

ISSN 2518-1491 (Online),
ISSN 2224-5286 (Print)



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»
ЧФ «Халық»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
«Halyk» Private Foundation

**SERIES
CHEMISTRY AND
TECHNOLOGY
2 (459)**

APRIL – JUNE 2024

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в Astana IT University, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «USTEM Robotics» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «Almaty Digital Ustaz».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится

работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и WoS и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,
Благотворительный Фонд «Халык»!**

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) Н = 4

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мынжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) Н = 11

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың бірінші проректоры (Алматы, Қазақстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, PhD докторы, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Оксфорд, АҚШ) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Рединг университетінің профессоры (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) Н = 15

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № **KZ66VPY00025419** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *органикалық химия, бейорганикалық химия, катализ, электрохимия және коррозия, фармацевтикалық химия және технологиялар.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/archiv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы РҚБ, 2024

Редакцияның мекенжайы: 050100, Алматы қ., Қонаев к-сі, 142, «Д.В. Сокольский атындағы отын, катализ және электрохимия институты» АҚ, каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан) Н = 4

Редакционная коллегия:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан) Н = 11

АГАБЕКОВ В ладимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь) Н = 13

СТРНАД Мирослав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия) Н = 66

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, Первый проректор КазНУ имени аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н = 11

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия) Н = 38

РОСС Самир, доктор PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США) Н = 35

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия) Н = 40

ТЕЛЬГАЕВ Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан) Н = 13

ФАРУК Асана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан) Н = 21

ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углехимии (Караганда, Казахстан) Н = 6

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан) Н = 4

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан) Н = 6

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан) Н = 13

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия) Н = 15

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ66VPY00025419, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *органическая химия, неорганическая химия, катализ, электрохимия и коррозия, фармацевтическая химия и технологии.*

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/archiv>

© РОО Национальная академия наук Республики Казахстан, 2024

Адрес редакции: 050100, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», каб. 310, тел. 291-62-80, факс 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, president of NAS RK, general director of JSC "Institute of fuel, catalysis and electrochemistry named after D.V. Sokolsky (Almaty, Kazakhstan) H = 4

Editorial board:

ADEKENOV Sergazy Mynzhasarovich (deputy editor-in-chief) doctor of chemical sciences, professor, academician of NAS RK, director of the international Scientific and production holding «Phytochemistry» (Karaganda, Kazakhstan) H = 11

AGABEKOV Vladimir Enokovich (deputy editor-in-chief), doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Belarus, honorary director of the Institute of Chemistry of new materials (Minsk, Belarus) H = 13

STRNAD Miroslav, head of the laboratory of the institute of Experimental Botany of the Czech academy of sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) H = 66

BURKITBAYEV Mukhambetkali, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, first vice-rector of al-Farabi KazNU (Almaty, Kazakhstan) H = 11

HOHMANN Judith, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, university of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) H = 38

ROSS Samir, Ph.D., professor, school of Pharmacy, national center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) H = 35

KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D., pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) H = 40

TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly, doctor of technical sciences, professor, corresponding member of NAS RK, ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) H = 13

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine. faculty of Oriental medicine, Hamdard university (Karachi, Pakistan) H = 21

FAZYLOV Serik Drakhmetovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director for institute of Organic synthesis and coal chemistry (Karaganda, Kazakhstan) H = 6

ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) H = 4

KHALIKOV Jurabay Khalikovich, doctor of chemistry, professor, academician of the academy of sciences of Tajikistan, institute of Chemistry named after V.I. Nikitin AS RT (Tajikistan) H = 6

FARZALIEV Vagif Medzhid ogly, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) H = 13

GARELIK Hemda, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) H = 15

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ66VPY00025419**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *organic chemistry, inorganic chemistry, catalysis, electrochemistry and corrosion, pharmaceutical chemistry and technology.*

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2024

Editorial address: JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel, catalysis and electrochemistry», 142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22, e-mail: orgcat@nursat.kz

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
ISSN 2224-5286
Volume 2, Number 459 (2024), 114-125
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.226>

UDC 54.057; 546.763; 54.061; 54-165.3

© M.M. Mataev¹, G.S. Patrin², K.Zh. Seitbekova³, M.A. Nurbekova¹,
M.E. Zhaisanbaeva^{1*}, 2024

¹ Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;

² Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia;

³ Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: zhaisanbayeva.moldir@gmail.com

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR PRODUCING AND STUDYING THE STRUCTURE OF SPINEL-PEROVSKITE COMPOSITE MATERIAL

Mataev M.M. — Doctor of Chemical Sciences, Professor, Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, 050000, Kazakhstan

E-mail: mataev_06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9057-5443>;

Patrin G.S. — Doctor of Chemical Sciences, Professor, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660000, Russia

E-mail: patrin@iph.krasn.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5261-0482>;

Seitbekova K. Zh. — PhD, senior lecturer, Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, 050000, Kazakhstan

E-mail: karima-14@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5261-0482>;

Nurbekova M.A. — Candidate of Chemical Sciences, senior lecturer, Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, 050000, Kazakhstan

E-mail: nurbekova.0@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-7258-3338> ;

Zhaisanbaeva M. E. — doctoral student, Kazakh National Women's Pedagogical University, Almaty, 050000, Kazakhstan

E-mail: zhaisanbayeva.moldir@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5306-8330>.

Abstract. This paper describes the synthesis and physicochemical characterization of polycrystalline spinel nanocomposite material multiferroic CoCr_2O_4 and YMnO_3 perovskite, in different ratio. The sol-gel method was used for synthesis. The structure and structure of the synthesized spinel- perovskite structural nanomaterial was determined by X-ray phase analysis (XRA). Calculation and processing results were carried out using the PDXL program. In the samples studied, it was found that polycrystalline two-phase nanomaterial: spinel with cubic space group and perovskite orthorhombic system. According to result scanning electron microscope (SEM) confirmed the elemental composition and average nanosize of the nanomaterial in the samples: 1. CoCr_2O_4 equals 103 to 542 nm, YMnO_3 equals 1.06–7.02 μm ; 2. CoCr_2O_4 equals 102 to 525 nm, YMnO_3 equals 1.02-6.97 μm ; 3. CoCr_2O_4 equals 106 to 557 nm, YMnO_3 equals 1.09-7.08 μm .

Keywords: chromite , manganite, composite, sol-gel, spinel, perovskite

© М.М. Матаев¹, Г.С. Патрин², К.Ж. Сейтбекова³, М.А. Нурбекова¹,
М.Е. Жайсанбаева^{1*}, 2024

¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан;

²Сібір федералды университеті, Красноярск, Ресей;

³Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: zhaisanbayeva.moldir@gmail.com

ШПИНЕЛЬ-ПЕРОВКСИТТИ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДЫ ӨНДІРУ ЖӘНЕ ҚҰРЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ ӘДІСІН ӘЗІРЛЕУ

Матаев М.М. — химия ғылымдарының докторы, профессор, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: mataev_06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9057-5443>;

Патрин Г.С. — химия ғылымдарының докторы, Сібір федералды университетінің профессоры, Красноярск, Ресей

E-mail: patrin@iph.krasn.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5261-0482>;

Сейтбекова К.Ж. — PhD, аға оқытушы, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: karima-14@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5261-0482>;

Нурбекова М.А. — химия ғылымдарының кандидаты, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан

E-mail: nurbekova.0@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-7258-3338>;

Жайсанбаева М.Е. – докторант, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан
E-mail: zhaisanbayeva.moldir@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5306-8330>.

Аннотация. Бұл мақалада поликристалды нанокөпбөлшек материал шпинельді мультиферроидты CoCr_2O_4 және YMnO_3 перовскитінің әртүрлі қатынастағы синтезі мен физика-химиялық сипаты сипатталған. Синтездеу үшін золь-гель әдісі қолданылды. Синтезделген шпинель перовскит құрылымдық наноматериалдың құрылымы мен құрылымы рентген фазалық анализ дифракция (РФА) арқылы анықталды. Нәтижелерді есептеу және өңдеу PDXL бағдарламасы арқылы жүзеге асырылды. Зерттелген үлгілерде поликристалды екі фазалы наноматериал бар екені анықталды: типі кубты тобы бар шпинель және орторомбты перовскит жүйесі. Сканерлеуші электронды микроскоптың (SEM) нәтижелері бойынша үлгілердегі наноматериалдың элементтік құрамы мен орташа наноөлшемі расталды: 1. CoCr_2O_4 103-тен 542 нм-ге дейін, YMnO_3 1,06-7,02 мкм-ге тең, 2. CoCr_2O_4 – 102-525 нм, YMnO_3 – 1,02-6,97 мкм, 3. CoCr_2O_4 – 106-557 нм, YMnO_3 – 1,09–7,08 мкм.

Түйін сөздер: хромит, манганит, композит, золь-гель, шпинель, перовскит

© М.М. Матаев¹, Г.С. Патрин², К.Ж. Сейтбекова³, М.А. Нурбекова¹,
М.Е. Жайсанбаева^{1*}, 2024

¹Казахский национальный женский педагогический университет,
Алматы, Казахстан;

²Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия;

³Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы,
Казахстан.

E-mail: zhaisanbayeva.moldir@gmail.com

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ШПИНЕЛЬНО-ПЕРОВКСИТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Матаев М.М. — доктор химических наук, профессор, Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан

E-mail: mataev_06@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9057-5443>;

Патрин Г.С. — доктор химических наук, профессор, Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

E-mail: patrin@iph.krasn.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5261-0482>;

Сейтбекова К.Ж. — PhD, старший преподаватель, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

E-mail: karima-14@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5261-0482>;

Нурбекова М.А. — кандидат химический наук, старший преподаватель, Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан

E-mail: nurbekova.0@qyzpu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-7258-3338>;

Жайсанбаева М.Е. — докторант, Казахский национальный женский педагогический университет, Алматы, Казахстан

E-mail: zhaisanbayeva.moldir@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5306-8330>.

Аннотация. В статье описывается синтез и физико-химический характер поликристаллического нанокompозитного материала – шпинель мультиферроика CoCr_2O_4 и YMnO_3 перовскита в разных соотношениях. В качестве синтеза использовался метод золь-геля. Строение и структура синтезированного шпинель-перовскита структурного наноматериала определяли методом рентгенофазного анализа (РФА). Расчет и обработка результатов проводились с помощью программы PDXL. У исследуемых образцов установлено, что поликристаллический двухфазный наноматериал: шпинель с кубической пространственной группой и перовскит орторомбический сингонии. По данным результата сканирующего электронного микроскопа (СЭМ), подтверждены элементный состав и средний наноразмер наноматериала в образцах: 1. CoCr_2O_4 равно 103 до 542 нм, YMnO_3 равно 1.06–7.02 мкм, 2. CoCr_2O_4 равно 102 до 525 нм, YMnO_3 равно 1.02–6.97 мкм, 3. CoCr_2O_4 равно 106 до 557 нм, YMnO_3 равно 1.09–7.08 мкм.

Ключевые слова: хромит, манганит, композит, золь-гель, шпинель, перовскит

Introduction

Manipulation magnetic properties under action electrical fields in magnetoelectric multiferroic materials caused significant research activities aimed on implementation their transformative technological potential (Spaldin, 2019). Most often, researchers study the

magnetoelectric properties of composites consisting of a phase with a spinel structure and a ferroelectric phase with a perovskite structure (O'Neill, 1983).

Compounds belonging to the class of complex oxide materials are being intensively studied. Complex oxides are attractive for use due to their chemical inertness and stability. The creation of materials based on various oxides makes it possible to obtain both purely magnetic and multiferroic compounds (Spaldin, 2010). Heterogeneous media are represented with developed interfaces between mesoscopic structural elements, for example, systems with phase separations, film structures and nanoscale composites (Alguero, 2016). In this area, manganite compounds with the general formula $A_x B_{1-x} Mn_y Me_{1-y} O_3$ have been studied in most detail, where A is a rare earth element, B is usually an alkaline earth element, and Me is a 3d metal (Patrin, 2020; Patrin, 2021).

Research has shown that (La, Sr)MnO₃ perovskites doped with B-site Al produce 9 times more H₂ and 6 times more CO compared to the modern material, cerium, when reduced at 1623 K and oxidized at 1273 K (McDaniel 2013). While these results are promising, it is worth noting that to achieve high CO and H₂ production from perovskites in general, a large excess of steam and carbon dioxide is required (Muhich, 2018). Thermodynamic analysis based on thermogravimetric experiments has shown that the ABO_{3-β} perovskites studied to date (A^¼ La, Sr, Ca and B^¼ Mn, Al) have lower specific mass productivity and efficiency compared to cerium under most operating conditions, including two-stage cycling and isothermal regime (Scheffe, 2013; Muhich, 2018; Takacs, 2016; Yang, 2014; Cooper, 2015; Bork, 2017). The lower efficiency of perovskites is explained by their high heat capacity and, in particular, the low absolute value of the change in the Gibbs energy of oxygen vacancy formation, which is unfavorable for the oxidation reaction, but favorable for the reduction reaction. (Bork, 2019) a predictive study was carried out using thermodynamic calculations multicomponent perovskite La_{0.6} Sr_{0.4} Mn_{1-y} Cr_y O₃ How new candidate for solar fuel. Chromium is added to the B-site of the ABO₃ perovskite to increase the change in Gibbs energy of oxygen formation and decrease the heat capacity, and to test whether these changes increase the efficiency of the perovskite compared to La_{0.6} Sr_{0.4} MnO₃.

Chromite multiferroic oxides MCr₂O₄ (M=Ni, Mn, Co, Zn, Fe, etc.) have not only received widespread attention in potential applications, but have recently come under scrutiny due to their multiferroic nature (Yamasaki, 2006). At high temperatures these samples belong to a spinel structure with cubic spatial group Fdm. Due to their interesting physical properties, chromite spinels have found applications in multiferroic memory devices (Scott, 2007), disk recording (Kleemann, 2017), microwave absorbers (Shah, 2018), and electrical devices (Dong, 2018). They are also offered to use as heat-resistant pigments (Fernández, 2002), gas sensitive materials (Niu, 2004), photocatalysts For H₂ release and decomposition polluting substances (Boumazza, 2009). The work (Hcini, 2021) presents thermal, microstructural, optical, magnetic and magnetocaloric studies of chromite spinel Ni_{0.5} Mn_{0.5} Cr₂ O₄ prepared by the sol-gel method. (Mataev, 2019) with authors in the work using the sol-gel method, he synthesized chromite-manganite phases, the composition of which was studied by X-ray diffraction, and a single-phase composite nanomaterial was obtained.

Materials and research methods

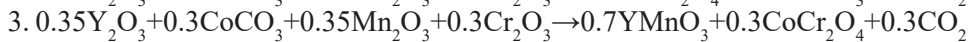
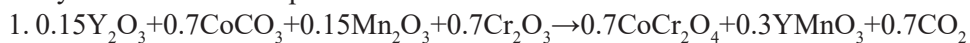
The following reagents were used as starting materials: yttrium (III) oxide, ((Y₂O₃) 99.99% GOST/TU 48-4-524-90, Russia); manganese (III) oxide, ((Mn₂O₃) 99.99% GOST/

TU 6-09-3364-78, Russia); chromium (III) oxide ((Cr_2O_3) 99 % GOST TU 6-09-4272-84, Russia); cobalt carbonate (II) ((CoCO_3) 99.99 % GOST 5407-78, Russ.).

Were used following means and methods of measurement: a lund y crucible (diameter 50 mm (5cm)); used Brazil agate mortar (diameter 140 mm (14 cm)). For definitions phase composition were used X-ray phase method – on the device diffractometer (Miniflex 600 RIGAKU (U=30 kV, J=10mA, frequency rotation 1000 pulses per second, constant time $t=5$ s, angular interval 2θ from 5 to 90° , Japan)) and scanning electron microscope (TM4000Plus (magnification $\times 10$ - $\times 100\ 000$, depth of field: 0.5 mm, accelerating voltage: 5 kV, 10 kV, 15 kV, maximum sample size: 80 mm in diameter, 50 mm in height, minimum displacement step: 65 nm; Microanalysis system for tabletop microscope HITACHI TM 4000 Plus: Silicon drift detector with a working area of $30\ \text{mm}^2$, guaranteed energy resolution: 137 eV (Mn,Ka), Japan)).

Experimental part

Three composite nanomaterials were synthesized by the sol-gel method in different ratios. The synthesis reaction is presented below:



The use of citric acid and glycerol as precipitating agents had a positive effect on the formation of homogeneous phase samples. Stoichiometric amounts of oxides were ground in an alundum crucible and mixed in an agate mortar until a homogeneous mixture was obtained. Distilled water, glycerin and citric acid were added to the resulting mixture. The mass was heated in an electric oven until a gel was obtained. The resulting gel was treated in a muffle furnace at a temperature of $600\ ^\circ\text{C}$ for 20–30 minutes. The composition, after turning into powder, was re-fired with increasing temperature in the range of 600 – $1100\ ^\circ\text{C}$. The firing was divided into six stages, with a total duration of 39 hours. After each stage of synthesis, intermediate grinding and unloading into an X-ray apparatus were carried out. As a result, a two-phase nanocomposite was synthesized: multiferroic spinel CoCr_2O_4 and YMnO_3 perovskite. Calculation and processing data were carried out using the PDXL program.

Discussion and results

The structure of the resulting spinel-perovskite nanomanganite was analyzed and its phase composition was determined by the X-ray phase method. As a result of X-ray phase analysis Powdered polycrystalline samples were rendered into two different phases of cobalt chromite (CoCr_2O_4) and yttrium manganite (YMnO_3) composites. The insets in Figures 1–3 show quantitative diagrams of the composites. X-ray diffraction patterns made it possible to establish that in the composites the percentage ratio of phases is: 1 sample cobalt chromite (CoCr_2O_4) 71.2 %, yttrium manganite (YMnO_3) 28.8 %; in sample 2 cobalt chromite (CoCr_2O_4) 84.2 % and yttrium manganite (YMnO_3) 15.8 %, and in sample 3 yttrium manganite 69.1 % cobalt chromite 30.9 %.

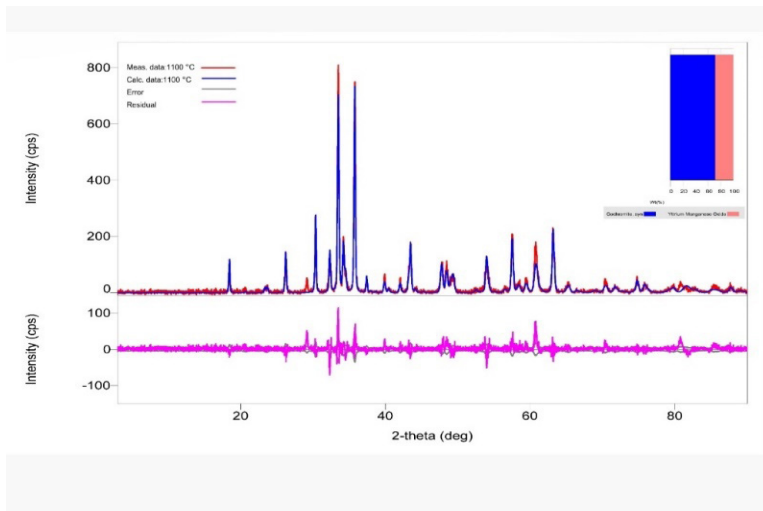


Figure 1. X-ray diffraction pattern of sample 1. Inset: phase diagram ratios: CoCr_2O_4 71.2 % and YMnO_3 28.8 %

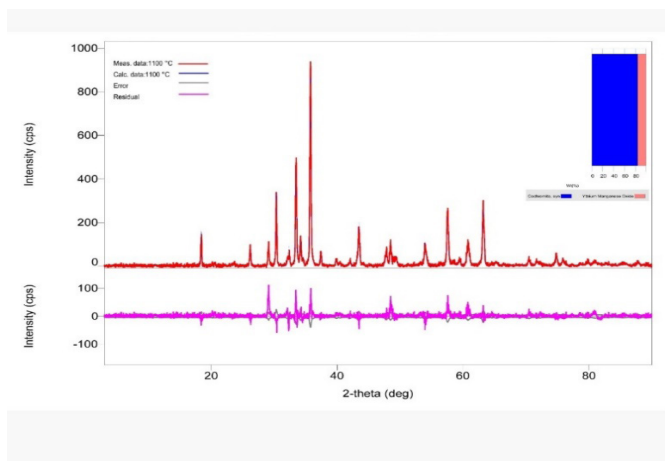


Figure 2. X-ray diffraction pattern of sample 2. Inset: phase diagram ratios: CoCr_2O_4 84.2 % and YMnO_3 15.8 %

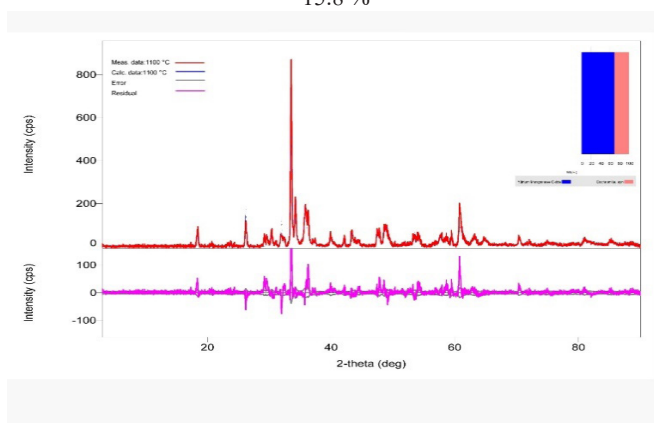


Figure 3. X-ray diffraction pattern of sample 3. Inset: phase diagram ratios: YMnO_3 69.1 % and CoCr_2O_4 30.9 %

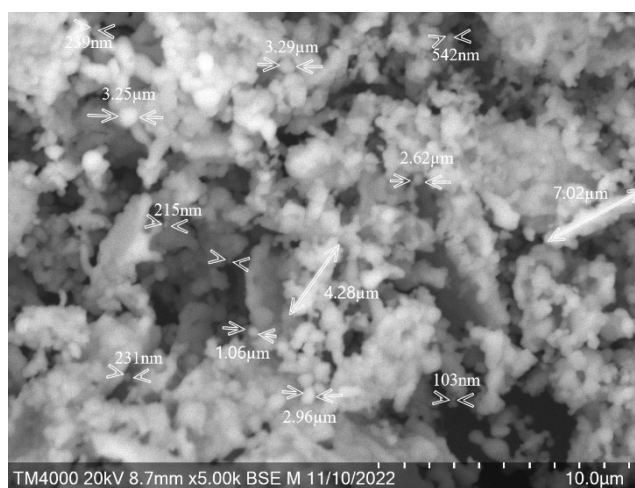
Results of refinement of structural parameters binary phase with cubic and orthorhombic crystal structure of cells are given in table 1.

Table 1. Results of quantitative analysis of the crystal lattice for all studied samples

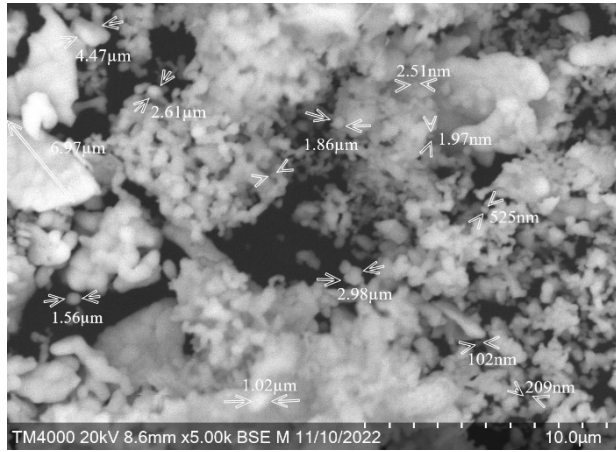
Sample	Phase formula	a (Å)	b (Å)	c (Å)	$V_{\text{cell}}, \text{Å}^3$	Space group	Z	Theor. Density (g/cm ³)
1.	CoCr ₂ O ₄	8.3152	8.3152	8.3152	574.92	<i>Fdm</i>	8	5.244
	YMnO ₃	5.5356	7.5088	5.2399	217.80	<i>Pnma</i>	4	5.852
2.	CoCr ₂ O ₄	8.3080	8.3080	8.3080	573.45	<i>Fdm</i>	8	5.255
	YMnO ₃	5.23614	5.5302	7.5035	217.28	<i>Pnma</i>	4	5.771
3.	CoCr ₂ O ₄	8.325	8.325	8.325	576.9	<i>Fdm</i>	8	5.244
	YMnO ₃	5.609	7.486	5.240	220.02	<i>Pnma</i>	4	5.852

Phase a CoCr₂O₄ when the number of formula units Z=8 crystallizes in a cubic lattice with space group *Fdm*. Phase YMnO₃ accordingly, at Z=4 it crystallizes in an orthorhombic lattice with space group *Pnma* (Table 1).

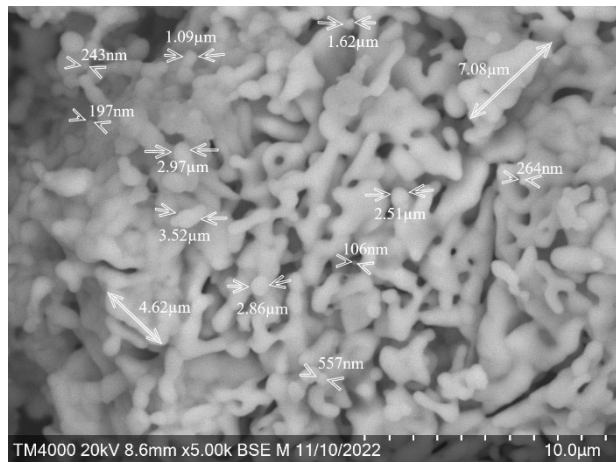
Scanning electron microscopy (SEM): SEM analysis (Fig. 4 a, b, c) showed the presence of conglomerates of particles with a size of 1.06–7.08 microns (μm) and 103–554 nm (nm), regardless of the ratio of the starting substances. Such particle sizes in all samples highlight the effectiveness of sol-gel synthesis in obtaining homogeneous microstructures.



According to the data in Figure 4 a, it was found that the synthesized spinel CoCr₂O₄ has a structural crystal size from 103 to 542 nm, and YMnO₃ perovskite has a microstructural phase size of 1.06–7.02 μm.



According to the data in Figure 4 b, it was found that the synthesized spinel CoCr_2O_4 has a structural crystal size from 1025 to 525 nm, and YMnO_3 perovskite has a microstructural phase size of 1.02–6.97 μm.



According to the data in Figure 4 c, it was found that the synthesized spinel CoCr_2O_4 has a structural crystal size from 106 to 557 nm, and YMnO_3 perovskite has a microstructural phase size of 1.09–7.08 μm.

Elemental analysis (EDS) and phase composition: spectral analysis (Fig. 5–7) showed the presence of Y, Cr, Co and Mn, which confirms the formation of the proposed composite materials. The elemental composition exactly matched the results of X-ray diffraction analysis, which confirms the accuracy of the synthesis process. Quantitative data obtained using EDS are consistent with the formula composition.

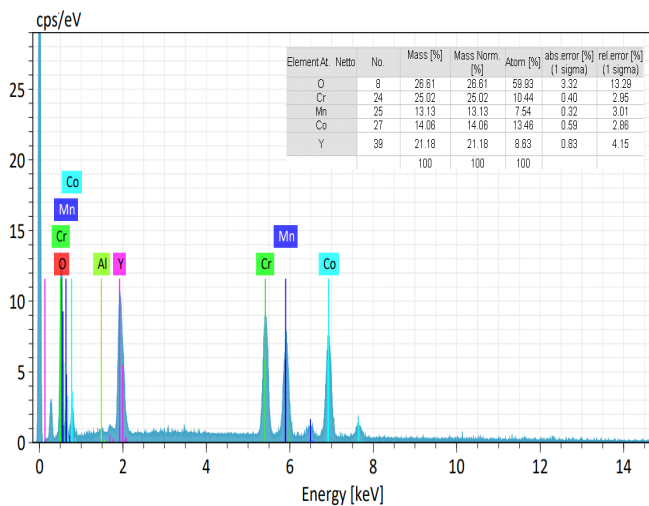


Figure 5. EDS spectral results of sample 1. Inset: EDS spectral analysis results

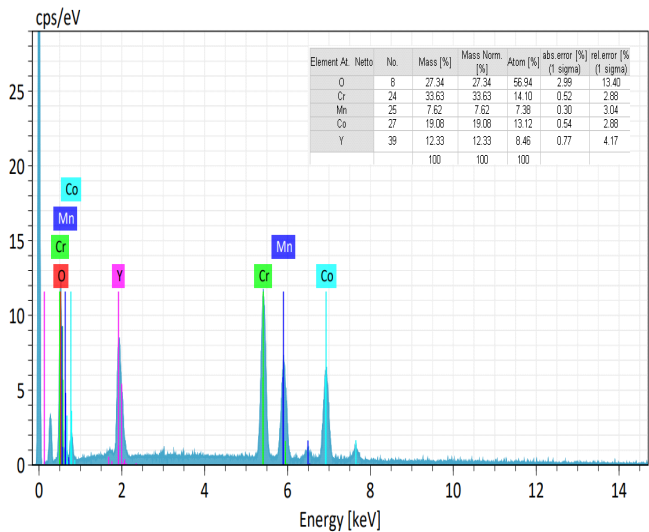


Figure 6. Results of EDS spectra of sample 2. Box: Results spectral EDS

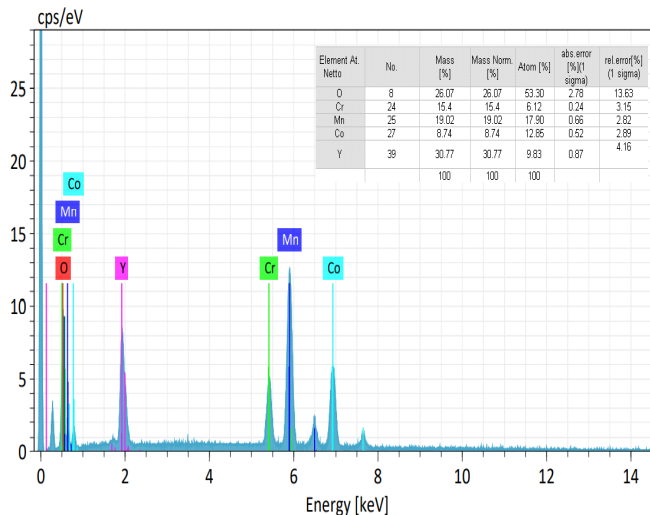


Figure 7. Results of EDS spectra of sample 3. Inset: Results of EDS spectral analyses

The presence of Y, Cr, Co and Mn from the EDS spectra is shown in Figure 2. The EDS composition measurements of the composite samples were presented in the insets of Figures 5–7. The data indicates the amount of each element present in the sample. The results of elemental analysis confirm the results obtained using X-ray phase analysis, respectively, the result of quantitative analysis. Quantitative data corresponds to manganite formula yttrium and chromite cobalt.

Conclusion

In this research sol-gel method synthesized three compositional material with spinel structure multiferroic CoCr_2O_4 and YMnO_3 perovskite. An analysis of the phase structure and elemental composition of the resulting two-phase nanomaterial was carried out. The results of X-ray diffraction analysis show that in all 3 samples, with the number of formula units of cobalt chromite (Z) equal to 8. It was found that the unit cell parameters are 1 sample $a, b, c = 8.3152 \text{ \AA}$, in sample 2 $a, b, c = 8.3080 \text{ \AA}$, in sample 3 $a, b, c = 8.325 \text{ \AA}$, The unit cell parameter is formed by cubic spatial groups. In perovskite it is shown that in all 3 samples, with the number of formula units of yttrium manganite (Z) equal to 4, it was determined unit cell parameters are 1 sample $a = 5.5356 \text{ \AA}$, $b = 7.5088 \text{ \AA}$, $c = 5.2399 \text{ \AA}$; 2 $a = 5.23614 \text{ \AA}$, $b = 5.5302 \text{ \AA}$, $c = 7.5035 \text{ \AA}$; in sample 3 $a = 5.609 \text{ \AA}$, $b = 7.486 \text{ \AA}$, $c = 5.240 \text{ \AA}$, that the shape parameters are definitely orthorhombic space group. And the result was also established scanning electron microscope microstructures of a nanocomposite. According to result SEM confirmed the elemental composition and average nanosize of the nanomaterial in the samples: 1. CoCr_2O_4 equals 103 to 542 nm, YMnO_3 equals 1.06-7.02 μm ; 2. CoCr_2O_4 equals 102 to 525 nm, YMnO_3 equals 1.02-6.97 μm ; 3. CoCr_2O_4 equal to 106 to 557 nm, YMnO_3 equal to 1.09-7.08 μm .

REFERENCES

- Alguero M. (2016). Nanoscale Ferroelectrics and Multiferroics. In Wiley eBooks. — <https://doi.org/10.1002/9781118935743>
- Bork A.H., Povoden-Karadeniz E. & Rupp J.L.M. (2016). Modeling Thermochemical Solar-to-Fuel conversion: CALPHAD for Thermodynamic Assessment Studies of perovskites, exemplified for (LA,SR)MNO₃. *Advanced Energy Materials*. — 7(1). — 1601086. — <https://doi.org/10.1002/aenm.201601086>
- Bork A.H., Povoden-Karadeniz E., Carrillo A.J. & Rupp J.L.M. (2019). Thermodynamic assessment of the solar-to-fuel performance of La_{0.6}Sr_{0.4}Mn_{1-y}CryO_{3-δ}-perovskite solid solution series. *Acta Materialia*. — 178. — 163–172. — <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2019.07.022>
- Boumaza S., Bouarab R., Trari M. & Bouguelia A. (2009). Hydrogen photo-evolution over the spinel CuCr₂O₄. *Energy Conversion and Management*. — 50(1). — 62–68. — <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2008.08.027>
- Cooper T., Scheffe J.R., Gálvez M.E., Jacot R., Patzke G.R. & Steinfeld A. (2015). Lanthanum Manganite Perovskites with Ca/Sr A-site and Al B-site Doping as Effective Oxygen Exchange Materials for Solar Thermochemical Fuel Production. *Energy Technology*. — 3(11). — 1130–1142. — <https://doi.org/10.1002/ente.201500226>
- Dong S. & Pourhosseini Asl M. (2018). Review of multi-layered magnetoelectric composite materials and devices applications. — *Journal of Physics D*. — 51(24). — 243001. <https://doi.org/10.1088/1361-6463/aac29b>
- Fernández A.I. & De Pablo L. (2002). Formation and the colour development in cobalt spinel pigments. *Pigment & Resin Technology*. — 31(6). — 350–356. — <https://doi.org/10.1108/03699420210449043>
- Hcini F., Hcini S., Almoneef M.M., Dhaou M.H., Alshammari M.S., Mallah A., Zemni S., Lefi N. & Bouazizi M.L. (2021). Thermal, microstructural, optical, magnetic and magnetocaloric studies for Ni_{0.5}Mn_{0.5}Cr₂O₄ chromite spinel prepared using sol-gel method. *Journal of Molecular Structure*. — 1243. — 130769. — <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.130769>
- Kleemann W. (2017). Multiferroic and magnetoelectric nanocomposites for data processing. *Journal of Physics D*. — 50(22). — 223001. — <https://doi.org/10.1088/1361-6463/aa6c04>
- McDaniel A.H., Miller E.A., Arifin D., Ambrosini A., Coker E.N., O’Hayre R., Chueh W.C. & Tong J. (2013). Sr-and Mn-doped LaAlO_{3δ} for solar thermochemical H₂ and CO production. *Energy and Environmental Science*. — 6(8). — 2424–2428. — <https://doi.org/10.1039/C3EE41372A>
- Muhich C.L., Blaser S., Hoes M.C. & Steinfeld A. (2018). Comparing the solar-to-fuel energy conversion efficiency of ceria and perovskite based thermochemical redox cycles for splitting H₂O and CO₂. *International Journal Hydrogen Energy*. — 43(41). — 18814–18831. — <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.08.137>
- Mataev M.M., Patrin G.S., Seitbekova K. Zh., Tursinova Zh.Y., Abdraimova M.R. (2019). SYNTHESIS AND X-RAY DIFFRACTION STUDY OF THE CHROMITE-MANGANITES. *Chemical journal of Kazakhstan*. — 3. — 207–216. — SSN 1813–1107
- Niu, X., Du, W., & Du, W. (2004). Preparation and gas sensing properties of ZnM2O4 (M = Fe, Co, Cr). *Sensors and Actuators B-Chemical*. — 99(2–3). — 405–409. — <https://doi.org/10.1016/j.snb.2003.12.007>
- Patrin G.S., Mataev M.M., Seitbekova K. Zh., Shiyan Y.G., Yarikov S.A., Zharkov S.M. (2020). Magnetic and resonance properties of the Y_{0.5}Sr_{0.5}Cr_{0.5}Mn_{0.5}O₃ polycryst. *Physics of the Solid State*. — 62(8). — 1350–1354. — <https://doi.org/10.1134/S1063783420080272>
- Patrin G.S., Mataev M.M., Abdraimova M.R., Tursinova Zh.I., Kezdikbaeva A.T., Shiyan Ya.G., Plekhanov V.G. (2021). Magnetic Properties of the DyMn₂O₅-Mn₃O₄ nanoparticle composite. *Technical Physics*, 66(4), 635–641. <https://doi.org/10.1134/S1063784221040137>
- O’Neill H.S. & Navrotsky A. (1983). Simple spinels; crystallographic parameters, cation radii, lattice energies, and cation distribution. *American Mineralogist*. — 68. — 181–194.

Takacs M., Hoes M., Caduff M.E., Cooper T., Scheffe J.R. & Steinfeld A. (2016). Oxygen nonstoichiometry, defect equilibria, and thermodynamic characterization of LaMnO_3 perovskites with Ca/Sr A-site and Al B-site doping. *Acta Materialia*. — 103. — 700–710. —<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2015.10.026>

Scheffe J. R., Weibel D. & Steinfeld A. (2013). Lanthanum–Strontium–Manganese perovskites as redox materials for solar thermochemical splitting of H_2O and CO_2 . *Energy & Fuels*. — 27(8). — 4250–4257. — <https://doi.org/10.1021/EF301923H>

Scott J.F. (2007). Multiferroic memories. *Nature Materials*, 6(4), 256–257. <https://doi.org/10.1038/nmat1868>

Spaldin N.A. & Ramesh R. (2019). Advances in magnetoelectric multiferroics. *Nature Materials*. — 18(3). — 203–212. — doi:10.1038/s41563-018-0275-2

Spaldin N.A. Cheong S. & Ramesh R. (2010). Multiferroics: Past, present, and future. *Physics Today*. — 63(10). — 38–43. — <https://doi.org/10.1063/1.3502547>

Shah Z.H., Riaz S., Atiq S. & Naseem S. (2018). Tunable structural and electrical impedance properties of ordered and disordered iron oxide phases for capacitive applications. *Ceramics International*. — 44(14). — 16352–16364. — <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.06.043>

Yang C.K., Yamazaki Y., Aydin A. & Haile S.M. (2014). Thermodynamic and kinetic assessments of strontium-doped lanthanum manganite perovskites for two-step thermochemical water splitting. *Journal of Materials Chemistry. A, Materials for Energy and Sustainability*. — 2(33). — 13612–13623. —<https://doi.org/10.1039/c4ta02694b>

Yamasaki Y., Miyasaka S., Kaneko Y., He J., Arima T. & Tokura Y. (2006). Magnetic Reversal of the Ferroelectric Polarization in a multiferroic spinel oxide. *Physical Review Letters*. — 96(20). — <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.96.207204>

МАЗМҰНЫ

Қ. Амантайұлы, С. Азат, Н.Н. Нургалиев, Х. Аббас, Қ. Тоштай МЫРЫШ БАЛҚЫТУ ҚОЖДАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫНАН МЫРЫШТЫ АММОНИЙ ХЛОРИДІ АРҚЫЛЫ ШАЙМАЛАП БӨЛІП АЛУ.....	7
Е.Б. Асылбеков, С.А. Тунгатарова, G.G. Xanthoroulou, Т.С. Байжуманова, М. Жумабек МЕТАНОЛДЫ SHS ӘДІСІМЕН СИНТЕЗДЕЛГЕН КАТАЛИЗАТОРЛАРДА СУТЕГІ БАР ЖАНАРМАЙ ҚОСПАСЫНА КОНВЕРСИЯЛАУ.....	21
С.Н. Ахметова, А.С. Ауезханова, А.К. Жармагамбетова, Э.Т. Талгатов, А.И. Джумекеева АЛКАНДАРДЫҢ СҰЙЫҚ ФАЗАЛЫҚ ТОТЫҒУЫНДА ГЕТЕРОГЕНДІ ХИТОЗАНМЕН ТҰРАҚТАНДЫРЫЛҒАН ХРОМ ЖӘНЕ ТЕМІР КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНЫҢ КАТАЛИТИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ...34	34
М.Д. Даулетова, А.К. Умбетова, Ю.А. Литвиненко, Г.Ш. Бурашева, Н.С. Елибаева <i>POLYGANACEAE</i> ТҰҚЫМДАС ӨСІМДІК ТҮРІНЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ КЕШЕНДІ АЛУ ЖОЛДАРЫН ҰСЫНУ.....	46
Г.Д. Жетписбаева, Б.К. Масалимова, В.А. Садықов ТРАНСМИССИЯЛЫҚ ЭЛЕКТРОНДЫ МИКРОСКОПИЯНЫҢ КӨМЕГІМЕН ПЕРОВСКИТ ТӘРІЗДІ КҮРДЕЛІ ОКСИДТЕРДІ ЗЕРТТЕУ.....	62
Б.И. Диханбаев, А.Б. Диханбаев, М.Б. Кошумбаев, Ж.Т. Бекишева ҚАЗАҚСТАН ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ КЕШЕНІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ПРОБЛЕМАЛАРЫ ЖӘНЕ ҚАЛДЫҚСЫЗ ТЕХНОЛОГИЯЛАРҒА КӨШЕ ОТЫРЫП, ЖЫЛУ КӨМІР ЭНЕРГЕТИКАСЫН ДЕКАРБОНИЗАЦИЯЛАУ.....	70
Э.А. Камбарова, Н.А. Бектенов, А.К. Байдуллаева, М.А. Гавриленко ЦЕОЛИТ БЕТІНДЕГІ ЭПОКСИДІ ШАЙЫРЛЫ ПЛАНДАРДАҒЫ СОРБИЦИЯЛЫҚ ЗАТТАРДЫҢ БӨЛҮІ.....	87
М.Б. Камбатыров, П.А. Абдуразова, У.Б. Назарбек КӨМІР ӨНДІРУ ҚАЛДЫҚТАРЫН АЗЫҚ ӨНДІРУ ҮШІН ПАЙДАЛАНУ: ҚҰС ТАҒАМЫНДАҒЫ ГУМАТТАРДЫҢ ӘЛЕУЕТІН ЗЕРТТЕУ.....	99
М.М. Матаев, Г.С. Патрин, К.Ж. Сейтбекова, М.А. Нурбекова, М.Е. Жайсанбаева ШПИНЕЛЬ-ПЕРОВКСИТТИ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДЫ ӨНДІРУ ЖӘНЕ ҚҰРЛЫМЫН ЗЕРТТЕУ ӘДІСІН ӘЗІРЛЕУ.....	114
Г. Мукушева, Р. Джалмаханбетова, М. Алиева, А. Самородов, А. Тәжібай ХИНИН АЛКАЛОИДЫНЫҢ СИНТЕЗДЕЛГЕН ТУЫНДЫЛАРЫНЫҢ АНТИКОАГУЛЯЦИЯЛЫҚ ЖӘНЕ АГРЕГАЦИЯҒА ҚАРСИ БЕЛСЕНДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....	126
А.О. Оразымбетова, С.А. Сакибаева, Г.Ф. Сагитова, А.Ж. Суйгенбаева ШАНҚАНАЙ КЕН ОРНЫНДАҒЫ ЦЕОЛИТТЕРДІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	138
Ж. Рахимберлинова, И. Кулаков, Г. Якуда, А. Ағысбай, А. Альжанов ХЛОРЛАНҒАН КӨМІРЛЕР МЕН ХЛОРГУМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН СИНТЕЗДЕР.....	151

В.В. Романов, В.В. Меркулов, С.К. Кабиева, Р.Қ. Жаслан, Л.М. Власова
КЛИНКЕРСІЗ ТҮТҚЫР ЗАТ АЛУ МАҚСАТЫНДА ДОМНА ӨНДІРІСІНІҢ
ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚАЙТА ӨНДЕУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ.....164

Ә.И. Тасмағамбетова, А.Д. Товасаров, Н.Б. Акынбаев
ИТБАЛЫҚ МАЙЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....177

Р. Шулен, Д. Махаева, Д. Казыбаева, Г. Ирмухаметова, Г.А. Мун
ТЕТРААКРИЛАТ ПЕНТАЭРИТРИТОЛ ЖӘНЕ ТЕТРАКИС(3-
МЕРКАПТОПРОПИОНАТ) ПЕНТАЭРИТРИТОЛ НЕГІЗІНДЕ
БИОДЕГРАДАЦИЯЛАНАТЫН ДӘРІЛІК ФОРМАЛАРДЫ АЛУ.....191

СОДЕРЖАНИЕ

Қ. Амантайұлы, С. Азат, Н. Нурғалиев, Х. Аббас, Қ. Тошта ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦИНКА ИЗ ЦИНКОВЫХ ШЛАКОВ ПУТЕМ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ХЛОРИДОМ АММОНИЯ.....	7
Е.Б. Асылбеков, С.А. Тунгатарова, G.G. Xanthoroulou, Т.С. Байжуманова, М. Жумабек КОНВЕРСИЯ МЕТАНОЛА В ВОДОРОДСОДЕРЖАЩУЮ ТОПЛИВНУЮ СМЕСЬ НА КАТАЛИЗАТОРАХ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ МЕТОДОМ SHS.....	21
С.Н. Ахметова, А.С. Ауезханова, А.К. Жармагамбетова, Э.Т. Талғатов, А.И. Джумекеева ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГЕТЕРОГЕННЫХ ХИТОЗАН-СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ХРОМОВЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В ЖИДКОФАЗНОМ ОКИСЛЕНИИ АЛКАНОВ.....	34
М.Д. Даулетова, А.К. Умбетова, Ю.А. Литвиненко, Г.Ш. Бурашева, Н.С. Елибаева РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА POLYGANACEAE.....	46
Г.Д. Джетписбаева, Б.К. Масалимова, В.А. Садыков ИЗУЧЕНИЕ СЛОЖНЫХ ОКСИДОВ ПЕРОВСКИТНОГО ТИПА МЕТОДОМ ТРАНСМИССИОННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ.....	62
Б.И. Диханбаев, А.Б. Диханбаев, М.Б. Кошумбаев, Ж.Т. Бекишева ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КАЗАХСТАНА И ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ ТЕПЛОВОЙ УГОЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ С ПЕРЕХОДОМ НА БЕЗОТХОДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	70
Э.А. Камбарова, Н.А. Бектенов, А.К. Байдуллаева, М.А.Гавриленко РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СОРБИРОВАННОГО ВЕЩЕСТВА В ПЛЕНКАХ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ НА ПОВЕРХНОСТИ ЦЕОЛИТА	87
М.Б. Камбатыров, П.А. Абдуразова, У.Б. Назарбек ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВ: ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ГУМАТОВ В ПИТАНИИ ПТИЦЫ.....	99
М.М. Матаев, Г.С. Патрин, К.Ж. Сейтбекова, М.А. Нурбекова, М.Е. Жайсанбаева РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ШПИНЕЛЬНО-ПЕРОВКСИТНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА....	114
Г. Мукушева, Р. Джалмаханбетова, М. Алиева, А. Самородов, А. Тәжібай ИЗУЧЕНИЕ АНТИКОАГУЛЯЦИОННОЙ И АНТИАГРЕГАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ АЛКАЛОИДА ХИНИНА.....	126
А.О. Оразымбетова, С.А. Сакибаева, Г.Ф. Сагитова, А.Ж. Суйгенбаева ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦЕОЛИТОВ ЧАНКАНАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	138
Ж. Рахимберлинова, И. Кулаков, Г. Якуда, А. Ағысбай, А. Альжанов СИНТЕЗЫ НА ОСНОВЕ ХЛОРИРОВАННЫХ УГЛЕЙ И ХЛОРГУМИНОВЫХ КИСЛОТ	151

В.В. Романов, В.В. Меркулов, С.К. Кабиева, Р.Қ. Жаслан, Л.М. Власова ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗКЛИНКЕРНОГО ВЯЖУЩЕГО.....	164
А.И. Тасмагамбетова, А.Д. Товасаров, Н.Б. Акынбаев ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЖИРА ТЮЛЕНЯ.....	177
Р. Шулен, Д. Махаева, Д. Казыбаева, Г. Ирмухаметова, Г.А. Мун ПОЛУЧЕНИЕ БИОДЕГРАДИРУЕМЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ НА ОСНОВЕ ТЕТРААКРИЛАТА ПЕНТАЭРИТРИТОЛА И ТЕТРАКИС(3- МЕРКАПТОПРОПИОНАТА) ПЕНТАЭРИТРИТОЛА.....	191

CONTENTS

K. Amantaiuly, S. Azat, N.N. Nurgaliyev, Q. Abbas, K. Toshtay EXTRACTION OF ZINC FROM ZINC SMELTING SLAG BY LEACHING WITH AMMONIUM CHLORIDE.....	7
Y.B. Assylbekov, S.A. Tungatarova, G.G. Xanthopoulou, T.S. Baizhumanova, M. Zhumabek CONVERSION OF METHANOL INTO HYDROGEN-CONTAINING FUEL MIXTURE ON CATALYSTS SYNTHESIZED BY SHS METHOD.....	21
S.N. Akhmetova, A.S. Auyezkhanova, A.K. Zharmagambetova, E.T. Talgatov, A.I. Jumekeyeva STUDY OF THE CATALYTIC PROPERTIES OF HETEROGENEOUS CHI- TOSAN-STABILIZED CHROMIUM AND IRON CATALYSTS IN LIQUID-PHASE OXIDATION OF ALKANES.....	34
M.D. Dauletova, A.K. Umbetova, Yu.A. Litvinenko, G.Sh. Burasheva, N.S. Yelibaeva DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OBTAINING A BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOSITION BASED ON PLANTS OF THE <i>POLYGANACEAE</i> FAMILY.....	46
G.D. Jetpisbayeva, B.K. Massalimova, V.A. Sadykov STUDYING COMPLEX OXIDES OF THE PEROVSKITE TYPE BY THE METHOD OF FLASHED ELECTRON MICROSCOPY.....	62
B.I. Dikhanbayev, A.B. Dikhanbayev, M.B. Koshumbayev, Zh.T. Bekisheva ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF KAZAKHSTAN'S ENERGY COMPLEX AND DECARBONIZATION OF THERMAL COAL POWER WITH THE TRANSITION TO WASTE-FREE TECHNOLOGIES.....	70
E.A. Kambarova, N.A. Bektenov, A.K. Baidullayeva, M.A. Gavrilenko DISTRIBUTION OF SORBED SUBSTANCE IN EPOXY RESIN FILMS ON THE SURFACE OF ZEOLITE, 2024	87
M.B. Kambatyrov, P.A. Abdurazova, U.B. Nazarbek UTILIZING COAL MINING WASTE FOR FEED PRODUCTION: EXPLORING THE POTENTIAL OF HUMATES IN POULTRY NUTRITION.....	99
M.M. Mataev, G.S. Patrin, K.Zh. Seitbekova, M.A. Nurbekova, M.E. Zhaisanbaeva DEVELOPMENT OF A METHOD FOR PRODUCING AND STUDYING THE STRUCTURE OF SPINEL-PEROVSKITE COMPOSITE MATERIAL.....	114
G. Mukusheva, R. Jalmakhanbetova, M. Aliyeva, A. Samorodov, A. Tazhibay STUDY OF ANTICOAGULATION AND ANTIAGGREGATIONAL ACTIVITY OF SYNTHESIZED QUININE ALKALOID DERIVATIVES.....	126
A.O. Orazymbetova, S.A. Sakibayeva, G.F. Sagitova, A.Zh. Suigenbayeva INVESTIGATION OF THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF ZEOLITES OF THE CHANGKANAI DEPOSIT.....	138
Zh. Rakhimberlinova, I. Kulakov, G. Yakuda, A. Agysbay, A. Alzhanov SYNTHESES BASED ON CHLORINATED CARBONS AND CHLOROHUMIC ACIDS.....	151

V. Romanov, V. Merkulov, S. Kabiyeva, R. Zhaslan, L. Vlasova
INVESTIGATION OF THE PROCESS OF PROCESSING TECHNOGENIC WASTE
FROM BLAST FURNACE PRODUCTION IN ORDER TO OBTAIN A CLIN-
KER-FREE BINDER.....164

A.I. Tasmagambetova, A.D. Tovassarov, N.B. Akynbayev
RESEARCH ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF SEAL OIL.....177

R. Shulen, D. Makhayeva, D. Kazybayeva, G. Irmukhametova, G. Mun
CREATING BIODEGRADABLE DOSAGE FORMS BASED ON PENTAERYTHRI-
TOL TETRAACRYLATE AND TETRAKIS(3-MERCAPTOPROPIONATE)
PENTAERYTHRITOL.....191

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

**www.nauka-nanrk.kz
<http://chemistry-technology.kz/index.php/en/arhiv>
ISSN 2518-1491 (Online), ISSN 2224-5286 (Print)**

Подписано в печать 15.06.2024.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.