Краткая информация о проекте

Наименование	AP23488976 Синтез функциональных электродов из наноструктурированных композитов на основе оксида кобальта для электрохимических накопителей энергии и создания суперконденсаторов
Актуальность	Для возобновляемой энергетики, которая подвержена суточным и сезонным колебаниям, необходимы энерго-аккумулирующих системы. Суперконденсаторы являются важным элементом таких систем. Сейчас интенсивно развиваются Гибридные суперконденсаторы на основе соединений металлов (оксидов сульфидов и др.), обладают потенциалом достижения высокой удельной мощности одновременно с высокой удельной энергией.
Цель	Разработка методов синтеза композитов из оксида кобальта и родственных материалов с получением функциональных электродов, создание на их основе гибридных суперконденсаторов, оптимизация их архитектуры
Задачи	• Исследование электрохимических характеристик материалов. • Коррекция технологических процессов синтеза по результатам аналитических исследований. • Разработка методов изготовления электродов с использованием синтезированных наноструктурированных композитов, оптимизация характеристик электродов • Исследование электрохимических характеристик конденсаторов • Исследование производительности суперконденсаторов, оптимизация характеристик и долговременной стабильности
Ожидаемые и достигнутые результаты	Исследованы электрод Ni_3S_2, выращенные на вспененном никеле методом гидротермального сульфидирования. Показано, что емкость электрода значительно возрастает в электрохимических условиях в щелочном электролите. Электроды продемонстрировали высокую стабильность своих электрохимических параметров при длительном циклировании, а также заметный эффект восстановления емкости при активации. Эти необычные свойства обусловлены in situ образованием на поверхности Ni_3S_2/NF-электрода слоя нанокристаллического гидроксида. Окисленный слой образуется на ранних стадиях электрохимического окислительно-восстановительного цикла, что приводит к быстрому увеличению емкости и структурному преобразованию поверхности, сопровождающемуся исчезновением фазы Ni_3S_2. Формирование гетероструктуры β-$Ni(OH)_2$/Ni_3S_2/NF однозначно подтверждено методами рамановской спектроскопии, рентгеноструктурного анализа и РФА-спектрофотометрии. Последующее появление фазы α-$Ni(OH)_2$ после активации CV указывает на быстрые преобразования в нанокристаллическом окисленном слое в электрохимических условиях. Тонкий слой гидроксида способствует высокой удельной емкости, в то время как нижележащий слой Ni_3S_2 обеспечивает высокую электропроводность и прочную механическую и электрическую интеграцию с подложкой из NF. Синергетический эффект в гетероструктуре $Ni(OH)_2$/Ni_3S_2/NF обусловлен оптимизированной толщиной слоя гидроксида, которая контролируется in situ электрохимическим окислением. В результате

	этого процесса образуется нанокристаллический гидроксидный слой с легкодоступной морфологией, увеличивающий площадь активной поверхности, доступную для электролита. Таким образом, контролируемое in situ окисление поверхности электродов на основе сульфидов металлов с образованием тонких слоев гидроксида может быть использовано для рациональной разработки гетероструктур на основе сульфидов и улучшения их электрохимических характеристик.
Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили	1. Абдуллин Хабибулла Абдуллаевич, профессор, доктор физ.-мат. наук, профессор. Индекс Хирша h (2026) – 16, https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57195696460 Web of Science Researcher ID B-7207-2015 . Scopus Author ID: 57195696460 ORCID http://orcid.org/0000-0002-2729-2272 Google scholar citations ID K7e27UkAAAAJ https://scholar.google.com/citations?user=K7e27UkAAAAJ 2. Калкозова Жанар Каниевна, к.ф.-м.н., ассоциированный профессор. Индекса Хирша h (2026) - 9. https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=17233742300 Researcher ID: B-7657-2015. ORCID: 0000-0002-4826-1678 https://orcid.org/0000-0002-4826-1678 Scopus author ID: 17233742300. GoogleScolar https://scholar.google.com/citations?pli=1&authuser=1&user=ewudiEYAAAAJ 3. Гриценко (Подрезова) Леся Владимировна, доктор PhD по специальности «Наноматериалы и нанотехнологии», ассоциированный профессор. Индекса Хирша h (2026) – 9 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190496146 ResearcherID P-8372-2014. Scopus author ID: 57190496146. https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190496146 ORCID https://orcid.org/0000-0003-0726-1118 GoogleScolar https://scholar.google.com/citations?user=Asa49lUAAAAJ&hl=ru 4. Мархабаева Айымкул Алихановна, PhD, Индекс Хирша (2026) h-7, Researcher ID: E-7185-2016 ORCID: 0000-0002-0657-422X https://orcid.org/0000-0002-0657-422X Scopus Author ID: 57189514621 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189514621 5 Айтжанов Мади Бауыржанович, магистр. Индекс Хирша h индекс (2026) - 7. https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55803827100 ORCID https://orcid.org/0000-0002-4608-7573 Scopus author ID: 55803827100. https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55803827100

	6. Немкаева Рената Руслановна, магистр физики, Индекса Хирша h (2026) – 16. Researcher ID: AAP-6068-2020 ORCID: 0000-0002-8782-703X https://orcid.org/0000-0002-8782-703X Scopus Author ID: 56491213400 https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56491213400 7. Нұрболат Шырын Таңырбергенқызы, магистр технических наук Индекса Хирша h (2026) – 4. Reserсher ID: JMQ-1690-2023 ORCID: 0000-0001-7972-6792 https://orcid.org/0000-0001-7972-6792 Scopus Author ID: 57219468672 8. Қанатов Жантилек Серікұлы, магистр, PhD докторант – 3 курс ORCID: 0009-0003-2975-0999 https://orcid.org/0009-0003-2975-0999
Использование	Создание источников резервного питания. Системы аккумуляции солнечной и возобновляемой энергии
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	В отличие от многих других материалов аккумуляторного типа, которые подвергаются снижению емкости при многократном циклировании, электроды из Ni_3S_2/NF демонстрируют стабильность. Показано, что этот эффект обусловлен образованием пористого слоя $Ni(OH)_2$ на поверхности Ni3S2 в электрохимических условиях.
Список публикаций с ссылками на них	1 Ulpan Balgimbayeva, Zhanar Kalkozova, Kuanysh Seitkamal, Daniele Tosi, Khabibulla Abdullin and Wilfried Blanc // Composite Metal Oxide Nanopowder-Based Fiber-Optic Fabry–Perot Interferometer for Protein Biomarker Detection // Biosensors. –2025. –Vol.15(7), 449. https://doi.org/10.3390/bios15070449 . Cites core 6.6. Highest percentile 92%. Q1. SJR – 0.885. WoS Q1 2 Kh.A. Abdullin, M.T. Gabdullin, L.V. Gritsenko, Zh.K. Kalkozova, Zh.S. Kanatov, A.A. Markhabayeva, R.R. Nemkayeva, D. Zhapargali & M. Mirzaeian In situ formation of nanocrystalline Ni(OH)2 in alkaline electrolyte explains superior capacitance and cycling stability of Ni3S2/NF electrodes // Scientific Reports , Article number: (2026) https://doi.org/10.1038/s41598-026-42576-y . Cites core 6.7. Highest percentile 89%. Q1. SJR – 0.874. WoS Q1
Информация о патентах	