

## Краткая информация о проекте

Наименование	AP09260116 «Разработка агентов на основе минерального сырья Казахстана для опреснения соленой воды»
Актуальность	Чистая питьевая вода – одна из наиболее важных потребностей человека. По данным ООН, уже сейчас более 1,2 млрд людей живут в условиях постоянного дефицита пресной воды, около 2 млрд страдают от него регулярно. По прогнозам ФАО, к середине третьего десятилетия XXI в. численность живущих при перманентной нехватке воды превысит 4 млрд человек. По прогнозам министерства экологии РК в Казахстане случится дефицит воды в 2040 году. Поэтому разработка новых доступных методов получения пресной питьевой воды с использованием минерального сырья Казахстанского происхождения является актуальной проблемой.
Цель	<b>Цель Проекта</b> – разработка эффективных и доступных агентов на основе минерального сырья для опреснения соленой воды, а также исследование оптимальных условий получения и применения данных агентов.
Задачи	Для достижения цели Проекта необходимо решение <b>следующих задач</b> : 1) приготовление агентов для опреснения на основе минерального сырья (цеолит, глина) посредством обработки различными химическими реагентами (кислоты, основания, соли); 2) исследование эффективности адсорбции ионов $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Cl}^-$ (основные компоненты соленой воды) полученными агентами для опреснения в статическом режиме; 3) капсулирование полученных агентов в полимерные матрицы для возможности их использования в динамическом режиме (в потоке воды); 4) исследование эффективности адсорбции ионов $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Cl}^-$ (основные компоненты соленой воды) полученными капсулами для опреснения в динамическом режиме; 5) исследование возможности регенерации полученных агентов и капсул на основе минерального сырья; 6) исследование возможности утилизации отработанных агентов в качестве источника микроэлементов для растений.
Ожидаемые и достигнутые результаты	Согласно календарному плану, за период реализации Проекта были <b>получены следующие результаты</b> : 1. Разработаны оптимальные условия получения агентов для опреснения на основе цеолита месторождения «Шанканай», глины месторождения «Кызылсок», а также адсорбции ионов $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Cl}^-$ из соленой воды: масса агента 0,1 г на 10 мл раствора, $T = 298 \text{ K}$ , $\text{pH} = 7$ , время контакта реагентов 24 часа (для агентов на основе цеолита), 3 часа (для агента на основе глины). 2. Разработаны оптимальные условия получения капсулированных агентов для опреснения: эффективный состав капсул: цеолит, обработанный 1 М раствором $\text{NH}_4\text{Cl}$ , и цеолит, обработанный 1 М $\text{HNO}_3$ , а также глина, обработанная 1 М $\text{HNO}_3$ ; полимерная композиция-матрица – смесь альгината натрия ( $\text{NaAlg}$ ) и поливинилового спирта (PVA) (соотношение компонентов:

	<p>агент:NaAlg:PVA = 1,5:1:2). Установлены оптимальные условия адсорбции ионов Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> капсулированными агентами на основе цеолита и глины из соленой воды в статическом и динамическом режимах.</p> <p>3. На основе анализа результатов физико-химических исследований установлена возможность регенерации и утилизации полученных агентов для опреснения соленой воды. Показано, что отработанные агенты в процессах опреснения могут быть применены в качестве эффективных калийных удобрений для повышения урожайности овощных культур.</p> <p>4. По полученным результатам опубликованы 2 статьи в изданиях, входящих в первый квартиль (Q1, процентиль по базе Scopus 92%) и во второй квартиль (Q2, процентиль по базе Scopus 67%) базы Web of Science и Scopus; 1 статья в издании, имеющем процентиль по базе Scopus 12%, 1 статья в отечественном издании, рекомендованном КОКСОН, а также 12 публикаций в материалах Международных конференций, в том числе 1 статья в материалах конференции, индексируемой в базе Web of Science (МАТЕС Web of Conferences). За период реализации Проекта 2021–2023 гг. опубликовано 16 работ.</p>
<p>Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторам и (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сейлханова Г.А., д.х.н., профессор, руководитель проекта, <a href="https://scholar.google.ru/citations?hl=ru&amp;pli=1&amp;user=mEPpha0AAA AJ">https://scholar.google.ru/citations?hl=ru&amp;pli=1&amp;user=mEPpha0AAA AJ</a> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56652160000">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56652160000</a></li> <li>2. Рахым А.Б., магистр по специальности 6М060600 – Химия, соискатель степени PhD, ответственный исполнитель Проекта, <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208575069">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57208575069</a></li> <li>3. Усипбекова Е.Ж., PhD по специальности Химическая технология неорганических веществ (ХТНВ), и.о. доцента, <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010544200">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010544200</a></li> <li>4. Кенесова А.К., магистр по специальности ХТНВ, PhD-докторант по специальности Химическая инженерия, <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57220024671">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57220024671</a></li> <li>5. Курманбаева Т.С., магистр по специальности 7М05301-Химия, <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57220036264">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57220036264</a></li> <li>6. Баранчиева З.Е., магистр по специальности 7М05301-Химия, <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58781604100">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58781604100</a></li> <li>7. Жаксыбай Б., бакалавр по специальности 6В05301-Химия, магистрант 1 курса по специальности 7М05301-Химия, <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58601293600">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58601293600</a></li> </ol>
<p>Список публикаций со ссылками на них</p>	<p><b><u>За период реализации Проекта 2021–2023 гг. опубликовано 16 работ.</u></b></p> <p><i>Статьи в изданиях, входящих в базы Web of Science и/или Scopus:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rakhym A.B., Seilkhanova G.A., Mastai Y. Physicochemical evaluation of the effect of natural zeolite modification with didodecyldimethylammonium bromide on the adsorption of Bisphenol-A and Propranolol Hydrochloride // Microporous and Mesoporous Materials. - 2021. - Vol. 318. - P. 111020 <a href="https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2021.111020">https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2021.111020</a> (IF = 5.45, Q1, 92%).</li> <li>2. Baranchiyeva Z., Seilkhanova G., Rakhym A. Analysis of the physicochemical and sorption characteristics of composites based on</li> </ol>

zeolite and chamotte clay // MATEC Web of Conferences 340, 01027, 2021. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202134001027>

3. Сейлханова Г.А., Рахым А.Б., Кан А.В., Кенесова А.К., Мастай Ицхак Применение сорбентов на основе природного цеолита и шамотной глины для извлечения ионов натрия и калия из соленой воды: предварительное исследование// Вестник КазНУ. Серия химическая. № 2 (105). 2022. – С. 44–53. <https://doi.org/10.15328/cb1276>

4. Rakhym Akmaral B., Baranchiyeva Zarina Ye., Kenessova Aruzhan K., Zhaksybai Bagashar B., Dauzhanova Diana N., Yitzhak Mastai, Seilkhanova Gulziya A. Recyclable Adsorbents for Potash Brine Desalination Based on Silicate Powder: Application, Regeneration and Utilization// Colloids Interfaces 2023, 7, 61. <https://doi.org/10.3390/colloids7040061> (Q2, 67%).

5. Kenessova A.K., Rakhym A.B., Zhaksybay B.B., Seilkhanova G.A. The effect of ammonia activation on the desalination potential of natural zeolite//Chimica Techno Acta 2023, vol. 10(4), No. 202310402. DOI: 10.15826/chimtech.2023.10.3.05 (Q4, 12%).

*Публикации в материалах Международных конференций:*

6. Шиянова Р.А., Рахым А.Б., рук-ль Сейлханова Г.А. Разработка композиционных материалов на основе минерального сырья для опреснения соленой воды // Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби Әлемі», Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2021. – С. 78.

7. Кан. А.В., Рахым А.Б., рук-ль Сейлханова Г.А. Разработка агентов на основе природного цеолита и шамотной глины для опреснения соленой воды // Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби Әлемі», Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2021. – С. 90.

8. Шиянова Р.А., Рахым А.Б., Сейлханова Г.А. Композиционный материал на основе шамотной глины для опреснения соленой воды // Материалы VII международной Российско-Казахстанской научно-практической конференции «Химические технологии функциональных материалов», 28-29 апреля 2021 года. – Новосибирск 2021. – С. 299.

9. Баранчиева З.Е., Сейлханова Г.А., Рахым А.Б. Сорбционные характеристики материалов на основе цеолита и шамотной глины // Материалы VII международной Российско-Казахстанской научно-практической конференции «Химические технологии функциональных материалов», 28-29 апреля 2021 года. – Новосибирск 2021. – С. 87.

10. Рахым А.Б., Сейлханова Г.А. Оценка влияния обработки хлоридом натрия и соляной кислотой на физико-химические характеристики шамотной глины // Материалы VII международной Российско-Казахстанской научно-практической конференции «Химические технологии функциональных материалов», 28-29 апреля 2021 года. – Новосибирск 2021. – С. 111.

11. Жақсыбай Б.Б., Кенесова А.К., Рахым А.Б., Сейлханова Г.А. Тұзды суды тұщыландыруға арналған табиғи цеолит негізіндегі сорбентпен  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  иондарын адсорбциялау// Материалы Международной научной конференции студентов и молодых

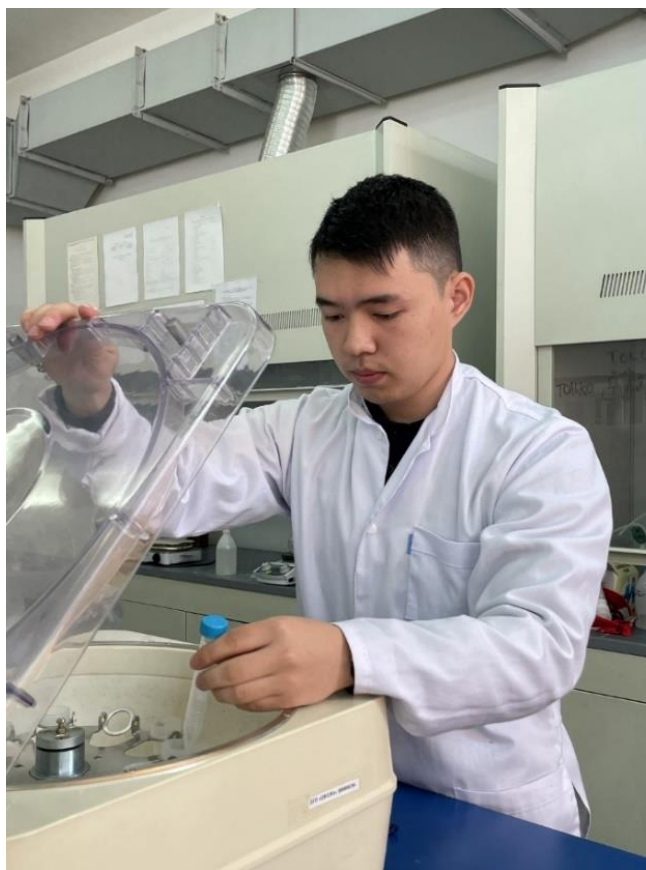
	<p>ученых «Фараби Әлемі», Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2022. – С. 60.</p> <p>12. Ерсайын Р.С., Баранчиева З.Е., Рахым А.Б., Сейлханова Г.А. Разработка сорбента на основе глины Кызылсок для опреснения соленой воды// Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби Әлемі», Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2022. – С. 88.</p> <p>13. Даужанова Д.Н., Рахым А.Б., Сейлханова Г.А. Извлечение и адресная доставка диклофенака сорбентами на основе глины и цеолита// Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби Әлемі», Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2023. – С. 232.</p> <p>14. Жақсыбай Б.Б., Кенесова А.К., Рахым А.Б., Сейлханова Г.А. Тұзды суды тущыландыру мақсатында цеолит негізінде гранулалар дайындау// Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби Әлемі», Алматы, Казахстан, 6-8 апреля 2023. – С. 188.</p> <p>15. Dauzhanova D.N., Rakhym A.B., Seilkhanova G.A. A new composite material based on kaolinite clay and polyvinylpyrrolidone as an adsorbent, drug carrier and releaser of diclofenac// Материалы IX Международной Российско-Казахстанской научно-практической конференции «Химические технологии функциональных материалов», 25-27 мая 2023 года. – Новосибирск 2023. – С. 216–219.</p> <p>16. Kenessova A.K., Rakhym A.B., Zhaksybay B.B., Seilkhanova G.A. Physicochemical study of the effect of NH<sub>4</sub>Cl modification of zeolite for Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> removal from saline water // Материалы IX Международной Российско-Казахстанской научно-практической конференции «Химические технологии функциональных материалов», 25-27 мая 2023 года. – Новосибирск 2023. – С. 193-196.</p>
Информация о патентах	



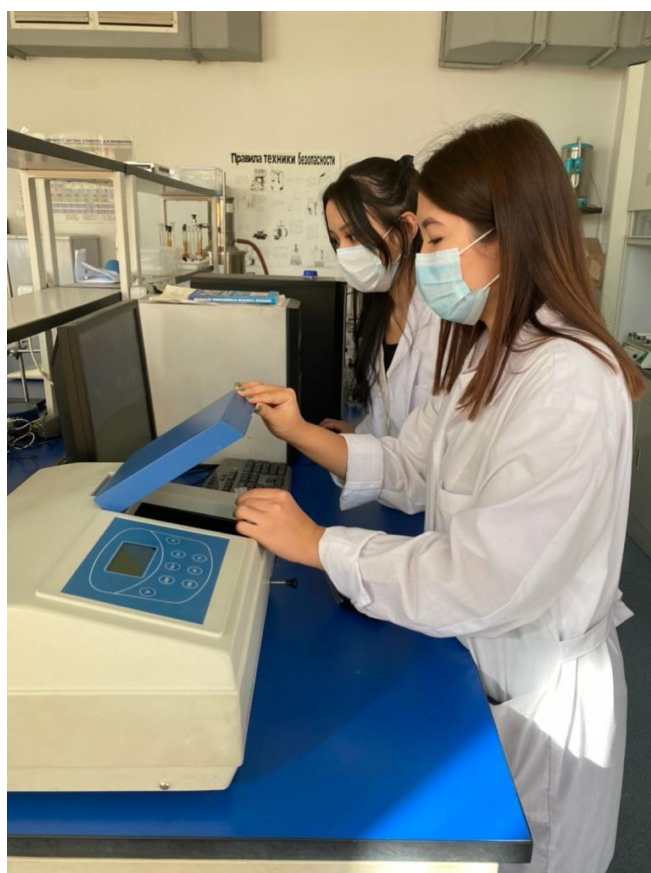
Опреснение соленой воды



Капсулированные агенты для опреснения соленой воды



Бакалавр Жаксыбай Багашар в процессе синтеза сорбционных агентов для опреснения



Докторанты Рахим Акмарал и Кенесова Аружан в ходе спектрального анализа реакционной смеси





Обсуждение полученных результатов