Жоба туралы қысқаша ақпарат

Жоба аты	«Күміс, мыс және халькогендерді (Se, Te) пайдаланылған өндірістік ерітінділерден суспензиялық электродтарда жүргізілетін электролиз әдісімен бөліп алу» ғылыми жобасы бойынша штаттық кесте
Жоба өзектілігі	Қазақстан Республикасында қоршаған ортаға әртүрлі элемент иондарынан толық тазартылмаған пайдаланылған ерітінділер мен ағынды суларды төгетін химиялық және металлургиялық кәсіпорындар жұмыс істейді. Мұндай ерітінділер құрамында биосфера үшін қауіпті, сонымен қатар қайталама пайдалану үшін құнды химиялық элементтер болады. Қазіргі уақытта мұндай элементтерді ерітінділерден бөліп алудың тиімді әдістері жеткіліксіз. Осыған байланысты пайдаланылған ерітінділерден құнды элементтерді бөліп алу тәсілдерін әзірлеу өзекті мәселе болып табылады және ұсынылып отырған жоба осы мәселеге арналған.
Жоба мақсаты	Суспензиялық электродтарды пайдалана отырып, электролиз әдісімен химиялық, гидрометаллургиялық және басқа да өндірістердің пайдаланылған ерітінділері мен ағызынды суларынан күміс, мыс және халькогендерді (селен және теллур) бөліп алудың жаңа электрохимиялық әдісін жасау.
Жоба міндеттері	1.Гальваностатикалық жағдайларда электролиз жүргізу арқылы әртүрлі параметрлерге: ток бергіштегі ток тығыздығына, араластыру жылдамдығына, суспензиядағы бөлшектердің концентрациясына, электролит құрамына және табиғатына байланысты катод кеңістігіндегі суспензиялық электродтар аумағындағы ерітінді потенциалының шамасының өзгеру сипатын зерттеу. 2.Суспензиялық электродтарды пайдалана отырып, гальваностатикалық жағдайлардағы электролиз әдісімен химиялық және гидрометаллургиялық өндірістердің пайдаланылған ерітінділері мен ағызынды суларынан күміс пен мысты бөліп алу процесіне әртүрлі параметрлердің әсер ету сипатын анықтау. 3.Суспензиялық электродтарды пайдалана отырып, гальваностатикалық жағдайлардағы электролиз әдісімен химиялық, гидрометаллургиялық өндірістердің және кейбір басқа өндірістердің пайдаланылған ерітінділері мен ағызынды суларынан селен, теллурды бөліп алу процесіне әртүрлі параметрлердің әсер ету сипатын анықтау.
Күтілетін және қол жеткізілген нәтижелер	**Қойылған міндеттерді орындау нәтижесінде мынадай нәтижелер алынады деп күтілуде:** Гальваностатикалық жағдайдағы электролиз әдісімен ток бергіштегі тығыздығы, араластыру жылдамдығы, суспензиядағы бөлшектердің концентрациясы, электролит құрамы.және табиғаты сияқты әртүрлі параметрлерге байланысты катод кеңістігіндегі суспензиялық электродтар аумағындағы ерітінді потенциалының шамасының өзгеру сипаты анықталады: Сұйытылған ерітінділерден күміс пен мысты суспензиялық электродтарды қолдану арқылы бөліп алу дәрежесіне, ток бойынша шығымына әр түрлі параметрлердің әсер ету сипаты анықталады. Электролитте аз концентрацияларда болу жағдайында күміс, мыс иондарының тотықсыздану процесінің заңдылықтары анықталады. Катодты поляризация кезінде суспензия электродтарының зарядталған бөлшектерінде күміс пен мыс иондарының толық тотықсыздануының мүмкіндігі көрсетіледі. Сұйытылған ерітінділерден селен мен теллурды суспензиялық электродтарды қолдану арқылы бөліп алу дәрежесіне, ток бойынша шығымына әр түрлі параметрлердің әсер ету сипаты анықталады. Электролитте аз концентрацияларда болу жағдайында «қиын тотықсызданатын» селенат-иондарының, теллурат-иондарының тотықсыздану процесінің заңдылықтары

	анықталады. Катодты поляризация кезінде суспензия электродтарының зарядталған бөлшектерінде селенат - және теллурат, селенит - және теллурит-иондардың толық тотықсыздану мүмкіндігі көрсетіледі. Science Citation Index Expanded Web of Science базасында индекстелетін және (немесе) Scopus базасында кемінде 50 (елу) CiteScore бойынша процентилі бар рецензияланатын ғылыми басылымдарда 2 (екі) ғылыми мақала және (немесе) шолу, Derwent Innovations Index дерекқорына енгізілген 1 (бір) патент жарияланады (Web of Science, Clarivate Analytics) және ҒЖБССҚК ұсынған рецензияланған шетелдік немесе отандық басылымда 1 (бір) мақала немесе шолу. **Қол жеткізілген нәтижелер:** Жүргізілген зерттеулер шеңберінде гальваностатикалық жағдайларда электролиз әдісі арқылы катодтық кеңістіктегі суспензиялық электродтар аймағында ерітінді потенциалының өзгеру сипаты анықталды. Бұл өзгерістер негізгі технологиялық параметрлерге, атап айтқанда, ток тығыздығына, араластыру жылдамдығына, суспензиядағы қатты фазаның концентрациясына және электролит құрамына тәуелді екендігі көрсетілді. Графит бөлшектерінің заряд тасымалдау қабілетіне ие екендігі анықталды, бұл потенциалдың неғұрлым теріс мәндер аймағына ығысуымен көрінеді және суспензиялық электродтың тиімді электрөткізгіштігінің артуына әкеледі. Бірінші текті өткізгіштер болып табылатын мыс бөлшектері қосымша ток қабылдағыштар қызметін атқарып, жүйеде электр зарядының таралуын қамтамасыз етеді. Күкірт және титан диоксиді (TiO_2) бөлшектерінің диэлектрлік қасиеттерге ие болуына байланысты заряд тасымалдау процесіне қатыспайтыны және инертті компоненттер рөлін атқаратыны көрсетілді. Зерттеу барысында айнымалы токты пайдалану арқылы титан диоксидін электрохимиялық әдіспен алу тәсілі әзірленді. Сонымен қатар TiO_2 синтезі үшін екінші реттік шикізатты (сынықтар, жаңқалар) пайдалану мүмкіндігі дәлелденді, бұл ресурс үнемдеу және экологиялық тұрақтылық тұрғысынан маңызды. Алынған нәтижелер электролиттік жүйелердегі дисперсті бөлшектердің пассивті емес, керісінше электрохимиялық өзара әрекеттесудің жалпы белсенді бетін арттыратын белсенді элементтер екенін көрсетеді. Бұл ағынды суларды тазарту, сұйылтылған ерітінділерден металдарды бөліп алу, электрохимиялық синтез және энергия сақтау жүйелері салаларында тиімді технологияларды әзірлеуге алғышарттар жасайды. Анықталған заңдылықтар негізінде графит бөлшектері кейінгі зерттеулерде суспензиялық электродтардың белсенді компоненті ретінде пайдаланылды. Эксперименттік түрде технологиялық параметрлердің ток бойынша шығымға және сұйылтылған ерітінділерден күміс пен мыс иондарын бөліп алу дәрежесіне әсері анықталды. Катодтық поляризация жағдайында суспензиялық графит электродтарының зарядталған бөлшектерінде аталған иондардың жоғары тиімділікпен тотықсызданатыны дәлелденді. Мұндай жүйелерді қолдану металдарды, тіпті олардың төмен концентрацияларында да тиімді бөліп алуға мүмкіндік береді, бұл олардың өнеркәсіптік қолдану аясын кеңейтеді. Сондай-ақ «қиын тотықсызданатын» қосылыстар санатына жататын селенат- және селенит-иондарын тотықсыздандыру бойынша зерттеулер жүргізілді. Суспензиялық электродтарда катодтық поляризация жағдайында олардың толық тотықсыздану мүмкіндігі анықталды. Селенат-иондарын тотықсыздандырудың жаңа тәсілі әзірленіп, Қазақстан Республикасының пайдалы модельге берілген патентімен қорғалды.

	Зерттеу нәтижелері экологиялық және өнеркәсіптік технологияларға, соның ішінде ағынды суларды тазарту және техногендік ерітінділерді қайта өңдеу жүйелеріне енгізу үшін практикалық маңызға ие. Жұмыс нәтижелері бойынша *Open Chemistry* халықаралық рецензияланатын журналында мақала жарияланды (2024, Scopus деректер базасында индекстелген). Қосымша бір мақала *Results in Chemistry* журналында қаралу сатысында (2026). Сондай-ақ нәтижелер халықаралық ғылыми конференцияларда (Ресей, Қазақстан, Греция) баяндалды.
Зерттеу тобы мүшелерінің аты-жөні, идентификаторлары (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, бар болса) және сәйкес профильдерге сілтемелер	1. Баешова Ажар Коспановна, техника ғылымдарының докторы, профессор (жоба жетекшісі): Scopus бойынша Хирш индексі – 2; Web of Science бойынша Хирш индексі – 1. (https://www.webofscience.com/wos/author/record/4331634), Researcher ID Web of Science: X-3470-2019, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9076-8130, Scopus Author ID: 56177619400. 2. Баешов Абдуали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі: Scopus бойынша Хирш индексі – 4; Web of Science бойынша Хирш индексі – 3. (https://www.webofscience.com/wos/author/record/4331634), Researcher ID Web of Science: X-3470-2019, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0745-039X, Scopus Author ID: 55829870400. 3. Турлыбекова Макпал Нышангалиевна, магистр: ORCID ID: 0000-0002-9030-159X. 4. Жұмабай Фатима Мұхамбетжанқызы, PhD: ORCID ID: 0000-0002-8914-9375 5. Ораз Ұлжан, магистр 6. Баймуханова Жанар, специалист
Қолдану	Әзірленген тәсіл ағынды суларды тазарту, сұйылтылған ерітінділерден металдарды бөліп алу және техногендік қалдықтарды қайта өңдеу үшін қолданылуы мүмкін.
Нақты баламалармен салыстырғандағы артықшылығы	Ұсынылып отырған тәсіл ерітінділерді электрохимиялық өңдеуде қолданылатын қолданыстағы аналогтармен салыстырғанда бірқатар елеулі артықшылықтарға ие. Дәстүрлі бекітілген электродтары бар электролиттік жүйелерден айырмашылығы, ұсынылып отырған тәсілде дисперсті бөлшектер заряд тасымалдаудың белсенді орталықтары ретінде әрекет ететін суспензиялық электродтар қолданылады. Бұл жабдықтың құрылымын күрделендірмей, электрохимиялық белсенді беттің тиімді ауданын едәуір арттыруды қамтамасыз етеді. Негізгі айырмашылығы: сұйылтылған ерітінділерден металл иондарын (Ag, Cu, Se) жоғары тиімділікпен тотықсыздандырып, бөліп алу мүмкіндігі, мұнда дәстүрлі әдістер тиімсіз немесе экономикалық тұрғыдан негізсіз болып табылады. Сонымен қатар ток бойынша шығым мен бөліп алу дәрежесінің жоғары мәндеріне қол жеткізіледі. Қосымша артықшылықтардың бірі: «қиын тотықсызданатын» қосылыстарды (атап айтқанда, селенат-иондарын) тотықсыздандыру, ал қолданыстағы технологияларда бұл көпсатылы процестерді немесе қымбат реагенттерді қолдануды талап етеді. Осылайша, әзірленген тәсіл келесі негізгі көрсеткіштер бойынша белгілі аналогтардан басым: төмен концентрациялар кезінде бөліп алу тиімділігі; әртүрлі иондарға қатысты әмбебаптық; материалдық және энергетикалық шығындарды төмендету; технологиялық қарапайымдылық және ауқымдауға бейімділік.
Жарияланымдар тізімі (URL, DOI көрсетілген)	1. Bayeshova A., Bayeshov A., Zhumabay F., Osińska M., Łęska B. *Electrochemical dissolution of titanium under alternating current polarization to obtain its dioxide* // Open Chemistry 2024; 22: 20240104. received May 2, 2024 (46%). https://doi.org/10.1515/chem-2024-0104

	2. Баешов А., Баешова А.К., Алимжанова А. *Каталитическое восстановление селенат-ионов из отработанных растворов и сточных вод в присутствии ионов титана (IV)* // XXII Международный съезд по общей и прикладной химии, 7-12 октября,2024, Федеральная территория «Сириус», Россия. Сборник тезисов докладов в 7 томах. Том 2. – М.:000 «Адмирал Принт»,2024.-С.128. 3. Баешова А.К., Баешов А.Б., Турлыбекова М.Н., Кенесов Е.Н. *Интенсификация электрохимических процессов с применением объемно-порошковых суспензионных электродов* // XII Международный Беремжановский съезд по химии и химической технологии, 4-6 декабря, 2024, Алматы, Казахстан. Сборник тезисов дкладов [Электронное издание]. -Алматы: НАО «КазНУ имени аль-Фараби, 2024. С.158. 4. А.К. Баешова, А.Б.Баешов. *Формирование дисперсных порошков меди в двух полупериодах переменного тока.* Тезисы докладов III Международной конференции «Фундаментальные и прикладные вопросы электрохимического и химико-каталитического осаждения и защиты металлов и сплавов», памяти чл.-корр. РАН Ю.М. Полукарова. 26-27 ноября 2024 г. – М.: ИФХЭ РАН, 2024. – 137 с. ISBN 978-5-6040217-5-0. 5. Bayeshov A., Bayeshova A.K. *New electrochemical methods for obtainig ultradispersed metal powders* // Abstract book 13th International Conference on Nanomaterials and Advanced Energy Storage Systems (INESS-2025), held in celebration of two significant milestones — the 15th anniversary of Nazarbayev University and the 100th anniversary of the Academician Yevnei Buketov. – Auqust 6-8,2025, Nazarbayev University, Astana, Kazakhstan. – P.53. 6. Bayeshova A.K., Bayeshov A. *New methods for recovering and extracting copper ions from industrial solutions and wastewater* // «Silk road chemistry: Современные химические технологии и наука». – Collection of abstracts of the 1 st International Scientific and practical Conference, dedicated to the 100th anniverversary of the Academician Ye. A. Buketov. September 25-27, 2025. 7. Bayeshova A., Bayeshov A., Turlybekova M., Zhumabay F. *Production of Cathodic Potential of Suspension Particles during Electrolysis* // International Conference on Applied Chemistry. Athens, Greece, November 10-11, 2025 8. Баешова А.К., Баешов А., Лахбаева Ж.А. *Способ восстановления шестивалентного селена* // Патент РК на полезную модель № по заявке № 2025/1341.2. Опубл. 28.11.2025. бюл. № 48 9. A. Bayeshova, A. Bayeshov, M. Turlybekova, F. Zhumabay. *Charge transfer behavoir of suspended particles under cathodic polarization in aqueous solutions* // Results in Chemistry, 2026. https://doi.org/10.2139/ssrn.6357953 Статус: Submission being processed (на стадии рассмотрения) 10. Баешов А., Баешова А.К., Тулешова Э.Ж. *Извлечение меди из отработанных растворов при восстановлении цинком в присутствии ионов титана (IV)* // В сб. трудов IV Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы электрохимии, экологии и защиты от коррозии», посвященной памяти профессора, заслуженного деятеля науки и техники РФ В.И.Вигдоровича. 15-17 октября 2025 года. Тамбов, 2025 г. – С. 33-37.
Патент туралы ақпарат	Баешова А.К., Баешов А., Лахбаева Ж.А. *Способ восстановления шестивалентного селена* // Патент РК № 11476 на полезную модель по заявке № 2025/1341.2. Опубл. 28.11.2025. бюл. № 48