., Tabynbayeva A., Toshtay K., Tauanov Zh. Composite Membranes Based on MXene and Nanocellulose for Water Purification: Structure, Efficiency, and Future Prospects // <i>Membranes</i>. – 2025. – Vol. 15, Issue 10, Article 293. DOI: https://doi.org/10.3390/membranes15100293
Информация о патентах	-