

## Краткая информация о проекте

Наименование	BR18574219 «Разработка экологически безопасных технологий получения инновационной продукции из природного и техногенного сырья Казахстана»
Актуальность	<p>Казахстан обладает значительными запасами редких металлов, но не имеет предприятий, собственно, редкометального сырья. В советское время ряд редких металлов производился на предприятиях цветной металлургии Казахстана.</p> <p>Возрождение редкометальной отрасли должно стать локомотивом горной и перерабатывающей промышленности.</p> <p>Вовлечение месторождений редких металлов вместе с промышленными продуктами и отходами ряда производств в промышленную переработку, будет прорывным направлением в технологическом развитии РК.</p> <p>Как известно, в основе современных технологий, на которых зиждется инновационная экономика, лежат высокое качество производимой продукции, энерго- и материалосбережения и экологическая безопасность процессов. Сверхкритические флюидные технологии (СКФТ), основу которых составляют простые реактивы – двуокись углерода, вода и др., являются многотоннажными производствами, охватившими многие отрасли промышленности. Ежегодно в мире с использованием CO<sub>2</sub> перерабатывается несколько млн. тонн растительного сырья. Именно CO<sub>2</sub> нашел наибольшее применение в качестве экстрагентов в СКФЭ-процессах в силу своей инертности, нетоксичности и дешевизны.</p> <p>В ЦФХМА с 2018 по 2020 гг была успешно выполнена целевая Программа «Зеленые технологии на основе сверхкритических сред». Настоящий проект Программы является ее развитием и предусматривает комплексную переработку сырья, полупродуктов и техногенных отходов, содержащих ценные компоненты, методом СКФТ; разработку экологически безопасных технологий получения металлов и сплавов специального назначения.</p>
Цель	Комплексная переработка сырья, полупродуктов и техногенных отходов, содержащих ценные компоненты, методом сверхкритических технологий (СКФТ). Разработка экологически безопасных технологий получения металлов и сплавов специального назначения.
Задачи	<ul style="list-style-type: none"><li>- разработать и аттестовать в госорганах новые методики анализа редких и редкоземельных металлов и примесей в них;</li><li>- разработать научные основы технологии получения концентратов редкоземельных металлов;</li><li>- разработать технологии попутного извлечения редких элементов из маточных растворов технологического цикла добычных предприятий АО «НАК «КазАтомПром»;</li><li>- получить индивидуальные металлы из коллективных экстрактов РЗМ, выделенных из техногенных отходов и природного сырья методом СКФЭ;</li><li>- разработать технологии получения особо чистых Hg, Zn, Cu, In;</li><li>- создать технологию получения прецизионных титановых сплавов ультрамелкозернистой структуры с использованием редких и редкоземельных металлов;</li></ul>

	<p>- разработать универсальный высокоэффективный проточный реактор с оригинальным катализатором для получения биодизельного топлива.</p>
<p>Ожидаемые и достигнутые результаты</p>	<p>В результате выполнения Программы будут достигнуты следующие результаты, указанные в техническом задании №26 к конкурсу:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработаны и аттестованы в госорганах новые методики анализа редких и редкоземельных металлов и примесей в них;</li> <li>- разработаны СКФ-технологии комплексной переработки природного (месторождение Кундыбай) и техногенного (отвалы фосфогипса ТОО «Казфосфат») сырья с извлечением ряда редких и редкоземельных металлов;</li> <li>- разработана технология попутного извлечения редких элементов из маточных растворов технологического цикла добычных предприятий АО «НАК «КазАтомПром»;</li> <li>- созданы методы получения особо чистых Hg, Zn, Cu, In;</li> <li>- разработаны технологии получения прецизионных титановых сплавов ультрамелкозернистой структуры с использованием некоторых редких и редкоземельных металлов;</li> <li>- разработан универсальный высокоэффективный проточный реактор с оригинальным катализатором для получения биодизельного топлива;</li> <li>- опубликованы не менее 5 (пяти) статей и (или) обзоров в рецензируемых научных изданиях по научному направлению программы, входящих в 1 (первый), 2 (второй) либо 3 (третий) квартили в базе Web of Science и (или) имеющих процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 50 (пятидесяти); а также 5 (пяти) статей в изданиях, рекомендуемых КОКСОН;</li> <li>- подано не менее 3 заявок на получение патентов на полезную модель и (или) изобретения.</li> </ul> <p>За 2023 год получены следующие результаты:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Проведена пробоподготовка и анализ исходных объектов исследования.</li> <li>2) Изучено выщелачивание руды месторождения Кундыбай в зависимости от природы и состава выщелачивающей смеси. Проведена сверхкритическая CO<sub>2</sub>-конверсия ФГ, содержащего РЗЭ. Определены оптимальные условия конверсии фосфогипса.</li> <li>3) Исследована сорбция рения из модельных и технологических растворов рядом ионообменных смол. Выбраны лучшие сорбенты (Biolite 200U и SQD 201U) для модельных растворов, извлечение составило 99,96 и 99,76% соответственно. Для сорбции рения из производственных растворов лучшим оказался анионит марки Biolite 200U, степень извлечения – 64,57%. Десорбция рения серной кислотой из сорбентов Biolite 200U и SQD 201U позволяет извлекать 84,73% и 80,17% рения соответственно.</li> <li>4) Разработаны методы анализа Hg и примесей в растворах. Определены оптимальные состав электролита и параметры электролиза получения чистой Hg. Разработана симуляционная модель электролизера для получения чистых Zn и In в COMSOL Multiphysics.</li> <li>5) Установлены закономерности процесса восстановления ионов меди (II) ионами титана (III), являющимися промежуточными</li> </ol>

	<p>продуктами электродных процессов при формировании порошков Cu из электролитов. Показано, что в процессе восстановления ионов Cu (II) в серноокислых растворах ионами титана (III) образуется порошок меди, обладающий чрезвычайной активностью.</p> <p>6) Разработано техническое задание и выполнены проектно-конструкторские работы по изготовлению универсального высокоэффективного проточного реактора с оригинальным катализатором.</p> <p>7) Получено 3 патента на полезную модель и изобретения. Опубликовано 3 статьи КОКСНВО.</p>
<p>Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили</p>	<p>1. Наурызбаев Михаил Касымович, д.т.н., проф., академик КазНАЕН. Индекс Хирша – 9 (Scopus). Web of Science Researcher ID – D-3432-2012 <a href="https://www.webofscience.com/wos/author/record/180447,1093398,27160849">https://www.webofscience.com/wos/author/record/180447,1093398,27160849</a> ORCID: 0000-0002-6781-6464 <a href="https://orcid.org/0000-0002-6781-6464">https://orcid.org/0000-0002-6781-6464</a> Scopus ID: 6506602038 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506602038">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506602038</a></p> <p>2. Токпаев Рустам Ришатович, PhD, член-корр. КазНАЕН. Индекс Хирша – 4 (Scopus). Author ID в Scopus – 56998810900 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56998810900">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56998810900</a> Researcher ID Web of Science D-3859-2015 <a href="https://www.webofscience.com/wos/author/record/440647">https://www.webofscience.com/wos/author/record/440647</a> ORCID ID 0000-0002-0117-4454 <a href="https://orcid.org/0000-0002-0117-4454">https://orcid.org/0000-0002-0117-4454</a></p> <p>3. Галеева Алина Кулбаевна, PhD, ассоц.профессор. Индекс Хирша – 6 (Scopus). ResearcherID Web of Science: A-8292-2015 <a href="https://www.webofscience.com/wos/author/record/1099919">https://www.webofscience.com/wos/author/record/1099919</a> ORCID: 0000-0001-9303-5277 <a href="https://orcid.org/0000-0001-9303-5277">https://orcid.org/0000-0001-9303-5277</a> Scopus ID: 56436524000 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56436524000">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56436524000</a></p> <p>4. Бешова Ажар Қоспановна, доктор технических наук, профессор. Индекс Хирша – 3 (WoS). ResearcherID Web of Science: A-8794-2015 <a href="https://www.webofscience.com/wos/author/record/1749768,5185356,41861088">https://www.webofscience.com/wos/author/record/1749768,5185356,41861088</a> ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-9076-8130">https://orcid.org/0000-0002-9076-8130</a>, Scopus Author ID: 56177619400. <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56177619400">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56177619400</a></p> <p>5. Атчабарова Ажар Айдаровна, PhD. Индекс Хирша – 4 (Scopus). ResearcherID Web of Science: D-3857-2015 <a href="https://www.webofscience.com/wos/author/record/1355961,46719493,53537705">https://www.webofscience.com/wos/author/record/1355961,46719493,53537705</a> ORCID: 0000-0002-4600-2728 <a href="https://orcid.org/0000-0002-4600-2728">https://orcid.org/0000-0002-4600-2728</a> Scopus ID: 56998822600 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56998822600">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56998822600</a></p> <p>6. Авчукир Хайса, PhD</p>

Индекс Хирша – 4 (Scopus).  
ResearcherID Web of Science: P-5738-2017  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/1708940,28914729>  
ORCID: 0000-0001-6612-0775  
<https://orcid.org/0000-0001-6612-0775>  
Scopus ID: 57207207777  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57207207777>

7. Кишибаев Канагат Кажмуханович, PhD  
Индекс Хирша – 3 (Scopus).  
Author ID в Scopus – 56604294100  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56604294100>  
Researcher ID Web of Science C-7678-2015  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/715617,53609035>  
ORCID ID 0000-0003-1590-5243  
<https://orcid.org/0000-0003-1590-5243>

8. Шаповалов Юрий Александрович, высшее, доктор техн. наук, академик КазНАЕН  
Индекс Хирша – 1 (Scopus).  
Author ID в Scopus – 57216613061  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57216613061>  
Researcher ID Web of Science DYN-3210-2022  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/16073613>  
ORCID ID 0000-0002-4107-1636  
<https://orcid.org/0000-0002-4107-1636>

9. Злобина Елена Викторовна, к.х.н.  
Индекс Хирша – 1 (Scopus).  
Scopus ID: 41262845500  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=41262845500>  
ResearcherID Web of Science: A-5782-2015  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/1395894>

10. Исмаилова Акмарал Газизовна, к.х.н.  
Индекс Хирша – 2 (Scopus).  
Scopus ID: 57193336562.  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193336562>  
ORCID: 0000-0002-5555-2705  
<https://orcid.org/0000-0002-5555-2705>  
ResearcherID Web of Science: FAO-7992-2022  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/22898385>

11. Ишкенов Анвар Рахимович, к.х.н.  
Индекс Хирша – 1 (WoS)  
Researcher ID Web of Science FBN-0635-2022  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/23091029>

12. Хаваза Тамина Наримановна  
Индекс Хирша – 3 (Scopus).  
Author ID в Scopus – 57345081100  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57345081100>  
ResearcherID Web of Science: GEW-4233-2022  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/30114620,53605324>  
ORCID ID 0000-0002-1614-3060  
<https://orcid.org/0000-0002-1614-3060>

13. Абдухытова Динара Актайкызы  
Индекс Хирша – 3 (Scopus).

ResearcherID Web of Science: GYA-5917-2022  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/34846135>  
ORCID: 0000-0002-4316-0755  
<https://orcid.org/0000-0002-4316-0755>  
Scopus ID: 57344630000  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57344630000>  
14. Ибраимов Заир Таирович, докторант 3 курса  
Индекс Хирша – 2 (Scopus).  
Author ID в Scopus – 57345388600  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57345388600>  
ORCID 0000-0002-1476-3231  
<https://orcid.org/0000-0002-1476-3231>  
ResearcherID Web of Science: CWH-1075-2022  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/9271482,32540595>  
15. Бекишев Женис Жумаханович  
Индекс Хирша – 1,  
Author ID в Scopus – 57382007800  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57382007800>  
16. Бекназаров Канат Исатайулы  
ORCID ID 0000-0001-5023-0486  
<https://orcid.org/0000-0001-5023-0486>  
ResearcherID Web of Science: IUY-5405-2023  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/46794978>  
17. Нефедов Александр Николаевич, к.х.н.  
18. Ткачева Галина Дмитриевна, высшее, кандидат химических наук  
Индекс Хирша – 1 (WoS).  
Author ID в Scopus – 24582591200  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=24582591200>  
ResearcherID Web of Science: ECF-9968-2022  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/16970369>  
19. Балтабаев Мурат Ергалиевич, к.х.н.  
Индекс Хирша – 3 (Scopus).  
Author ID в Scopus – 57201335738  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57201335738>  
ResearcherID Web of Science: EMH-6445-2022  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/19406837,43850226>  
20. Нақып Әбдірақым Муратұлы, докторант 1 курса  
Индекс Хирша – 1 (Scopus).  
Author ID в Scopus – 58561589100  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=58561589100>  
ORCID: 0000-0002-7189-9928  
<https://orcid.org/0000-0002-7189-9928>  
ResearcherID Web of Science: JDN-0866-2023  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/48948579>  
21. Бекей Акбаян, докторант 2 курса  
ResearcherID Web of Science: JCV-9290-2023  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/48777556>  
22. Байтулаева Бахыт Камбаралиевна  
23. Калугина Светлана Михайловна  
ResearcherID Web of Science: ILQ-3007-2023  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/44462751>  
24. Қойшыбекова Айжан Қайратқызы

25. Кудайберген Олжас Қырғызалыұлы  
26. Жақсыбай Бағашар Бахытұлы  
27. Толбай Дінмухамед Жамбулұлы  
28. Муканов Аскар Маратович  
29. Дюсенкулова Балгын Жасуланқызы  
30. Төлеген Назерке Төрегелдіқызы  
31. Терликбаева Алма Жолдасовна, д.т.н., РГП НЦ КПМС РК  
Индекс Хирша – 4 (Scopus).  
Author ID в Scopus – 57205372715  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205372715>  
ORCID 0000-0002-2537-897X  
<https://orcid.org/0000-0002-2537-897X>  
ResearcherID Web of Science: AAQ-2883-2020  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017459,30067569,51212557>
32. Шаяхметова Роза Абдрахмановна, к.т.н., РГП НЦ КПМС РК  
Индекс Хирша – 2 (Scopus).  
Author ID в Scopus – 6506211149  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506211149>  
ORCID 0000-0003-2265-2125  
<https://orcid.org/0000-0003-2265-2125>  
ResearcherID Web of Science: DTW-0858-2022  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/14961260>
33. Алимжанова Алия Маргулановна, PhD, РГП НЦ КПМС РК  
Индекс Хирша – 2 (Scopus).  
Author ID в Scopus – 57190441009  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190441009>  
ORCID 0000-0001-6098-7626  
<https://orcid.org/0000-0001-6098-7626>  
ResearcherID Web of Science: FYU-2530-2022  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/28712923>
34. Мухаметжанова Анар Аманкелдықызы, РГП НЦ КПМС РК  
Индекс Хирша – 1 (WoS).  
ResearcherID Web of Science: HJT-0790-2023  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/37561006>
35. Сахова Бану Тилеубергеновна, магистр, РГП НЦ КПМС РК  
36. Қали Айнұр Әзімханқызы, магистр, РГП НЦ КПМС РК  
37. Бешов Абдуали Бешович, д.х.н., профессор, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского»  
Индекс Хирша – 4 (Scopus).  
Author ID в Scopus – 55829870400  
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55829870400>  
ORCID 0000-0003-0745-039X  
<https://orcid.org/0000-0003-0745-039X>  
ResearcherID Web of Science: AHE-8230-2022  
<https://www.webofscience.com/wos/author/record/3893742,4494879>
38. Турлыбекова Макпал, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского»  
39. Жұмабай Фатима Мұхамбетжанқызы, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского»  
Индекс Хирша – 1 (WoS).  
ResearcherID Web of Science: DYB-9119-2022

	<p><a href="https://www.webofscience.com/wos/author/record/15969520">https://www.webofscience.com/wos/author/record/15969520</a></p> <p>40. Токсанбаев Болатбек Жакыпбекович, PhD, ТОО «Институт высоких технологий»</p> <p>41. Искаков Закен Алишерович, ТОО «Институт высоких технологий»</p> <p>42. Кумарбекова Альмира Турсбековна, ТОО «Институт высоких технологий»</p> <p>43. Фоменко Артем Сергеевич, ТОО «Институт высоких технологий»</p> <p>44. Ергешев Аким Русланович (НИТУ «МИСиС», г. Москва, РФ) Индекс Хирша – 1 (Scopus). Author ID в Scopus – 57219942105 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57219942105">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57219942105</a> ORCID 0000-0003-0581-4620 <a href="https://orcid.org/0000-0003-0581-4620">https://orcid.org/0000-0003-0581-4620</a> ResearcherID Web of Science: AGV-0967-2022 <a href="https://www.webofscience.com/wos/author/record/3817212">https://www.webofscience.com/wos/author/record/3817212</a></p> <p>45. Мазанов Сергей Валерьевич, к.т.н., КНИТУ (г. Казань, РФ) Индекс Хирша – 4 (Scopus). Author ID в Scopus – 7801635831 <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7801635831">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7801635831</a> ResearcherID Web of Science: FMW-3101-2022 <a href="https://www.webofscience.com/wos/author/record/25793494">https://www.webofscience.com/wos/author/record/25793494</a></p>
Список публикаций со ссылками на них	<p>1. С.В. Мазанов, А.О. Соловьёва, А.У. Аетов, И.М. Мубаракшин, Р.З. Мусин, А.В. Тарасова. Получение биодизельного топлива из масла дерева Ши // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. – 2023. – № 1. – С. 26-30. (<a href="https://vestnik.kai.ru/">https://vestnik.kai.ru/</a>)</p> <p>2. Толбай Д.Ж., Бекишев Ж.Ж., Исмаилова А.Г., Злобина Е.В., Тасибеков Х.С., Джумадилов Т.К., Искаков З.А., Токсанбаев Б.Ж., Кумарбекова А.Т., Фоменко А.С. Сорбционное извлечение рения различными ионитами из маточников сорбции урана // Химический журнал Казахстана. – №4. – 84 (2023). – С.142-150. (<a href="https://chemjournal.kz/index.php/journal/article/view/768">https://chemjournal.kz/index.php/journal/article/view/768</a>)</p> <p>3. А.Ж. Терликбаева, А.М. Алимжанова, Р.А. Шаяхметова, А.А. Мухаметжанова, Б.Т. Сахова. Теоретические расчеты и построение фазовых диаграмм многокомпонентной системы Ti-Al-Mo-V-Zr // Вестник Торайгыров университета. Серия «Наука и техника Казахстана». – №4. – С. 200-211. <a href="https://doi.org/10.48081/CTWE8923">https://doi.org/10.48081/CTWE8923</a></p>
Информация о патентах	<p>1. Наурызбаев М.К., Сошин С.А., Шаповалов Ю.А., Гумеров Ф.М., Мазанов С.В., Токпаев Р.Р., Тулеуханов С. // Патент на изобретение №042946. Мобильная универсальная проточная суб-сверхкритическая установка. Оpubл. 06.04.2023 г., Бюл. №4.</p> <p>2. Баешов А., Баешова А.К., Жарменов А.А. // Патент на полезную модель №7950. Способ восстановления ионов меди (II).</p> <p>3. Баешова А.К., Баешов А., Жұмабай Ф.М., Тажибаева А.Ш. // Патент на изобретение №36190. Химический способ получения сульфида одновалентной меди.</p>



