

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

3 (460)

JULY – SEPTEMBER 2024

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

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/arhiv>

© 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/arithv>

© 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 3. Number 460 (2024), 186-198

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1491.246>

UDC 54.057+621.386.8+546.654:442+66-971

**M.T. Turdiyev¹, B.K. Kasenov^{2*}, A. Nukhuly¹, Zh.I. Sagintaeva²,
Sh.B. Kasenova², E.E. Kuanyshbekov², M. Stoev³, 2024.**

¹ L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;

² Chemical and Metallurgical Institute named after. Zh. Abisheva,
Karaganda, Kazakhstan.

³ - South-West University "Neofit Rilski", Blagoevgrad, Bulgaria.

E-mail: kasenov1946@mail.ru

SYNTHESIS AND RADIOGRAPHY OF NEW ZIRCON-MANGANITES OF LANTHANUM AND ALKALINE EARTH METALS AND CALCULATION OF THEIR THERMODYNAMIC PROPERTIES

Turdiyev Myktybek Tolkynbayuly – doctoral student of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: turdiev.miktibek@gmail.com, Nukhuly Altynbek – Doctor of Chemical Sciences, Professor of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: nukhuly@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-5006-879X>;

Kasenov Bulat Kunurovich - Doctor of chemical sciences, professor, head of the laboratory of thermochemical processes of Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: kasenov1946@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9394-0592;

Kasenova Shuga Bulatovna - Doctor of chemical sciences, professor, chief researcher of the laboratory of thermochemical processes of Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: kasenovashuga@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9755-7478;

Sagintaeva Zhenisgul Imangaliyevna - candidate of chemical sciences, associate professor, leading researcher of the laboratory of thermochemical processes of Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: kaj_sagintaeva@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8655-356;

Kuanyshbekov Erbolat Ermekovich - Master of engineering, leading engineer of the laboratory of thermochemical processes of Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan, e-mail: mr.ero1986@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9172-9566;

Stoev Mitko - associate Professor, Neofit Rilski South-West University, Blagoevgrad, Bulgaria, e-mail: stove.mitko@gmail.com.

Abstract. The synthesis of $\text{LaMe}^{\text{II}}\text{ZrMnO}_6$ compounds ($\text{Me}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$) was carried out using ceramic technology in the range of 800-1200°C by the interaction of lanthanum (III) oxides of the "extra clean" qualification, zirconium (IV), manganese (III) and magnesium, calcium, strontium and barium carbonates of the "clean for analysis" brand". The weights of the starting materials were weighed with an accuracy of up to the fourth decimal place. Stoichiometric amounts of the starting materials were carefully ground in an agate mortar, then poured into alund crucibles and subjected to

heat treatment for solid-phase interaction in air in the "SNOL" furnace.

X-ray methods have established that all synthesized zircon-manganites crystallize in cubic symmetry with the following lattice parameters: $\text{LaMgZrMnO}_6 - a = 13,46 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 2437,86 \pm 0,05 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{elem cell}} = 609,47 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{x-ray}} = 4,42 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{picn}} = 4,35 \pm 0,07 \text{ g/cm}^3$; $\text{LaCaZrMnO}_6 - a = 14,50 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 3048,63 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{elem cell}} = 762,16 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{x-ray}} = 3,67 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{picn}} = 3,62 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$; $\text{LaSrZrMnO}_6 - a = 14,56 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 3087,52 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{elem cell}} = 771,88 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{x-ray}} = 4,03 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{picn}} = 3,99 \pm 0,04 \text{ g/cm}^3$; $\text{LaBaZrMnO}_6 - a = 14,79 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 3233,45 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{elem cell}} = 808,36 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{x-ray}} = 4,25 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{picn}} = 4,19 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$. It was found that with an increase in the ionic radii in the $\text{Mg} \rightarrow \text{Ca} \rightarrow \text{Sr} \rightarrow \text{Ba}$ series, the values of the parameter "a", the volumes of lattices and elementary cells of zircon-manganites increase. The calculation of the temperature dependence of the heat capacity and the standard heat capacity by indirect methods is carried out. The equations of temperature dependences of the investigated zircon-manganites of lanthanum and alkaline earth metals are derived.

Keywords: lanthanum, zircon-manganite, alkaline earth metals, synthesis, radiography, heat capacity.

**М.Т. Турдиев¹, Б.Қ. Қасенов^{2*}, А. Нұхұлы¹, Ж.И. Сағынтаева²,
Ш.Б. Қасенова², Е.Е. Қуанышбеков² М. Стоев³**

¹ Л.Н. Гумилёв атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

² Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қарағанды, Қазақстан;

³ Оңтүстік-батыс университеті "Неофит-Рильский", Благоевград, Болгария.

E-mail: kasenov1946@mail.ru

ЖАҢА ЛАНТАН ЖӘНЕ СІЛТІЛІ-ЖЕР МЕТАЛДАРЫ ЦИРКОН МАНГАНИТТЕРІНІҢ СИНТЕЗІ МЕН РЕНТГЕНОГРАФИЯСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЕСЕПТЕУ

Турдиев Мықтыбек Толқынбайұлы – Л.Н. Гумилёв атындағы Евразия ұлттық университетінің докторанты, Астана қ, Қазақстан, e-mail: turdiev.miktibek@gmail.com;

Нұхұлы Алтынбек – Л.Н. Гумилёв атындағы Евразия ұлттық университеті, химия ғылымдарының докторы, профессор, Астана қ, Қазақстан, e-mail: nukhuly@mail.ru <https://orsid.org/0000-0001-5006-879X>;

***Қасенов Болат Қоңырұлы** – химия ғылымдарының докторы, профессор, Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты термохимиялық процестер зертханасының меңгерушісі, Қарағанды қ., Қазақстан, e-mail: kasenov1946@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9394-0592;

Қасенова Шұға Болатқызы – химия ғылымдарының докторы, профессор, Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты термохимиялық процестер зертханасының бас ғылыми қызметкері, Қарағанды қ., Қазақстан, e-mail: kasenovashuga@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9755-7478;

Сағынтаева Жеңісгүл Иманғалиқызы – химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты термохимиялық процестер зертханасының жетекші ғылыми қызметкері, Қарағанды қ., Қазақстан; e-mail: kai_sagintaeva@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8655-356x;

Қуанышбеков Ерболат Ермақұлы – техника ғылымдарының магистрі Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты термохимиялық процестер зертханасының ғылыми қызметкері, Қарағанды қ., Қазақстан, e-mail: mr.ero1986@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9172-9566;

Стоев Митко – қауымдастырылған профессор, «Неофит Рильский» Оңтүстік-батыс университеті, Благоевград, Болгария, e-mail: stove.mitko@gmail.com.

Аннотация. $\text{LaMe}^{\text{II}}\text{ZrMnO}_6$ ($\text{Me}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$) қосылыстарының синтезі керамикалық технология бойынша $800\text{--}1200^\circ\text{C}$ аралықтарында тазалығы «аса таза» лантан (III) тотығы, «талдау үшін таза» маркалы цирконий (IV), марганец (III) тотықтары мен магний, кальций, стронций және барий карбонаттарының өзара әрекеттесуімен жүргізілді. Бастапқы заттардың өлшемдері үтірден кейінгі төртінші орынға дейін өлшеніп алынды. Бастапқы заттардың стехиометриялық мөлшері ағат келіде мұқият ұнтақталған, содан кейін алунд тигельдеріге салынып, «SNOL» пешінде ауадағы қатты фазалық өзара әрекеттесу үшін термиялық өңдеуден өткен.

Рентгендік дифракция әдістерін қолдана отырып, барлық синтезделген циркон-манганиттер келесі тор параметрлері бар текшелік жүйеде кристалданатыны анықталды: $\text{LaMgZrMnO}_6 - a = 13,46 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 2437,86 \pm 0,05 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{эл.ұяш}} = 609,47 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 4,42 \text{ г/см}^3$; $\rho_{\text{никн.}} = 4,35 \pm 0,07 \text{ г/см}^3$; $\text{LaCaZrMnO}_6 - a = 14,50 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 3048,63 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{эл.ұяш}} = 762,16 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 3,67 \text{ г/см}^3$; $\rho_{\text{никн.}} = 3,62 \pm 0,05 \text{ г/см}^3$; $\text{LaSrZrMnO}_6 - a = 14,56 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 3087,52 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{эл.ұяш}} = 771,88 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 4,03 \text{ г/см}^3$; $\rho_{\text{никн.}} = 3,99 \pm 0,04 \text{ г/см}^3$; $\text{LaBaZrMnO}_6 - a = 14,79 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 3233,45 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{эл.ұяш}} = 808,36 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 4,25 \text{ г/см}^3$; $\rho_{\text{никн.}} = 4,19 \pm 0,05 \text{ г/см}^3$. $\text{Mg} \rightarrow \text{Ca} \rightarrow \text{Sr} \rightarrow \text{Ba}$ қатарындағы иондық радиустардың ұлғаюымен циркон-манганиттердің «а» параметрінің, тор көлемдерінің және бірлік ұяшықтарының мәндері өсетіні анықталды. Жылу сыйымдылығы мен стандартты жылу сыйымдылығының температураға тәуелділігі жанама әдістермен есептелді. Зерттеліп отырған лантан және сілтілі-жер металдарының циркон-манганиттерінің температураға тәуелділік теңдеулері шығарылды.

Түйін сөздер: лантан, циркон-манганит, сілтілі-жер металдары, синтез, рентгенография, жылу сыйымдылығы.

**М.Т. Турдиев¹, Б.К. Касенов^{2*}, А. Нухулы¹, Ж.И. Сагинтаева²,
Ш.Б. Касенова², Е.Е. Куанышбеков², М. Стоев³**

¹ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилёва,
Астана, Казахстан;

² Химико-Металлургический институт им. Ж. Абишева,
Караганда, Казахстан;

³ Юго-Западный университет «Неофит-Рильский», Благоевград, Болгария.
E-mail: kasenov1946@mail.ru

СИНТЕЗ И РЕНТГЕНОГРАФИЯ НОВЫХ ЦИРКОНО-МАНГАНИТОВ ЛАНТАНА И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ И РАСЧЕТ ИХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Турдиев Мыктыбек Толкынбайулы – докторант Евразийского национального университета им Л.Н. Гумилёва, Астана, Казахстан, e-mail: turdiev.miktibek@gmail.com;

Нухулы Алтынбек – доктор химических наук, профессор Евразийского национального университета им Л.Н. Гумилёва, Астана, Казахстан, e-mail: nukhuly@mail.ru <https://orsid.org/0000-0001-5006-879X>;

Касенов Булат Кунурович – доктор химических наук, профессор, заведующий лабораторией термохимических процессов Химико-металлургического института им. Ж. Абишева, Караганда, Казахстан, e-mail: kasenov1946@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9394-0592;

Касенова Шуга Булатовна – доктор химических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории термохимических процессов Химико-металлургического института им. Ж.Абишева, Караганда, Казахстан, e-mail: kasenovashuga@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9755-7478;

Сагинтаева Женисгуль Имангалиевна – кандидат химических наук, ассоциированный профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории термохимических процессов Химико-металлургического института им. Ж. Абишева, Караганда, Казахстан, e-mail: kai_sagintaeva@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8655-356x;

Куанышбеков Ерболат Ермакович – магистр технических наук, ведущий инженер лаборатории термохимических процессов Химико-металлургического института им. Ж.Абишева, Караганда, Казахстан, e-mail: mr.ero1986@mail.ru, ORCID: 0000-0001-9172-9566;

Стоев Митко – ассоциированный профессор Юго-Западного университета «Неофита Рильского», Благоевград, Болгария, e-mail: stove.mitko@gmail.com.

Аннотация. Синтез соединений $\text{LaMe}^{\text{II}}\text{ZrMnO}_6$ ($\text{Me}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$) проводили по керамической технологии в интервале 800-1200°C взаимодействием оксидов лантана (III) квалификации «ос.ч.», циркония (IV), марганца (III) и карбонатов магния, кальция, стронция и бария марки «ч.д.а.». Навески исходных веществ, взвешивались с точностью до четвертого знака после запятой. Стехиометрические количества исходных веществ, тщательно перетирали в агатовой ступке, затем пересыпались в алундовые тигли и подвергались термообработке для твердофазного взаимодействия на воздухе в печи «SNOL».

Методами рентгенографии установлено, что все синтезированные цирконо-манганиты кристаллизуются в кубической сингонии со следующими параметрами решетки: $\text{LaMgZrMnO}_6 - a = 13,46 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 2437,86 \pm 0,05 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{эл.яч}} = 609,47 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 4,42 \text{ г/см}^3$; $\rho_{\text{пикн.}} = 4,35 \pm 0,07 \text{ г/см}^3$; $\text{LaCaZrMnO}_6 - a = 14,50 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 3048,63 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{эл.яч}} = 762,16 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 3,67$

z/cm^3 ; $\rho_{\text{никн.}} = 3,62 \pm 0,05 z/cm^3$; $LaSrZrMnO_6 - a = 14,56 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 3087,52 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{эл.яч}} = 771,88 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 4,03 z/cm^3$; $\rho_{\text{никн.}} = 3,99 \pm 0,04 z/cm^3$, $LaBaZrMnO_6 - a = 14,79 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 3233,45 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{эл.яч}} = 808,36 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{рент.}} = 4,25 z/cm^3$; $\rho_{\text{никн.}} = 4,19 \pm 0,05 z/cm^3$. Установлено, что с повышением ионных радиусов в ряду $Mg \rightarrow Ca \rightarrow Sr \rightarrow Ba$ увеличиваются величины параметра «а», объемов решеток и элементарных ячеек цирконо-манганитов. Проведен расчет температурной зависимости теплоемкости и стандартной теплоемкости по косвенными методами. Выведены уравнения температурных зависимостей исследуемых цирконо-манганитов лантана и щелочноземельных металлов.

Ключевые слова: лантан, цирконо-манганит, щелочноземельные металлы, синтез, рентгенография, теплоемкость

Introduction

Zirconium dioxide (ZrO_2) is interesting as a ceramic material with valuable optical, electrical, thermal, strength and other characteristics, and phase transitions in it and impurity stabilization are the subject of many experimental and theoretical studies (Zimichev, et al, 2014; Zavodinsky, 2005). Zirconium dioxide is in third place among the available raw materials in terms of relative wear resistance after graphite and silicon carbide, which is confirmed by the practice of their operation in extreme conditions. Among the available highly refractory oxides, ZrO_2 occupies a leading position.

Oxide materials based on zirconates of rare earth elements (REE) are widely used in various industries. Thus, such materials are used to create thermal barrier coatings, oxygen-conducting solid electrolytes, as well as to immobilize nuclear waste (Mazilin, et al, 2013). Lanthanide zirconates $Ln_2Zr_2O_7$ have high melting points. These compounds exhibit a number of properties that suggest the high practical importance of developing new functional materials based on them. In particular, they are considered as new solid electrolytes with (Mazilin, et al, 2013) high oxygen-ion conductivity (Fergus, 2014). They exhibit dielectric, piezo- or ferroelectric, as well as fluorescent and phosphorescent properties, can be used as materials of electronic technology, as well as as catalysts (Díaz-Guillen, et al, 2015; Wang, et al, 2023; Shlyakhtina, et al, 2005). REE zirconates have chemical and radiation resistance, high radionuclides and are considered promising highly active materials for nuclear energy, and are also of interest as luminescent materials (Sohn, et al, 2002; Popov, et al, 2013; Erdogan, et al, 2017; Chena, et al, 2009; Zhong, et al, 2014; Mahade, et al, 2016; Gagarin, 2018; Merkushev, et al, 2010).

Lanthanum manganites are a unique system in which their electronic, magnetic and lattice properties are interconnected, which can be regulated by changing the chemical composition and the degree of doping. The search for new polyoxo compounds of zircon and manganese with rare earth elements doped with alkali and alkaline earth metal oxides and the study of their properties is of particular interest both for fundamental research and from the point of view of their practical use.

The aim of the work is to obtain new materials from lanthanum (III) oxides, alkaline earth metals, zirconium (IV) and manganese (III) in the form of zircono-manganites

$\text{LaMe}^{\text{II}}\text{ZrMnO}_6$ ($\text{Me}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$), their X-ray studies and calculation of their thermodynamic properties.

Materials and basic methods

Solid-phase synthesis of $\text{LaMe}^{\text{II}}\text{ZrMnO}_6$ compounds ($\text{Me}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$) was carried out using ceramic technology from lanthanum (III) oxides of the «extra clean» qualification, zirconium (IV), manganese (III) and magnesium, calcium, strontium and barium carbonates of the «clean for analysis» brand. The stoichiometric amounts of the starting substances, previously dehydrated at 400°C, were thoroughly mixed and ground in an agate mortar. Then they were annealed in alund crucibles in the "SNOL" furnace at first at 600°C for 10 hours, 800°C for 10 hours, 1000°C with and 1200°C for 20 hours. At each temperature, the mixtures were cooled to room temperature with repeated mixing and grinding processes and reheated. To obtain equilibrium phases at low temperatures, low-temperature annealing was performed at 400°C for 10 hours, followed by repetitions of mixing and grinding.

X-ray phase analysis (DRON-2.0 device) confirmed the production of synthesized zircono-manganites with a phase composition of $\text{LaMe}^{\text{II}}\text{ZrMnO}_6$ ($\text{Me}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$). The intensity of diffraction maxima was estimated on a one-hundred-point scale.

The X-ray images were indexed by the analytical method (Cowba, et al, 1976) (Table 1).

The basic function in thermodynamic modeling is the temperature dependence of the heat capacity, knowledge of which allows us to calculate the change in enthalpy, entropy, and Gibbs energy, i.e. to obtain a wide range of thermodynamic properties of the substance under study (Chumilina, 2016). In fact, the heat capacity is a parameter that characterizes the ability of substances to accumulate and store thermal energy when temperature changes. The study of heat capacity makes it possible not only to calculate thermodynamic functions over a wide temperature range, but also to study various ordering processes that determine, for example, magnetic, ferroelectric or superconductivity properties, as well as the formation of point defects. In connection with the above, we further calculated the temperature dependence of the heat capacity of the studied zircono-manganites of lanthanum and alkaline earth metals.

Based on the dependence of the isochoric heat capacity on temperature according to Debye's theory, Landia (Veritin, et al, 1965) proposed a scheme for calculating the isobaric heat capacity of crystalline inorganic substances. According to Landia, the transition from isochoric to isobaric heat capacity is carried out according to the Magnus–Lindemann equation ($C_p = C_v + \alpha^{3/2}T$). We will carry out a complete calculation scheme borrowed from (Veritin, et al, 1965).

Initial data:

- 1) melting, dissociation and sublimation temperature (T, K);
- 2) standard entropy;
- 3) temperatures of polymorphic (ferromagnetic) transformations.

It should be noted that in his calculations, Landia used a calorie as a thermal unit. We also leave it unchanged.

Designations:

n - is the number of atoms in the compound;

h - is the number of hydrogen atoms in the compounds;

m- is the number of water molecules in crystallohydrates;

$C_v^{a.s.} = (6,6 - a/298) (n - 3m)$ is the heat capacity at V = const and T = 298 To anhydrous salt (in crystallohydrates), and "a" is calculated according to this scheme depending on the type of anhydrous salt and in its standard entropy;

$S^{at} = S^{298}/n$ - is the atomic entropy.

n - is the number of atoms in the compound;

S^{298} - is calculated from the ionic entropy increments of Kumok (Kumok, 1987).

When T is unknown, T' is taken, it is found from the formula $T' = 5070/ S^{at}$

Determine the coefficients a, B and K necessary for the calculation formulas (1-4) below, $a=507+1070/ S^{at}$, $\epsilon=0,8a$, $K=0,34$, $T_{metl}=T'$

Calculation formulas

C'_p is calculated as the sum of atomic heat capacities, which for individual elements are assumed to be equal in our case La, Mg, Ca, Sr, Ba, Zr, Mn=6,2,for O=4 cal/mol. degree

$$C''_p = n \left[6,6 - \frac{a}{298} + \frac{6,38}{T_{metl}} \left(6,6 - \frac{a}{298} \right)^2 \right], \quad (1)$$

$$C'''_p = n \left[6,6 - \frac{14,76}{S^{at}} \cdot \frac{n_1^2 + n_2^2}{n^2} + \frac{6,38}{T_{metl}} \left(6,6 - \frac{14,76}{S^{at}} \cdot \frac{n_1^2 + n_2^2}{n^2} \right)^2 \right], \quad (2)$$

where n_1, n_2 is the number of cation and anion atoms in the compound, represented as a salt of oxygen acid.

$$C_{p,T} = n \left[6,6 + \frac{1,24}{T_{Heating}} \left(6,6 - \frac{a}{298} \right)^2 T^{3/2} 10^{-3} \right], \quad (3)$$

$$C_{p,T} = n \left[6,6 - \frac{a}{\epsilon + K(T - \epsilon)} + \frac{1,24}{T_{Heating}} \left(6,6 - \frac{a}{298} \right)^2 T^{3/2} 10^{-3} \right], \quad (4)$$

(up to $T \ll \epsilon$, $K = 1$).

Results

Based on the indexing of radiographs, it was found that all synthesized zircon-manganites crystallize in cubic symmetry. The main parameters of the X-ray and pycnometric density gratings are determined (Table 2).

Table 1 – Indexing of radiographs of $\text{LaMe}^{\text{II}}\text{ZrMnO}_6$ powders (Me^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba)

l/l_0	$d, \text{Å}$	$10^4/d^2_{\text{exp}}$	hkl	$10^4/d^2_{\text{calc.}}$
1	2	3	4	5
LaMgZrMnO_6				
23	15.4449	647.5	422	647.5
8	13.9129	718.8	511	728.4
42	10.1124	988.9	610	998.2
30	8.1796	1223	630	1214
100	7.6729	1303	444	1295
8	6.9169	1446	633	1457
8	6.5025	1538	722	1538
23	5.0625	1975	661	1970
9	4.7961	2085	832	2077
8	4.4521	2246	753	2239
39	3.8025	2630	770	2644
8	3.4225	2922	10.2.2	2914
9	3.0625	3265	11.0.0	3265
8	2.8900	3460	880	3453
6	2.7889	3586	964	3588
32	2.5281	3956	11.5.1	3966
8	2.3716	4217	12.3.2	4236
8	2.1904	4585	11.7.0	4586
11	1.9044	5251	11.7.5	5261
10	1.5129	6610	12.10.1	6610
LaCaZrMnO_6				
11	16.2409	615.7	511	615.7
13	15.4449	647.5	520	661.3
16	9.7344	1027	630	1026
12	8.8209	1134	710	1140
31	8.1225	1231	633	1231
100	7.6176	1313	730	1323
12	5.0176	1993	664	2007
11	4.0401	2475	10.3.0	2486
31	3.8025	2630	953	2623
10	3.3124	3019	10.4.4	3010
6	3.0276	3303	12.1.0	3307
11	2.6569	3764	10.8.1	3763
27	2.4964	4006	12.4.4	4014
4	2.4025	4162	10.9.1	4150
13	1.8769	5328	15.3.0	5336
8	1.5129	6610	17.1.0	6613
LaSrZrMnO_6				
8	15.3664	650.8	511	650.8
20	9.8596	1014	541	1012
100	8.5264	1173	700	1181
69	7.6176	1313	633	1302

12	5.0625	1975	833	1977
29	4.2436	2356	770	2362
25	3.8025	2630	10.3.0	2627
8	3.6864	2713	10.3.2	2724
31	2.8224	3543	11.5.1	3543
12	2.1025	4756	12.7.2	4748
7	1.8769	5328	14.5.0	5327
11	1.6950	5917	11.10.5	5930
6	1.5129	6610	15.7.0	6604
LaBaZrMnO ₆				
9	15.4449	647.5	510	647.5
6	9.9225	1008	540	1021
100	8.8209	1134	631	1146
11	5.8564	1708	821	1718
14	5.1076	1958	725	1943
34	4.4100	2268	931	2266
22	3.8416	2603	10.2.1	2615
5	3.0625	3265	955	3262
37	2.9241	3420	883	3412
4	2.6896	3718	10.7.0	3711
21	2.5600	3906	11.6.0	3910
16	2.1904	4565	12.6.2	4582
7	1.9044	5251	997	5255
14	1.7689	5653	11.9.5	5653
8	1.5376	6504	12.9.6	6500
6	1.4641	6830	12.11.3	6824

The X-ray density (ρ_{x-ray}) of the investigated zircono-manganites was determined by the formula (Kumok, 1987).

$$\rho_{x-ray} = \frac{1,66 \cdot Mr \cdot Z}{V^0}, \quad (5)$$

where

Mr - is the molecular weight of the compound,

Z - is the number of formula units in the lattice,

V⁰ - is the volume of the unit cell.

The experimental values of the densities of the studied compounds were determined by pycnometry in toluene (V=1 ml) (Kiwilis, 1959). In this case, the following operations were performed sequentially: determination of the mass of an empty pycnometer (M_0); then a pycnometer filled with distilled water (M_1); a pycnometer filled with toluene (tetrabromoethane) (M_2); then the test substance was placed in the pycnometer and its mass was determined with a dry substance (M_3); finally, the powder was poured with a pycnometric liquid and determined weight (M_4). The density of the test sample is determined by the formula:

$$\rho_{p\text{icn}} = \frac{\frac{M_3 - M_0}{M_1 - M_0}}{\frac{\rho_1}{\rho_2}} \cdot \rho_1 \quad (6)$$

where

ρ_1 - is the density of water at 20⁰ (0.9971 g/cm³);

ρ_2 - is the density of the pycnometric liquid, determined by the formula:

$$\rho_2 = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \cdot \rho_1 \quad (7)$$

The density of each compound was measured 3 times and the data were averaged.

Table 2 shows the parameters of the elementary cells, X-ray and pycnometric densities of the obtained new zircono-manganites of lanthanum and alkaline earth metals (alkaline earth metals).

Table 2 – Lattice parameters of lanthanum zircono-manganites and alkaline earth metals

Zircon-manganite	a, Å	V ^o , Å ³	Z	V ^o _{elem cell} , Å ³	(ρ), g/cm ³	
					ρ _{x-ray}	ρ _{p\text{icn}}}
LaMgZrMnO ₆	13,46 ± 0,02	2437,86 ± 0,05	4	609,47 ± 0,02	4,42	4,35 ± 0,07
LaCaZrMnO ₆	14,50 ± 0,02	3048,63 ± 0,06	4	762,16 ± 0,02	3,67	3,62 ± 0,05
LaSrZrMnO ₆	14,56 ± 0,02	3087,52 ± 0,06	4	771,88 ± 0,02	4,03	3,99 ± 0,04
LaBaZrMnO ₆	14,79 ± 0,02	3233,45 ± 0,06	4	808,36 ± 0,02	4,25	4,19 ± 0,05

Next, we will calculate the heat capacity using the Landius method for zircono-manganites of lanthanum and alkaline earth metals using the example of LaMgZrMnO₆.

$$S_{298}^{\circ} = 185,4 \text{ J/mol K}, S_{298}^{\circ} = \frac{185,4}{4,184} = 44,3117, S^{\text{at}} = \frac{S_{298}^{\circ}}{n} = \frac{44,3117}{10} = 4,4312, T' = \frac{5070}{4,4312} = 1144,17, K = 0,34,$$

$$a = 507 + \frac{1070}{4,4312} = 748,47, B = 0,8 \cdot a = 598,7757, K = 0,34.$$

$$C^{\text{p}} = 6,2 \cdot 4 + 6 \cdot 4 = 48,8 \text{ cal/mol deg},$$

$$C^{\text{p}'} = 10 \left[6,6 - \frac{748,47}{298} + \frac{6,38}{1144,17} \left(6,6 - \frac{748,47}{298} \right)^2 \right] = 41,816 \text{ cal/mol deg},$$

$$C^{\text{p}''} = 10 \left[6,6 - \frac{14,76}{4,4312} \cdot \frac{3^2 + 7^2}{10^2} + \frac{6,38}{1144,17} \left(6,6 - \frac{14,76}{4,4312} \cdot \frac{3^2 + 7^2}{10^2} \right)^2 \right] = 47,896 \text{ cal/mol deg}.$$

Next, go to section 3 of the scheme (Veritin, et al, 1965) and select the item "non-polymorphic transformations", the sub-item "complex oxygen compounds" and the column "consisting of solid oxides" with its subsection "other cases". Then, in section 4 of the scheme (Veritin, et al, 1965), we stop at point V with the wording "calculate C_p at 298 K according to formula (3)". The subparagraph indicates the calculation of C_p at 673 K and T_{dens} according to the formula (4).

$$C_p = \frac{48,8 + 41,816 + 47,896}{3} = 46,1707 \text{ cal/mol deg},$$

$$C_p^{\circ} = 10 \left[6,6 - \frac{748,47}{598,7757 + 0,34(673 - 598,7757)} + \frac{1,24}{673} \left(6,6 - \frac{748,47}{298} \right)^2 \cdot 673^{3/2} \cdot 10^{-3} \right] = 59,383 \text{ cal/mol deg,}$$

$$C_p^{\circ} = 10 \left[6,6 - \frac{748,47}{598,7757 + 0,34(1144,17 - 598,7757)} + \frac{1,24}{1144,17} \cdot 6,6 - \frac{748,47}{298} \right]^2 \cdot 1144,17^{3/2} \cdot 10^{-3} = 63,467 \text{ cal/mol deg}$$

$$1144,17^{3/2} = 38702,22.$$

Based on the values of C_p at 298.15, 673 and 1144 K, we calculate the coefficients of the temperature dependence of the heat capacity, the conclusion of which we gave in the previous sections, and find the equation in the form of the following polynomial:

$$C_p^{\circ} = 58,93 + 4,805 \cdot 10^{-3} T - 12,604 \cdot 10^5 T^{-2} \text{ cal/mol deg} \quad (8)$$

$$C_p^{\circ} = 246,56 + 20,083 \cdot 10^{-3} T - 52,72 \cdot 10^5 T^{-2} \text{ J/mol K (298.15-1144K)}. \quad (9)$$

The heat capacities for lanthanum and calcium, strontium and barium zirconomanganites are calculated in a similar way, summarizing the temperature dependence equations are given below in Table 3.

Table 3 – Temperature dependence $\text{LaMe}^{\text{II}}\text{ZrMnO}_6$ heat capacity according to Landium

Content	Equations of temperature dependence, J/(mol K)			ΔT , K	$C_p^{\circ}(298,15)$ by Land, J/(mol.K)	$C_p^{\circ}(298,15)$ according to Kumok, J/(mol.K)
	a	$b \cdot 10^{-3}$	$-c \cdot 10^5$			
LaMgZrMnO_6	246,6	20,08	52,72	298,15-1144	193,2	199,6
LaCaZrMnO_6	246,6	5,0	50,0	298,15-1056	196,5	204,7
LaSrZrMnO_6	246,6	21,34	48,28	298,15-1001	198,7	206,7
LaBaZrMnO_6	247,9	20,04	47,43	298,15-953	200,54	205,8

To compare the standard heat capacity of zircono-manganites calculated using the Landius method, they were also calculated with the independent method of ion increments using (Kiwilis, 1959) according to the scheme:

$$C_p^{\circ}(298,15)\text{LaMe}^{\text{II}}\text{ZrMnO}_6 = C_p^i(298,15)\text{La}^{3+} + C_p^i(298,15)\text{Me}^{2+} + C_p^i(298,15)\text{Zr}^{4+} + C_p^i(298,15)\text{Mn}^{3+} + 6C_p^i\text{O}(298,15)\text{O}^{2-}, \quad (10)$$

where $C_p^i(298,15)$ are the increments of the heat capacity of ions which (J/(molK) $\text{La}^{3+}(29,3)$, $\text{Mg}^{2+}(22,2)$, $\text{Ca}^{2+}(27,3)$, $\text{Sr}^{2+}(29,3)$, $\text{Ba}^{2+}(28,4)$, $\text{Zr}^{4+}(22,9)$, $\text{Mn}^{3+}(25,0)$, $\text{O}^{2-}(16,7)$). As can be seen from the data in Table 3, the $C_p^{\circ}(298,15)$ calculated using the Landius and Kumoku methods are in satisfactory agreement with each other within the error limits of the calculation methods.

Discussion

The reliability, correctness and reliability of the results of indexing and determination of lattice parameters are confirmed by a satisfactory agreement of experimental and calculated values of $10^4/d^2$, X-ray and pycnometric densities. Based on the conducted studies, it was found that the obtained zirconate-manganites crystallize in cubic symmetry and they can be attributed to the spatial group of perovskite $\text{Pm}\bar{3}\text{m}$. It was

revealed that with an increase in ionic radii in the range from Mg to Ba, the values of parameter "a" and the volumes of lattices and elementary cells of synthesized zirconate-manganites increase.

The temperature dependences of the heat capacity of the investigated zircono-manganites were calculated using Landium method. The standard heat capacities of their values are also calculated along with the Landius method by the independent Kumoku ion increment method, the results of which are in satisfactory agreement with each other, which shows the reliability and correctness of the data obtained for the values of standard heat capacities.

Conclusion

1. For the first time using ceramic technology, zirconium-manganites of $\text{LaMe}^{\text{II}}\text{ZrMnO}_6$ ($\text{Me}^{\text{II}} - \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$) compositions were obtained from lanthanum (III), zirconium (IV) manganese (III) oxides and magnesium, calcium, strontium and barium carbonates.

2. The types of syngony and the parameters of their gratings were determined by X-ray method. It has been established that all zircono-manganites crystallize in cubic symmetry: $\text{LaMgZrMnO}_6 - a = 13,46 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 2437,86 \pm 0,05 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{elem cell}} = 609,47 \pm 0,015 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{x-ray}} = 4,42 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{picn}} = 4,35 \pm 0,07 \text{ g/cm}^3$; $\text{LaCaZrMnO}_6 - a = 14,50 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 3048,63 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{elem cell}} = 762,16 \pm 0,02 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{x-ray}} = 3,67 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{picn}} = 3,62 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$; $\text{LaSrZrMnO}_6 - a = 14,56 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 3087,52 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{elem cell}} = 771,88 \pm 0,015 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{x-ray}} = 4,03 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{picn}} = 3,99 \pm 0,04 \text{ g/cm}^3$; $\text{LaBaZrMnO}_6 - a = 14,79 \pm 0,02 \text{ \AA}$; $V^0 = 3233,45 \pm 0,06 \text{ \AA}^3$; $Z = 4$; $V^{\circ}_{\text{elem cell}} = 808,36 \pm 0,015 \text{ \AA}^3$; $\rho_{\text{x-ray}} = 4,25 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{picn}} = 4,19 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$.

It was revealed that the lattice parameters of zirconate-manganites change symbatically with an increase in ionic radii in the $\text{Mg} \rightarrow \text{Ca} \rightarrow \text{Sr} \rightarrow \text{Ba}$ series.

3. Using the Landius and Kumok methods, the temperature dependences of the heat capacity and the standard heat capacities of the investigated zircono-manganites were calculated. The results of the research can later be used for thermodynamic justification of reactions involving the above and similar compounds.

4. The results obtained are of interest for the directed synthesis of similar compounds in inorganic materials science and chemical informatics as new in terms of radiographic and thermodynamic characteristics of previously unexplored compounds.

References

- Zimichev A.M., Solovyov E.P. (2014) Zirconium Dioxide Fiber for High temperature applications (overview), *Aviation materials and technologies*, 3: 55-61. DOI: 10.18577/2071-9140-2014-0-3-55-61 (in Russ.).
- Zavodinsky V.G. (2005) Promising materials [Perspektivniye matetiali] 2: 5-9 (in Russ.).
- Mazilin I.V., Baldaev L.H., Drobot D.V. (2013) Promising materials [Perspektivniye matetiali] 7: 21-30 (in Russ.).
- Fergus J.W. (2014) Zirconia and pyrochlore oxides for thermal barrier coatings in gas turbine engines, *Metallurgical and Materials Trans*, 1: P. 118-131 (in Eng.).
- Díaz-Guillen J.A., Dura O.J., Díaz-Guillen M.R., Baue E., Lopez de la Torre M.A., Fuentes A.F. (2015) Thermophysical properties of $\text{Gd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ powders prepared by mechanical milling: Effect of homovalent

Gd³⁺ substitution, *J. Alloys Compd.*, 649: 1145-1150. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jallcom.2015.07.146> (in Eng.).

Wang H., Xu J., Zhu J., Meng X., Lin L., Zhang P., Gao F. (2023) Rare-Earth-Zirconate Porous High-Entropy Ceramics with Unique Pore Structures for Thermal Insulating Applications, *Materials* 16, 3040 <http://dx.doi.org/10.3390/ma16083040> (in Eng.).

Shlyakhtina A.V., Kolbanev I.V., Khotko A.V., Boguslavskii M.V., Stefanovich S.Yu., Shcherbakova L.G. (2005) *Inorganic Materials*, 41: 8: 975-984. <http://dx.doi.org/10.1007/s10789-005-0226-6> (in Eng.).

Sohn J.M., Woo S.I. (2002) The effect of chelating agent on the catalytic and structural properties of Sm₂Zr₂O₇ as a methane combustion catalyst, *Catalysis Letters*, 79:1-2:45-48. (in Eng.).

Popov V.V., Menushenkov A.P., Zubavichus Ya.V., Veligzhanin A.A., Yaroslavtsev A.A., Chernikov R.V., Leshchev D.S., Petrunin V.F., Korovin S.A., Bednarcik J. (2013) Trends in Formation of the Nanocrystalline Structure and Cationic Ordering in the Dy₂O₃-HfO₂ (1:1) System// *Russian Journal of Inorganic Chemistry*, 58, 3, 331–337. <https://doi.org/10.1134/S0036023613030121> (in Eng.).

Erdogan G., Ustel F., Bobzin K., Öte M., Linke T.F., Zhao L. (2017) Influence of long time post annealing on thermal stability and thermophysical properties of plasma sprayed La₂Zr₂O₇ coatings, *J. Alloys Compd.*, 695: 2549-2555. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.10.328> (in Eng.).

Chena H., Gao Y., Tao S., Liu Y., Luo H. (2009) Thermophysical properties of lanthanum zirconate coating prepared by plasma spraying and the influence of post-annealing, *J. Alloys Compd.*, 486: 391-399. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jallcom.2009.06.162> (in Eng.).

Zhong X., Zhao H., Zhou X., Liu C., Wang L., Shao F., Yang K., Tao S., Ding C. (2014) Thermal shock behavior of toughened gadolinium zirconate/YSZ double-ceramic-layered thermal barrier coating, *J. Alloys Compd.*, 593: 50-55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jallcom.2014.01.060> (in Eng.).

Mahade S., Curry N., Björklund S., Markocsan N., Nylén P. (2016) Failure analysis of Gd₂Zr₂O₇/YSZ multi-layered thermal barrier coatings subjected to thermal cyclic fatigue, *J. Alloys Compd.*, 689: 1011-1019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.07.333> (in Eng.).

Gagarin P.G. (2018) Thermodynamic functions of compounds and solid solutions of lanthanide oxides and zirconium dioxide // *Dissn ...for an academic degree. Candidate of Chemical Sciences, Moscow.* 156. (In Russ.).

Merkushkin A.O., Aung T., Mo U. E. (2010) Ceramics based on zirconates, titans and stannates, *Glass and ceramics.*, 11: 16-19 (in Eng.).

Cowba L.M., Trunov V.K. (1976) X-ray phase analysis. MGU 2-e izd, Moscow, Russia. (In Russ.).

Chumilina L.G. (2016) Thermochemical properties of oxide compounds based on elements of group III of Mendeleevs periodic table: Thesis. cand.chem scien: 02.00.04. – Krasnoyarsk., 148 c. (in Russ.).

Veritin U.D., Mashirov V.P., Ryabtsev N.G. (1965) Thermodynamic properties of inorganic substances. Atomizdat, 460. T-06927 (in Russ.).

Kumok V.N. (1987) The problem of harmonizing methods for assessing thermodynamic characteristics., Direct and inverse problems of chemical thermodynamics. Novosibirsk: Nauka, 108-123. (in Russ.).

Kiwilis SS (1959) Technique for measuring density of liquids and solids. Standartgiz, Moscow, Russia. (In Russ.).

CONTENTS

CHEMISTRY

- K.Sh. Akhmetova, B.K. Kenzhaliev, S.V. Gladyshev*, N.K. Akhmadieva, L.M. Imangalieva**
GLOBAL INNOVATIONS IN EXTRACTIVE METALLURGY OF TITANIUM.....5
- O.K. Beisenbayev, B.M. Smailov, S.A. Sakibayeva, A.B. Issa, A.Sh. Kydyralieva**
PRODUCTION AND RESEARCH OF HIGH-STRENGTH STRUCTURED FERTILIZERS BASED ON TECHNOGENIC WASTE.....27
- A.S. Dauletbayev, K.A. Kadirbekov, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina**
APPLICATION OF ULTRAFLOCCULATION METHOD FOR PURIFICATION OF RECYCLING SOLUTIONS IN URANIUM MINING INDUSTRIES.....42
- B.I. Dikhanbaev, A.B. Dikhanbaev, K.T. Baubekov, S.B. Ybray**
CREATION OF AN ENERGY-EFFICIENT UNIT FOR CLINKER PROCESSING AT ACHISAI MINE.....53
- N.B. Zhumadilda, N.G. Gemejiyeva, A.O. Sapieva, Zh.Zh. Karzhaubekova, N.A. Sultanova**
LIPOPHILIC COMPONENTS OF HEDYSARUM SONGORICUM BONG. HERBS.....68
- B. Imangaliyeva, B. Dossanova, B. Torsykbayeva, I. Nurlybaev, N. Sultanov**
SYNTHESIS OF GLYCYRRHIZIC ACID FROM THE ROOTS OF THE PLANT "RED LICORICE" AND THE STUDY OF CHEMICAL PROPERTIES.....83
- L.M. Kalimoldina, S.O. Abilkasova, M.A. Kozhaisakova, Zh.R. Syrymova, A.A. Sultanayeva**
THE PROSPECT OF USING POLYMER BITUMEN TO IMPROVE THE QUALITY AND SAFETY OF ROAD INFRASTRUCTURE.....101
- Zh.S. Kassymova, N.N. Berikbol, V.I. Markin, L.K. Orazzhanova, A.S. Seitkan**
PRODUCTION OF SODIUM CARBOXYMETHYLCELLULOSE FROM PINE WOOD WASTE AND INVESTIGATION OF ITS PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES.....113
- B.K. Kenzhalyiev, A.K. Koizhanova, T. A. Chepushtanova, A.O. Mukangaliyeva, D.R. Magomedov**
INNOVATIVE METHODS FOR PROCESSING COPPER ORES IN KAZAKHSTAN: A COMPREHENSIVE APPROACH TO ENHANCING THE EFFICIENCY OF VALUABLE COMPONENT EXTRACTION.....124

M.M. Mataev, A.M. Madiyarova, G.S. Patrin, M.R. Abdraimova, M.A. Nurbekova SYNTHESIS AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF A NEW COMPLEX FERRITE.....	137
N. Merkhatuly, A.N. Iskanderov, S.B. Abeuova, A.N. Iskanderov, S.K. Zhokizhanova, N.G. Atamkulova INCLUSION OF AZULENE STRUCTURAL UNITS IN THE BASIS OF CONJUGATED POLYMERS: IMPROVEMENT OF PROTON SENSITIVITY AND FLUORESCENCE.....	147
A.N. Nefedov, A.K. Akurpekova, A.T. Taiekenova, S.A. Kurguzikova, D.K. Beisenbaev DETERMINATION OF AMINE CONCENTRATION BY POTENTIOMETRIC AND CONDUCTOMETRIC TITRATION METHODS.....	160
M. Toktarbek, G.A. Seitimova, G.Sh. Burasheva OPTIMISATION METHOD FOR OBTAINING A BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM THE PLANT PETROSIMONIA BRACHIATA.....	175
M.T. Turdiyev, B.K. Kasenov, A. Nukhuly, Zh.I. Sagintaeva, Sh.B. Kasenova, E.E. Kuanyshbekov, M. Stoev SYNTHESIS AND RADIOGRAPHY OF NEW ZIRCON-MANGANITES OF LANTHANUM AND ALKALINE EARTH METALS AND CALCULATION OF THEIR THERMODYNAMIC PROPERTIES.....	186

МАЗМҰНЫ

ХИМИЯ

- К.Ш. Ахметова, Б.К. Кенжалиев, С.В. Гладышев, Н.К. Ахмадиева, Л.М. Имангалиева**
 ТИТАН МЕТАЛЛУРГИЯСЫНДАҒЫ ӘЛЕМДІК ИННОВАЦИЯЛАР.....5
- О.К. Бейсенбаев, Б.М. Смайлов, С.А. Сакибаева, А.Б. Иса, А.Ш. Кыдыралиева**
 ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАР НЕГІЗІНДЕГІ ЖОҒАРЫ БЕРІКТІ ҚҰРЫЛЫМДЫ ТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫ АЛУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....27
- Ә.С. Дәулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилқасова, Л.М. Калимолдина, А.Д. Алтынбек**
 УРАН ӨНДІРІСІНДЕГІ ҚАЙТАРЫМДЫ ЕРІТІНДІЛЕРДІ ТАЗАЛАУ ҮШІН УЛЬТРАФЛОКУЛЯЦИЯЛЫҚ ӘДІСТІ ҚОЛДАНУ.....42
- Б.И. Диханбаев, А.Б. Диханбаев, К.Т. Баубеков, С.Б. Ыбрай**
 АЩЫСАЙ КЕНІШНІҢ КЛИНКЕРІН ӨНДЕУ ҮШІН ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕЙТІН ҚОНДЫРҒЫНЫ ҚҰРУ.....53
- Н.Б. Жұмаділда, Н.Г. Гемеджиева, А.О. Сәпиева, Ж.Ж. Қаржаубекова, Н.А. Сұлтанова**
HEDYSARUM SONGORICUM BONG. ӨСІМДІГІНІҢ ЛИПОФИЛЬДІ ҚҰРАМДАС БӨЛІКТЕРІ.....68
- Б. Имангалиева, Б. Досанова, Б. Торсықбаева, И. Нурлыбаев, Н. Сұлтанов**
 “ҚЫЗЫЛ МИЯ” ӨСІМДІГІНІҢ ТАМЫРЫНАН ГЛИЦИРРИЗИН ҚЫШҚЫЛЫН СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....83
- Л.М. Калимолдина, С.О. Әбілқасова, М.А. Қожайсақова, Ж.Р. Сырымова, А.Ә. Сұлтанова**
 ЖОЛ ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ САПАСЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІН АРТТЫРУ ҮШІН ПОЛИМЕР БИТУМЫН ПАЙДАЛАНУ ПЕРСПЕКТИВАСЫ.....101
- Ж.С. Касымова, Н.Н. Берікбол, В.И. Маркин, Л.К. Оразжанова, А.С. Сейтқан**
 ҚАРАҒАЙ АҒАШЫНЫҢ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН НАТРИЙ КАРБОКСИМЕТИЛЩЕЛЛЮЛОЗА АЛУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....113

- Б.К. Кенжалиев, А.К. Койжанова, Т.А.Чепуштанова, А.Ө. Мұқанғалиева, Д.Р. Магомедов**
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ МЫС КЕҢДЕРІН ӨҢДЕУДІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ӨДІСТЕРІ: ҚҰНДЫ КОМПОНЕНТТЕРДІ АЛУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУҒА КЕШЕНДІ КӨЗҚАРАС.....124
- М.М. Матаев, А.М. Мадиярова, Г.С. Патрин, М.Р. Абдраймова, М.А. Нурбекова**
ЖАҢА КҮРДЕЛІ ФЕРРИТТІҢ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....137
- Н. Мерхатулы, А.Н. Искандеров, С.Б. Абеуова, А.Н. Искандеров, С.К. Жокижанова, Н.Г. Атамкулова**
ҚОСАРЛАНҒАН ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ НЕГІЗІНЕ АЗУЛЕНДІК ҚҰРЫЛЫМДЫҚ БІРЛІКТЕРДІ ҚОСУ: ПРОТОНҒА СЕЗІМТАЛДЫҚ ПЕН ФЛУОРЕСЦЕНЦИЯНЫ ЖАҚСARTУ.....147
- А.Н. Нефедов, А.К. Акурпекова, А.Т. Тайекенова, С.А. Кургузикова, Д.К. Бейсенбаев**
ПОТЕНЦИОМЕТРИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КОНДУКТОМЕТРИЯЛЫҚ ТИТРЛЕУ ӨДІСТЕРІМЕН АМИН КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АНЫҚТАУ.....160
- М. Тоқтарбек, Г.А. Сейтимова, Г.Ш. Бурашева**
PETROSIMONIA BRACHIATA ӨСІМДІГІНЕН БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРДЫ АЛУ ӨДІСІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....175
- М.Т. Турдиев, Б.Қ. Қасенов, А. Нұхұлы, Ж.И. Сағынтаева, Ш.Б. Қасенова, Е.Е. Қуанышбеков, М. Стоев**
ЖАҢА ЛАНТАН ЖӘНЕ СІЛТІЛІ-ЖЕР МЕТАЛДАРЫ ЦИРКОН МАНГАНИТТЕРІНІҢ СИНТЕЗІ МЕН РЕНТГЕНОГРАФИЯСЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЕСЕПТЕУ.....186

СОДЕРЖАНИЕ

ХИМИЯ

К.Ш. Ахметова, Б.К. Кенжалиев, С.В. Гладышев, Н.К. Ахмадиева, Л.М. Имангалиева
МИРОВЫЕ ИННОВАЦИИ ЭКСТРАКТИВНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ ТИТАНА.....5

О.К. Бейсенбаев, Б.М. Смайлов, С.А. Сакибаева, А.Б. Иса, А.Ш. Кыдыралиева
ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТРУКТУРИРОВАННЫХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ.....27

А.С. Даулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина, А.Д. Алтынбек
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА УЛЬТРАФЛОКУЛЯЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОБОРОТНЫХ РАСТВОРОВ В УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННОСТЯХ.....42

Б.И. Диханбаев, А.Б. Диханбаев, К.Т. Баубеков, С.Б. Ыбрай
СОЗДАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ КЛИНКЕРА РУДНИКА «АЧИСАЙ».....53

Н.Б. Жумадильда, Н.Г. Гемеджиева, А.О. Сапиева, Ж.Ж. Каржаубекова, Н.А. Султанова
ЛИПОФИЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТРАВЫ HEDYSARUM SONGORICUM BONG.....68

Б. Имангалиева, Б. Досанова, Б. Торсыкбаева, И. Нурлыбаев, Н. Султанов
СИНТЕЗ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ ИЗ КОРНЕЙ РАСТЕНИЯ «КРАСНАЯ СОЛОДКА» И ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....83

Л.М. Калимолдина, С.О. Абилкасова, М.А. Кожайсакова, Ж.Р. Сырымova, А.А. Султанаева
ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНОГО БИТУМА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ.....101

- Ж.С. Касымова, Н.Н. Берикбол, В.И. Маркин, Л.К. Оразжанова, А.С. Сейткан**
ПОЛУЧЕНИЕ НАТРИЙ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ ОТХОДОВ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ И ИЗУЧЕНИЕ ЕЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....113
- Б.К. Кенжалиев, А.К. Койжанова, Т.А.Чепуштанова, А.О. Муқанғалиева, Д.Р. Магомедов**
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ МЕДНЫХ РУД В КАЗАХСТАНЕ: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ.....124
- М.М. Матаев, А.М. Мадиярова, Г.С. Патрин, М.Р. Абдраймова, М.А. Нурбекова**
СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НОВОГО СЛОЖНОГО ФЕРРИТА.....137
- Н. Мерхатулы, А.Н. Искандеров, С.Б. Абеуова, А.Н. Искандеров, С.К. Жокижанова, Н.Г. Атамкулова**
ВКЛЮЧЕНИЕ АЗУЛЕНОВЫХ СТРУКТУРНЫХ ЕДИНИЦ В ОСНОВУ СОПРЯЖЕННЫХ ПОЛИМЕРОВ: УЛУЧШЕНИЕ ПРОТОННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ.....147
- А.Н. Нефедов, А.К. Акурпекова, А.Т. Тайкенова, С.А. Кургузикова, Д.К. Бейсенбаев**
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АМИНОВ МЕТОДАМИ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО И КОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ.....160
- М. Токтарбек, Г.А. Сейтимова, Г.Ш. Бурашева**
СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТЕНИЯ *PETROSIMONIA BRASILIATA*.....175
- М.Т. Турдиев, Б.К. Касенов, А. Нухулы, Ж.И. Сагинтаева, Ш.Б. Касенова, Е.Е. Куанышбеков, М. Стоев**
СИНТЕЗ И РЕНТГЕНОГРАФИЯ НОВЫХ ЦИРКОНО-МАНГАНИТОВ ЛАНТАНА И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ И РАСЧЕТ ИХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ.....186

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)

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 30.09.2024.

Формат 60x88¹/₈. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

13,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.