

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
4 (457)

SEPTEMBER – DECEMBER 2023

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/arithv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы РҚБ, 2023

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, 2023

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, 2023

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 4, Number 457 (2023), 173–180

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.201>

UDC 54.057

© M.M. Mataev¹, M.A. Nurbekova¹, B. Keskin², Z.B. Sarsenbayeva^{1*}, 2023

¹Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan;

²Yildiz Technical University, Istanbul, Turkey.

E-mail: sarsenbayeva.zamira@qyzpu.edu.kz

SYNTHESIS AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF POLYCRYSTAL $\text{FeMnO}_3\text{-Ho}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$

Mataev M.M. – doctor of chemical sciences, professor, Kazakh National Women's Teacher Training University, Department of Chemistry, Almaty, Kazakhstan

E-mail: mataev_06@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7258-3338>;

Nurbekova M.A. – candidate of chemical sciences, senior lecturer, Kazakh National Women's Teacher Training University, Department of Chemistry

E-mail: marzhan85@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7258-3338>;

Keskin B. - Ph.D., associate professor, Yildiz Technical University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry

E-mail: bahadirkeskin@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8502-8982>;

Sarsenbayeva Z.B. – master of pedagogical sciences, lecturer, Kazakh National Women's Teacher Training University, Department of Chemistry, 050000, Almaty, Kazakhstan

E-mail: sarsenbayeva.zamira@qyzpu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-7434-0441>.

Abstract. This article shows the synthesis and physicochemical nature of the polycrystalline nanocomposite material $\text{FeMnO}_3\text{-Ho}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$. The sol-gel (Pechini) method was used as a synthesis method. The structure and structure of the synthesized perovskite-garnet structural nanomaterial was determined by X-ray phase analysis (XRD). According to the analysis indicators, it was found that the polycrystalline double-phase, perovskite-garnet and syngonic types are cubic. The analysis of the microstructure of the nanocomposite and the quantitative composition of the contained elements on the equipment of a scanning electron microscope (SEM) was carried out. According to the data obtained from the SEM results, the elemental composition and average nanosize of the nanomaterial were confirmed, and it was also determined that manganite – 2.3 μm and ferrite – 0.34 μm .

Keywords: perovskite, garnet, X-ray, double phase, polycrystal

© М.М. Матаев¹, М.А. Нурбекова¹, Б. Кескин², З.Б. Сарсенбаева^{1*}, 2023

¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан;

²Йылдыз техникалық университеті, Стамбул, Түркия.

E-mail: Sarsenbayeva.zamira@qyzpu.edu.kz

FeMnO₃-Ho₃Fe₅O₁₂ ПОЛИКРИСТАЛЫНЫҢ СИНТЕЗІ МЕН ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Матаев М.М. — химия ғылымдарының докторы, профессор. Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, химия кафедрасы, 050000, Алматы, Қазақстан

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

Нурбекова М.А. — химия ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы. Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, химия кафедрасы, 050000, Алматы, Қазақстан

E-mail: marzhan85@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7258-3338>;

Кескин Б. — Ph.D., қауымдастырылған профессор, Йылдыз техникалық университеті, өнер және ғылым факультеті, химия кафедрасы

E-mail: bahadirkeskin@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8502-8982>;

Сарсенбаева З.Б. — педагогикалық ғылымдар магистрі, оқытушы. Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Химия кафедрасы, 050000, Алматы, Қазақстан

E-mail: sarsenbayeva.zamira@qyzpu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-7434-0441>.

Аннотация. Бұл мақалада FeMnO₃-Ho₃Fe₅O₁₂ поликристалды нанокөпозитті материалының синтезі және физика-химиялық сипаты көрсетілген. Синтездеу әдіс ретінде золь-гель (Печини) әдісі қолданылды. Синтезделген перовскит-гранат құрылымды наноматериалдың құрылысы мен құрылымы рентген фазалық талдау (РФТ) әдісімен анықталды. Талдау көрсеткіштері бойынша поликристалымыз қос фазалы, перовскит пен гранат құрылымды, және сингония типі кубты екендігі анықталды. Нанокөпозиттің микроқұрылымы мен құрамындағы элементтердің сандық құрамына сканерлеуші электронды микроскопта (СЭМ) талдау жүргізілді. СЭМ қондырғысынан алынған мәліметтер бойынша наноматериалдың элементтік құрамы және орташа наноөлшемдері манганитінікі 2.3 μm және ферритінікі 0,34 μm екендігі анықталды.

Түйін сөздер: перовскит, гранат, x-гау, қос фаза, поликристал

© М.М. Матаев¹, М.А. Нурбекова¹, Б. Кескин², З.Б. Сарсенбаева^{1*}, 2023

¹Казахский национальный женский педагогический университет,
Алматы, Казахстан;

²Технический университет Йылдыз.

E-mail: sarsenbayeva.zamira@qyzpu.edu.kz

СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИКРИСТАЛЛА FeMnO₃-Ho₃Fe₅O₁₂

Матаев М.М. — доктор химических наук, профессор. Казахский национальный женский педагогический университет, кафедра химии, 050000, Алматы, Казахстан,

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

Нурбекова М.А. — кандидат химических наук, старший преподаватель. Казахский национальный женский педагогический университет, кафедра химии, 050000, Алматы, Казахстан

E-mail: marzhan85@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7258-3338>;

Кескин Б. — Ph.D., ассоциированный профессор, Технический университет Ыбылдыз, факультет искусств и наук, кафедра химии

E-mail: bahadirkeskin@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-8502-8982>;

Сарсенбаева З.Б. — магистр педагогических наук, преподаватель. Казахский национальный женский педагогический университет, кафедра химии, 050000, г. Алматы, Казахстан

E-mail: sarsenbayeva.zamira@qyzpu.edu.kz; <https://orcid.org/0000-0002-7434-0441>.

Аннотация. В этой статье описывается синтез и физико-химический характер поликристаллического нанокompозитного материала $\text{FeMnO}_3\text{-Ho}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$. В качестве метода синтеза использовался метод золь-геля (Печини). Строение и структура синтезированного перовскитно-гранатового структурного наноматериала определяли методом рентгенофазного анализа (РФТ). По показателям анализа установлено, что поликристаллический двухфазный, перовскитно-гранатовый и кубический тип сингонии. Проведен анализ микроструктуры нанокompозита и количественного состава содержащихся элементов на оборудование сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). По данным, полученным по результатам СЭМ, подтверждены элементный состав и средний наноразмер наноматериала, а также определено содержание манганита – 2,3 μm и феррита – 0,34 μm .

Ключевые слова: перовскит, гранат, X-ray, двойная фаза, поликристалл

Introduction

The synthesis of inorganic nanoparticles is of high interest in basic and technical sciences due to their size and shape, physical properties and various applications (Acharyya, 2014) (Li, 2022). Nanomaterials are used in the manufacture of many high-quality devices. Researchers study the functions of nanomaterials due to their superior structural characteristics and superior electrical (Tamilalagan E., 2021) and magnetic properties including light emitting devices, solar cells, sensors (Magar, 2023), catalysts (Mohsin, 2023) (Bhinge, 2023) microwave absorbers, transistors, magnetic resonance imaging and pigments (Patrinhiyan, 2021) (Kokulnathan, 2022) (Kasenov, 2022). In particular, nanomaterials based on perovskite are of considerable interest in electrochemical sensing due to increased catalytic activity (Junita, 2023), different oxygen content, electrically active structures, chemical and thermal stability, mobility of oxide ions, high electronic and ionic conductivity (Sriram, 2021). The progress of perovskites as a sensory material for the detection of versatile analyses from the perspective of psychological and pedagogical safety is very important (Suvina, 2020). Much attention in the development of perovskites is paid to the presence of the environmentally benign nature of ABO_3 -based variable elements, the abundance of electrochemical properties, the availability of cost, low toxicity and high earth content (Gu, 2020) (Suvina V. K. T., 2020) (Amalraj, 2021). Despite the above advantages, it mainly suffers from insufficient electrical conductivity (Karuppiah C. T. B., 2021) (Karuppiah, 2021). However, the coexistence of Fe and Mn cations in the same crystal

structure resulted in multiple valence, resulting in a synergistic effect that increased electrical conductivity and electrochemical surface area (Shad, 2022) (Sherlin, 2022).

Rare earth garnets have the chemical formula $\{A3\}[B2](B3)O_{12}$, cubic structure and space group Ia3d (230). $\{A3\}$ - rare earth cation located in dodecahedral positions 24c, [B2] and (B3) - transition metal cations located in octahedral positions 16a and tetrahedral positions 24d, respectively (Opuchovic, 2017) (Sadhana, 2015). Rare earth (R) ferrite garnets (RIG), $R_3Fe_5O_{12}$ are systems illustrating Neil's theory of ferrimagnetism (Smart, 1955). In particular, garnet systems with magnetic rare earth ions such as Tb, Dy and Ho have three magnetic internal lattices, which often results in a very interesting temperature magnetization phenomenon known as T_{comp} (Ghanathe, 2021). Due to its structural conformation, garnet-type ceramics have magnetic properties that allow them to be used in passive microwave components and magnetic carriers such as insulators, circulators, phase shifters and miniature antennas operating in a wide frequency range (1-100 GHz) (Rivera, 2023). Due to the holmium doping effect, which disrupts the neutralization of the Fe-Fe interaction, as a result of which the magnetic moments decrease. The transfer effects of holmium on the conductivity property and the reason why the B-H hysteresis line is clearly visible indicate that the dominant magnetization process (spin rotation and bright region wall motion) is interrupted by the presence of the rare earth element and decreases the saturation permeability and magnetization values (Hapishah, 2019). This suggests that obtaining a new two-phase polycrystal with these properties is of great importance.

Materials and methods of research

The following reagents were used: manganous nitrate (II) ($Mn(NO_3)_2 \cdot xH_2O$, Buchs, Switzerland); Iron (III) nitric acid 9-aqueous crystallhydrate, part TU 6-09-02-553-96 (Merck Life Sciences LLC, Russian Federation); holmium oxide (III), 99.99 % (GOO-1TU 48-4-192-72, Russia)

The following measuring instruments and methods were used: pre-used laboratory agate mortar, Brazilian agate (diameter - 13 cm (130 mm)). To determine the phase composition, an X-ray phase method (MINIFLEX 600 Rigaku) and a scanning electron microscope (TM4000Plus) were used.

The experimental part

The two-phase nanomaterial $FeMnO_3-Ho_3Fe_5O_{12}$ was synthesized by the sol-gel (Pechini) method. Manganous and iron nitrates were doped with holmium oxide (holmium content in the resulting product is 1 %). Metal nitrates were calculated in stoichiometric ratio. Metal nitrates were calculated in stoichiometric relationship. It was also reacted in the presence of citric acid and ethylene glycol (a gel-forming agent). The resulting gel was processed at a temperature of 120°C for 12 hours, and the porous product was repeatedly crushed and fired at a temperature of 600–1300°C for 6 hours. As a result, a two-phase perovskite-garnet nanocomposite was synthesized. The elemental composition and crystal structure of the resulting complex oxide compound were determined by SEM and XRF methods.

discussion and results

The structure of the obtained perovskite-garnet nanomanganite was analyzed and its

phase composition was determined by the X-ray phase method. X-ray phase analysis of powdered polycrystalline samples was performed at ambient temperature on a desktop X-ray diffractometer Rigaku Miniflex 600 (Japan).

Earlier, the authors (Mataev, 2017) synthesized single-phase compounds of the $\text{BiMe}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ structure, but in this work, a nanocomposite of two-phase holmium garnet ferrite and perovskite iron manganite in a two-phase state was synthesized.

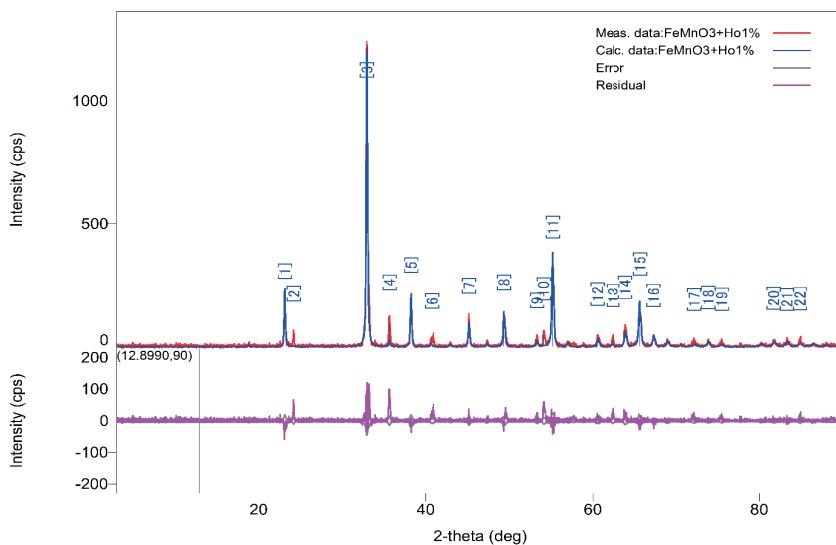


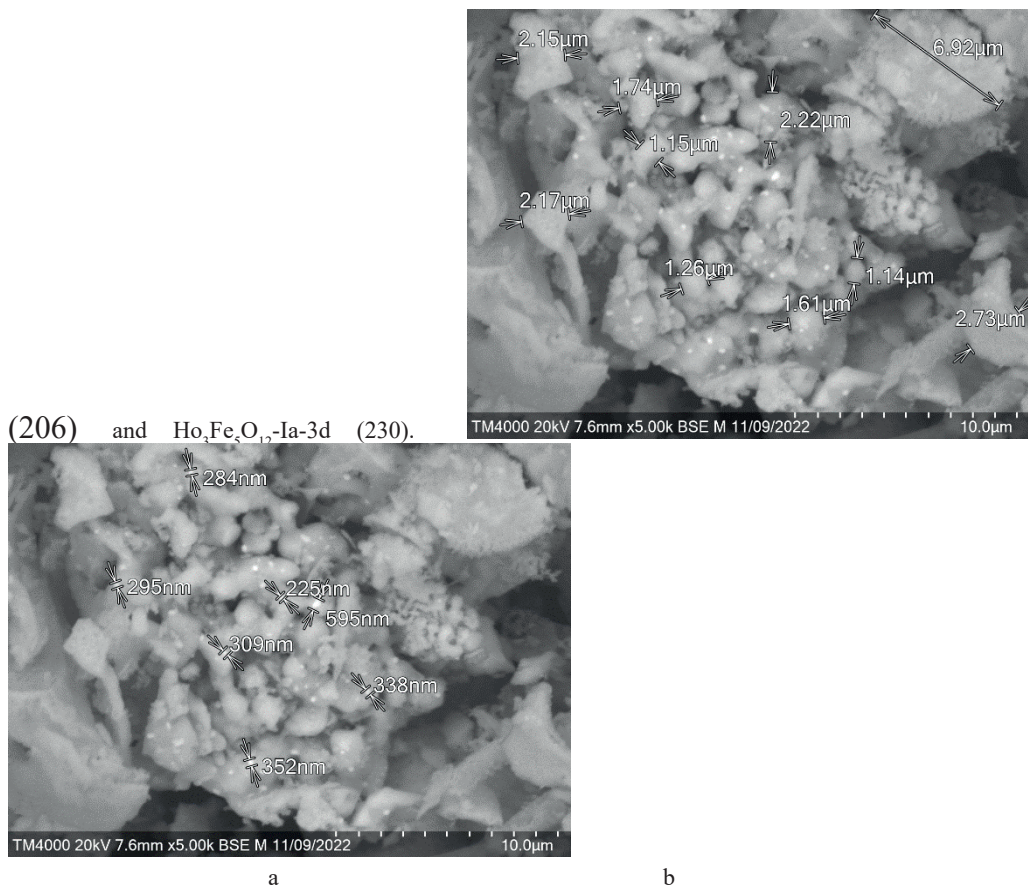
Figure 1. Diffraction pattern of the $\text{FeMnO}_3\text{-Ho}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ composite polycrystal

Based on the X-ray phase analysis, the main phase of the nanocomposite is FeMnO_3 . The content of holmium in the lattice did not exceed 1 % (Table 1). The parameters a and c of the crystal lattice were 9.41 Å and 12.32 Å.

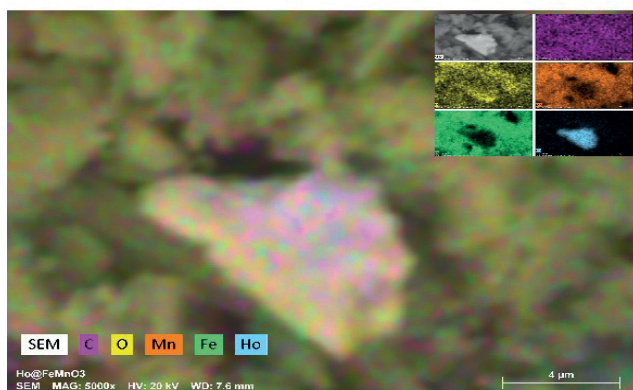
Table 1. Results of numerical analysis of the crystal lattice

No	Name of compound	Types of syngony	a , Å	b , Å	c , Å	V_{cell} , Å ³	Z	Space group
1	FeMnO_3	cubic	9.41	9.41	9.41	834.21	16	Ia-3 (206)
	$\text{Ho}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$	cubic	12.32	12.32	12.32	1868	8	Ia-3d (230)

Table 1 shows the data obtained by the method of X-ray phase analysis, and according to the results of the analysis, that a binary phase with a cubic crystalline structure. Cubic with a space group for the $\text{FeMnO}_3\text{-Ia-3}$ phase



According to the data in Figure 2, it was found that the synthesized $\text{Ho}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ garnet has a structural crystal size from 225 to 595 nm, and the FeMnO_3 perovskite has a micro-structural phase size of 1.14–6.92 μm .



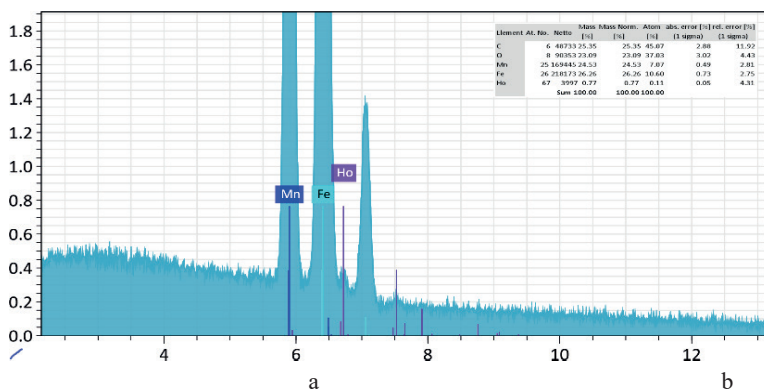


Figure 3 (a, b). Elemental composition of the binary phase $\text{FeMnO}_3\text{-Ho}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$

According to scanning electron microscope data, mass measurements of elements in a two-phase nanomaterial prove that the elemental composition map coincides with theoretical data.

Conclusion

The analysis of phase structure and element composition of the produced two-phase nanomaterial was conducted. According to the results of the analysis, the crystallographic results proved that the syngonium types of two-phase polycrystals are cubic. With the number of formula units of iron manganite (Z) equal to 16, it was determined that the shape parameters of the cubic unit cell are $a, b, c = 9.41 \text{ \AA}$, and the garnet-shaped compound $\text{Ho}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ ($Z = 8$) is $a, b, c = 12.32 \text{ \AA}$. Also, by determining the nanoscale and elemental composition, the formation of the product was proved.

REFERENCES

- Acharyya S.S. (2014). Preparation of the CuCr_2O_4 spinel nanoparticles catalyst for selective oxidation of toluene to benzaldehyde. *Green Chemistry*, — 16 (5), — 2500–2508. — doi:10.1039/c3gc42369g
- Amalraj A.J.J. (2021). The simultaneous electrochemical determination of furazolidone and dimetridazole using transition metal titanates with an ilmenite type structure. *J. Mater. Chem.*, — 9(42), — 15263–15275. — doi:10.1039/d1tc03383b
- Bhing G.A. (2023). Electrocatalytic properties of CoFe_2O_4 synthesized by sol-gel route. *Materials Today: Proceedings*. — doi:10.1016/j.matpr.2023.01.236
- Ghanathe M.K. (2021). Magnetic ordering of Ho and its role in the magnetization reversal and coercivity double peaks in the $\text{Ho}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ garnet. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, — 523, — 167632. — doi:10.1016/j.jmmm.2020.167632
- Gu Y.J. (2020). Monocrystalline FeMnO_3 on carbon cloth for extremely high-areal-capacitance supercapacitors. *ACS Appl. Energy Mater.*, — 3(12), — 11863–11872. — doi:10.1021/acsaem.0c01996
- Hapishah A.N. (2019). Effect of grain size on microstructural and magnetic properties of holmium substituted yttrium iron garnets ($\text{Y}_{1.5}\text{Ho}_{1.5}\text{Fe}_5\text{O}_{12}$). *Results in Physics*, — 14, — 102391. — doi:10.1016/j.rinp.2019.102391
- Junita J. (2023). Combustion-derived BaNiO_3 nanoparticles as a potential bifunctional electrocatalyst for overall water splitting. *International Journal of Hydrogen Energy*, — 48(38), — 14287–14298. — doi:10.1016/j.ijhydene.2022.12.291
- Karuppiah C.T.B. (2021). Solid- state ball-milling of Co_3O_4 nano/microspheres and carbon black endorsed LaMnO_3 perovskite catalyst for bifunctional oxygen electrocatalysis. *Catalysts*, — 11(1), — 76. — doi:10.3390/catal11010076

Karuppiah C.W. (2021). Graphene nanosheet-wrapped mesoporous La_{0.8}Ce_{0.2}Fe_{0.5}Mn_{0.5}O₃ perovskite oxide composite for improved oxygen reaction electro-kinetics and Li-O₂ battery application. *Nanomaterials*, — 11(4), — 1025. — doi:10.3390/nano11041025

Kasenov B.K. (2022). Thermodynamics and Electrophysics of New LaCaCuZnMnO₆ Copper–Zinc Manganite of Lanthanum and Calcium. *High Temperature*, — 60(4), — 474–478. — doi:10.1134/S0018151X22020225

Kokulnathan T. (2022). Tailored construction of one-dimensional TiO₂/ Au nanofibers: validation of an analytical assay for detection of diphenylamine in food samples. *Food Chem*, — 380, — 132052. — doi:10.1016/j.foodchem.2022.132052

Li M. (2022). Efficient degradation of trimethoprim by catalytic ozonation coupled with Mn/FeO_x-functionalized ceramic membrane: Synergic catalytic effect and enhanced anti-fouling performance. *Journal of Colloid and Interface Science* — (616), — 440–452. — doi:10.1016/j.jcis.2022.02.061

Magar H.S. (2023). Non-enzymatic disposable electrochemical sensors based on CuO/Co₃O₄@MWCNTs nanocomposite modified screen-printed electrode for the direct determination of urea. *Scientific Reports*, — 13 (1), — 2034. — doi:10.1038/s41598-023-28930-4

Mataev M.M. (2017). Synthesis and X-ray analysis of complex ferrites BiMe₃. *Bulletin of the Karaganda university*, — 86(2), — 73–77.

Mohsin M.I. (2023). Semiconductor Nanomaterial Photocatalysts for Water-Splitting Hydrogen Production: The Holy Grail of Converting Solar Energy to Fuel. *Nanomaterials*, — 13 (3), — 546. — doi:10.3390/nano13030546

Opuchovic O. (2017). Magnetic nanosized rare earth iron garnets R₃Fe₅O₁₂: sol–gel fabrication, characterization and reinspection. *J. Magn. Magn. Mater.*, — 422, — 425–433. — doi:10.1016/j.jmmm.2016.09.041

Patrin G.S. (2021). Magnetic Properties of the DyMn₂O₅–Mn₃O₄ Nanoparticle Composite. *Technical Physics*, — 66 (4), — 635–641. — doi:10.1134/S1063784221040137

Rivera A.A. (2023). Effect of Ho³⁺ on structural and magnetic properties of the Sm_{3-x}HoxFe₅O₁₂ ceramic system. *Materials Research Bulletin*, — 160, — 112127. — doi:10.1016/j.materresbull.2022.112127

Sadhana K. (2015). Structural and magnetic properties of Dy³⁺-doped Y₃Fe₅O₁₂ for microwave devices. *Mater. Sci. Semicond. Process.*, — 34, — 305–311. — doi:10.1016/j.mssp.2015.02.056

Shad N.A. (2022). Fabrication of spike-like spherical iron manganite nanoparticles for the augmented photocatalytic degradation of methylene blue dye. *J. Electron. Mater.*, — 51(2), — 900–909. — doi:10.1007/s11664-021-09371-z

Sherlin V. (2022). Natural deep eutectic solvent assisted synthesis of FeMnO₃ entrapped functionalized carbon nanofiber composite: An electrochemical detection of nimesulide. *Journal of Molecular Liquids*, — 367, — 120421. — doi:10.1016/j.molliq.2022.120421

Smart J. (1955). The Néel Theory of Ferrimagnetism. *American Journal of Physics*, — 23(6), — 356–370. — doi:10.1119/1.1934006

Sriram B. (2021). Electrochemical sensor-based barium zirconate on sulphur-doped graphitic carbon nitride for the simultaneous determination of nitrofurantoin (antibacterial agent) and nilutamide (anticancer drug). *J. Electroanal. Chem.*, — 901, — 115782. — doi:10.1016/j.jelechem.2021.115782

Suvina V. (2020). Lanthanum cobaltite supported on graphene nanosheets for non-enzymatic electrochemical determination of catechol. *Microchim. Acta*, — 187(3), — 1–7. — doi:10.1007/s00604-020-4165-3

Suvina V. (2020). Unraveling the electrochemical properties of lanthanum cobaltite decorated halloysite nanotube nanocomposite: an advanced electrocatalyst for determination of flutamide in environmental samples. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, — 190, — 110098. — doi:10.1016/j.ecoenv.2019.110098

Tamilalagan E. (2021). A Highly Selective Enzyme-Free Amperometric Detection of Glucose using Perovskite-Type Lanthanum Cobaltite (LaCoO₃). *Journal of the Electrochemical Society*, — 168 (8), — 086501. — doi:10.1149/1945-7111/ac1972

CONTENTS

A. Abdullin, N. Zhanikulov, B. Taimasov, E. Potopova, A. Raisova
INVESTIGATION OF THE MICROSTRUCTURE OF SYNTHESIZED
ZINC-PHOSPHATE CEMENT CLINKER.....7

G.F. Sagitova, N.B. Ainabekov, Yu.A. Nifontov, N.M. Daurenbek
SELECTION OF RAW MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF BITUMEN
MATERIALS BASED ON LOCAL RESOURCES.....19

Kh. Akimzhanova, A. Sabitova, Zh. Kairbekov, B. Mussabayeva, B. Bayahmetova
CHEMICAL CHARACTERISTIC OF THE BLACK AND WHITE MUD
OF THE SHOSHKALY LAKE.....31

**A.S. Auyezkhanova, D.E. Zhanuzak, A.I. Jumekeyeva, Zh.K. Korganbaeva,
A.A. Naizabayev**
CHITOSAN-STABILIZED CATALYSTS FOR CYCLOHEXANE OXIDATION
TO KA-OIL.....44

Ya.A. Vissurkhanova, L.K. Abulyaissova, N.M. Ivanova, B.F. Minaev
MOLECULAR SIMULATION OF THE INTERACTION OF POLYVINYL
ALCOHOL WITH POTENTIAL ACTIVE CENTERS OF COPPER (II)
OXIDE SURFACE.....54

E.A. Gabrilyants, R.S. Alibekov, G.E. Orymbetova
DEVELOPMENT OF CAMEL MILK CHEESE TECHNOLOGY
AND RESEARCH OF QUALITATIVE CHARACTERISTICS.....69

**G.T. Yelemessova, L.K. Orazzhanova, A.N. Klivenko, N.N. Nurgaliyev, A.Ye.
Ayazbayeva, A.V. Shakhvorostov**
SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF PREFORMED PARTICLE
GELS (PPG) TO INCREASE OIL RECOVERY.....79

E.A. Zhakmanova, G.Zh. Seytenova, R.M. Dyusova
REVIEW OF THE CURRENT STATE OF APPLICATION OF MATHEMATICAL
MODELING METHODS FOR THE PURPOSE OF OPTIMIZING REFINERIES
IN KAZAKHSTAN AND ABROAD.....92

**M. Zhumabek, K. Kassymkhan, R.O. Sarsenova, Zh. Tynybek, S.A. Tungatarova,
Z.T. Zheksenbaeva**
INVESTIGATION OF CATALYSTS OF THE CATALYTIC PROCESSING
OF NATURAL GAS METHANE INTO SYNTHESIS GAS VIA
TEMPERATURE-PROGRAMMED DESORPTION.....103

M. Ibrayeva, N. Duzbayeva, Zh. Mukazhanova, K. Kabdysalym, Achyut Adhikari ISOLATION OF FLAVONOIDS BY HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY FROM PLANT OF GENUS THYMUS SERPYLLUM L.	116
B. Imangaliyeva, B. Dossanova, G. Rakhmetova, A. Apendina, I. Nurlybaev FEATURES AND CHEMICAL PROPERTIES OF ANTHOCYANINS.....	124
B.Zh. Iskendirov, G.F. Sagitova, S.B. Kurbanova, G.F. Aitimbetova, A.S. Sadyrbayeva DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PROCESSING RESIDUES FROM THE DISTILLATION OF A MIXTURE OF OILS AND GAS CONDENSATES.....	144
X.A. Leontyeva, D.S. Puzikova, G.M. Khussurova, P.V. Panchenko, A.K. Galeyeva ELECTROCHEMICAL DEPOSITION OF BISMUTH SULFIDE THIN FILMS.....	158
M.M. Mataev, M.A. Nurbekova, B. Keskin, Z.B. Sarsenbayeva SYNTHESIS AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF POLYCRYSTAL $\text{FeMnO}_3\text{-Ho}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$	173
R. Safarov, Zh. Shomanova, E. Kopishev, Yu. Nossenko, Zh. Bexeitova, R. Kamatov SPATIAL DISTRIBUTION OF PM2.5 AND PM10 POLLUTANTS IN RESIDENTIAL AREA OF PAVLODAR, KAZAKHSTAN.....	181

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 30.12.2023.
Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.