

ISSN 2224-5286

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ХИМИЯ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ
СЕРИЯСЫ**



**СЕРИЯ
ХИМИИ И ТЕХНОЛОГИИ**



**SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

5 (413)

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2015 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2015 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2015**

**1947 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1947 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1947**

**ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR**

**АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK**

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі
М. Ж. Жұрынов

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғазалиев А.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Ерғожин Е.Е.** (бас редактордың орынбасары); хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пірәлиев К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Баешов А.Б.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Бүркітбаев М.М.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жүсіпбеков У.Ж.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Итжанова Х.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Молдахметов М.З.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мырхалықов Ж.У.**; мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рахымов К.Д.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; хим. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Тәшімов Л.Т.**; хим. ғ. докторы, проф. **Мансұров З.А.**; техн. ғ. докторы, проф. **Наурызбаев М.К.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і:

Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Агабеков В.Е.** (Беларусь); Украинаның ҰҒА академигі **Волков С.В.** (Украина); Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Жоробекова Ш.Ж.** (Қырғызстан); Армения Республикасының ҰҒА академигі **Мангашян А.А.** (Армения); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Туртэ К.** (Молдова); Әзірбайжан ҰҒА академигі **Фарзалиев В.** (Әзірбайжан); Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Халиков Д.Х.** (Тәжікстан); хим. ғ. докторы, проф. **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы); философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания); хим. ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

М. Ж. Журинов

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **А.М. Газалиев**; доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **Е.Е. Ергожин** (заместитель главного редактора); доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **К.Д. Пралиев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **А.Б. Башов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.М. Буркитбаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.Ж. Джусипбеков**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Х.И. Итжанова**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.З. Мулдахметов**; доктор техн. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.У. Мырхалыков**; доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Д. Рахимов**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Л.Т. Ташимов**; доктор хим. наук, проф. **З.А. Мансуров**; доктор техн. наук, проф. **М.К. Наурызбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Республики Беларусь **В.Е. Агабеков** (Беларусь); академик НАН Украины **С.В. Волков** (Украина); академик НАН Кыргызской Республики **Ш.Ж. Жоробекова** (Кыргызстан); академик НАН Республики Армения **А.А. Манташян** (Армения); академик НАН Республики Молдова **К. Туртэ** (Молдова); академик НАН Азербайджанской Республики **В. Фарзалиев** (Азербайджан); академик НАН Республики Таджикистан **Д.Х. Халиков** (Таджикистан); доктор хим. наук, проф. **В.Н. Нараев** (Россия); доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания); доктор хим. наук, профессор **Марек Сикорски** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии». ISSN 2224-5286

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

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10893-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

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

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

Editor in chief

M. Zh. Zhurinov,
academician of NAS RK

Editorial board:

S.M. Adekenov, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.M. Gazaliev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **Ye.Ye. Yergozhin**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK (deputy editor); **K.D. Praliyev**, dr. chem. sc., prof., academician of NAS RK; **A.B. Bayeshov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.M. Burkitbayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.Zh. Zhusipbekov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Kh.I. Itzhanova**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.Z. Muldakhmetov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.U. Myrkhalykov**, dr. eng. sc., prof., corr. member of NAS RK; **K.D. Rakhimov**, dr. med. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **L.T. Tashimov**, dr. chem. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Z.A. Mansurov**, dr. chem. sc., prof.; **M.K. Nauryzbayev**, dr. eng. sc., prof.

Editorial staff:

V.Ye. Agabekov, NAS Belarus academician (Belarus); **S.V. Volkov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **Sh.Zh. Zhorobekov**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **A.A. Mantashyan**, NAS Armenia academician (Armenia); **K. Turte**, NAS Moldova academician (Moldova); **V. Farzaliyev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **D.Kh. Khalikov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **V.N. Narayev**, dr. chem. sc., prof. (Russia); **Pauline Prokopovich**, dr. phylos., prof. (UK); **Marek Sikorski**, dr. chem. sc., prof. (Poland)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of chemistry and technology.
ISSN 2224-5286

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 10893-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/chemistry-technology.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Editorial address: Institute of Organic Catalysis and Electrochemistry named after D. V. Sokolsky
142, Kunayev str., of. 310, Almaty, 050100, tel. 291-62-80, fax 291-57-22,
e-mail: orgcat@nursat.kz

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 5, Number 413 (2015), 57 – 62

**NEW NANOSIZED FERRO-CHROME-MANGANITES
NdMe^IFeCrMnO_{6,5} (Me^I – Li, Na, K) AND THEIR X-RAY STUDIES****B. K. Kasenov¹, Sh. B. Kasenova¹, Zh. I. Sagintaeva¹,
A. A. Seysenova¹, E. E. Kuanyshebekov²**¹J. Abishev Chemical-Metallurgical Institute, Karaganda, Kazakhstan,²E. A. Buketov Karaganda State University, Kazakhstan.

E-mail: kasenov1946@mail.ru

Keywords: iron, chrome, manganite, synthesis, x-ray.**Abstract.** Technology using ceramic oxides of Nd, Fe (III), Cr (III), Mn (III) carbonates and Li, Na, K in the range of 800-1200 ° C to synthesize new phases - Ferro-chromium manganites NdMe^IFeCrMnO_{6,5} (Me^I - Li, Na, K).

Annealing was performed in a furnace «SNOL» at temperatures of 800-1200°C for 20 hours with intermediate trituration in an agate mortar. Low-temperature annealing conducted at 400°C and for 20 hours.

Nanoscale particles are synthesized NdMe^IFeCrMnO_{6,5} (Me^I - Li, Na, K) obtained by grinding them on a vibratory mill company «Retsch» (Germany) brand "MM301".

Size of crushed particles was adjusted with an electron microscope JSPM-5400 Scanning Probe Microscope "JEOL". Mode feedback AC-AFM, the measurement mode "Topogrfiya" type cantilever NSC35 / AIBS, 7,5 nm company «Mikromasch» (Japan).

The method of X-ray revealed that they crystallize in the cubic system with the following lattice parameters: NdLiFeCrMnO_{6,5} – a=20,154±0,020 Å, Z=8, V^o=8186,23±0,06 Å³, V^o_{un.cell.}=1023,28±0,01 Å³, ρ_{x-ray.}=5,11, ρ_{picn.}=5,14±0,03 g/cm³; NdNaFeCrMnO_{6,5} – a=20,066±0,024 Å, Z=8, V^o=8079,46±0,07 Å³, V^o_{un.cell.}=1009,93±0,02 Å³, ρ_{x-ray.}=5,11; ρ_{picn.}=5,13±0,01 g/cm³; NdKFeCrMnO_{6,5} – a=20,233±0,069Å, V^o=8282±0,21Å³, Z=8, V^o_{un.cell.}=1035,36±0,03Å³, ρ_{x-ray.}=5,08; ρ_{picn.}=5,09±0,02 g/cm³.

A IR spectroscopic study of ferro-chrome-manganite.

УДК 546.654:31:72:76:711/.717+621.386.8

**НОВЫЕ НАНОРАЗМЕРНЫЕ ФЕРРО-ХРОМО-МАНГАНИТЫ
NdMe^IFeCrMnO_{6,5} (Me^I – Li, Na, K)
И ИХ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ****Б. К. Касенов¹, Ш. Б. Касенова¹, Ж. И. Сагинтаева¹,
А. А. Сейсенова¹, Е. Е. Куанышбеков²**¹Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, Караганда, Казахстан,²Карагандинский государственный университет им. Е. А. Букетова, Казахстан**Ключевые слова:** железо, хром, манганит, синтез, рентгенография.**Аннотация.** Методом керамической технологии из оксидов Nd, Fe(III), Cr(III), Mn(III) и карбонатов Li, Na, K в интервале 800-1200 °С синтезированы новые фазы – ферро-хромо-манганиты NdMe^IFeCrMnO_{6,5} (Me^I – Li, Na, K).

Отжиг проводили в печи «SNOL» при температурах 800-1200 °С в течение 20 часов с промежуточными перетираниями в агатовой ступке. Низкотемпературный отжиг проведен при 400 °С также в течение 20 часов.

Наноразмерные частицы синтезированных $\text{NdMe}^{\text{I}}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ ($\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$) получены измельчением их на вибрационной мельнице компании «Retsch» (Германия) марки «ММ301». Размеры измельченных частиц устанавливали на электронном микроскопе JSPM-5400 Scanning Probe Microscope «JEOL». Режим обратной связи AC-AFM, режим измерения «Топография», тип кантелевера NSC35/AIBS, 7,5 nm фирмы «Mikromasch» (Япония).

Методом рентгенофазового анализа установлено, что все они кристаллизуются в кубической сингонии со следующими параметрами решетки: $\text{NdLiFeCrMnO}_{6,5} - a=20,154\pm 0,020 \text{ \AA}$, $Z=8$, $V^{\circ}=8186,23\pm 0,06 \text{ \AA}^3$, $V^{\circ}_{\text{эл.яч.}}=1023,28\pm 0,01 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,11$, $\rho_{\text{пикн.}}=5,14\pm 0,03 \text{ г/см}^3$; $\text{NdNaFeCrMnO}_{6,5} - a=20,066\pm 0,024 \text{ \AA}$, $Z=8$, $V^{\circ}=8079,46\pm 0,07 \text{ \AA}^3$, $V^{\circ}_{\text{эл.яч.}}=1009,93\pm 0,02 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,11$, $\rho_{\text{пикн.}}=5,13\pm 0,01 \text{ г/см}^3$; $\text{NdKFeCrMnO}_{6,5} - a=20,233\pm 0,069 \text{ \AA}$, $V^{\circ}=8282\pm 0,21 \text{ \AA}^3$, $Z=8$, $V^{\circ}_{\text{эл.яч.}}=1035,36\pm 0,03 \text{ \AA}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,08 \text{ г/см}^3$; $\rho_{\text{пикн.}}=5,09\pm 0,02 \text{ г/см}^3$.

Проведено ИК-спектроскопическое исследование ферро-хромо-манганитов.

Применением ферритов решаются многие проблемы вычислительной и сверхвысокочастотной техники, электронного приборостроения, техники связи и др. [1, 2].

Сложные оксидные соединения на основе хрома (III) характеризуются наибольшей устойчивостью, так как для него характерно большое число кинетически устойчивых комплексов [3, 4].

Интерес к манганитам во многом обусловлен с их огромным магнитным сопротивлением. Магнитные характеристики нанотрубок манганита, по оценкам их создателей, в целом соответствуют характеристикам массивного образца (магниторезистивные свойства в них проявляются при температурах ниже 200 K), а необычная геометрия открывает новые возможности [5].

До настоящего времени исследовались в основном, как отдельные ферриты, хромиты и манганиты, так и смешанные феррито-манганиты и хромито-манганиты редкоземельных, щелочных и щелочноземельных металлов [6-8].

Определенный теоретический и практический интерес представляет синтез комбинированных ферро-хромо-манганитов редкоземельных и щелочных металлов, особенно их наночастиц.

Повышенный интерес исследователей к нанообъектам вызван обнаружением у них необычайных физических и химических свойств [9].

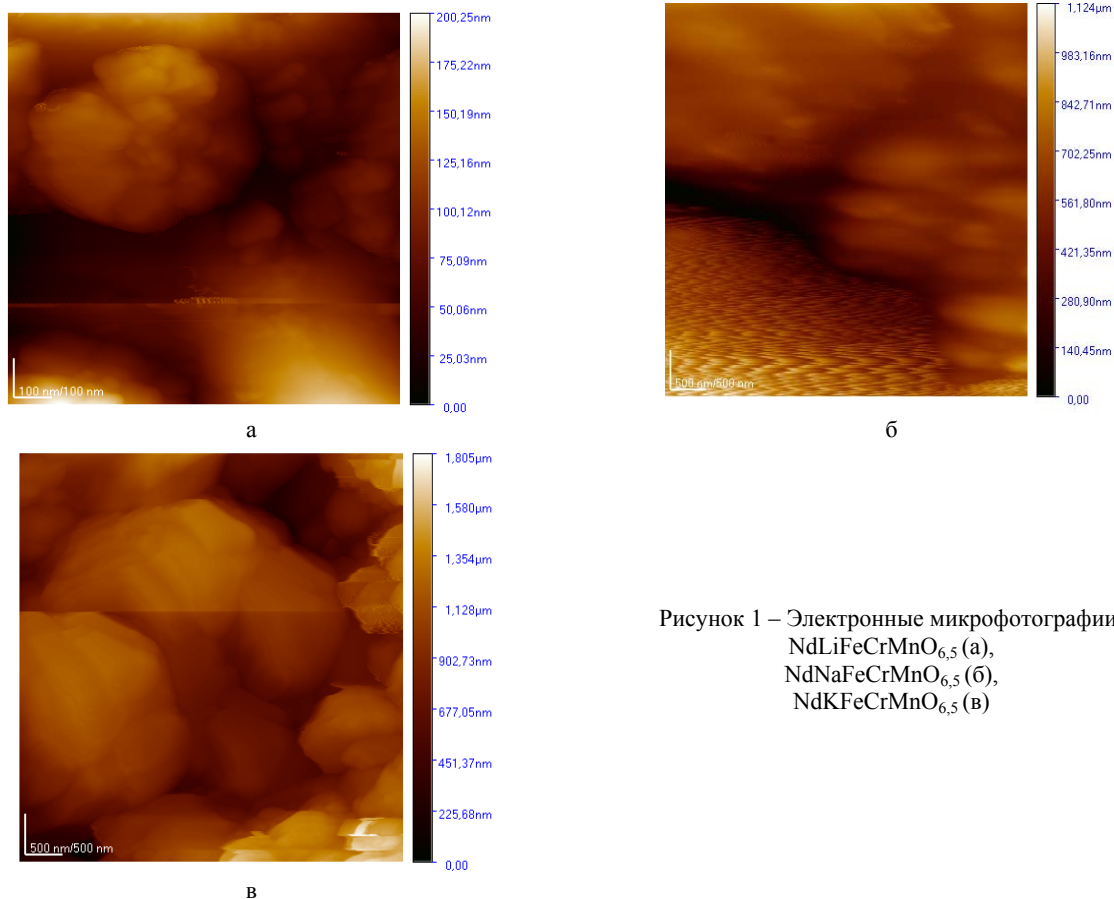


Рисунок 1 – Электронные микрофотографии:
 $\text{NdLiFeCrMnO}_{6,5}$ (а),
 $\text{NdNaFeCrMnO}_{6,5}$ (б),
 $\text{NdKFeCrMnO}_{6,5}$ (в)

В связи с вышеизложенными целью данной работы является синтез и рентгенографическое исследование новых фаз – ферро-хромо-манганитов $\text{NdMe}^{\text{I}}\text{FeCrMnO}_{6,5}$ ($\text{Me}^{\text{I}} - \text{Li, Na, K}$).

Твердофазный синтез соединений проведен методом керамической технологии из оксидов неодима (III) квалификации «ос.ч.», железа (III), хрома (III), марганца (III) и карбонатов лития, натрия и калия марки «ч.д.а.». Предварительно обезвоженные при 400 °С стехиометрические количества исходных веществ тщательно перемешивались, перетирались в агатовой ступке. Затем они в алундовых тиглях в печи «SNOL» отжигались сначала при 800 °С, затем при 1200 °С в течение 20 часов, далее смеси охлаждались, перемешивались и тщательно перетирались. Низкотемпературный отжиг составов проводили при температуре 400 °С также в течение 20 часов.

Наноразмерные частицы ферро-хромо-манганитов получали путем измельчения их на вибрационной мельнице MM301 (Retsch, Германия) аналогично [10-19]. Размеры наночастиц определены на электронном микроскопе JSPM-5400 Scanning Probe Microscope «Jeol». На рисунке 1 приведены электронные микрофотографии наночастиц исследуемых ферро-хромо-манганитов. Как видно из данных рисунка 1 размеры наночастиц (нанокластеров) находятся в пределах 30-100 нм.

Рентгенографическое исследование наноразмерных частиц соединений проводили на дифрактометре ДРОН-2,0 ($\text{CuK}\alpha$ – излучение, Ni – фильтр, $U=30\text{кВ}$, $J=10\text{мА}$, скорость вращения счетчика 2 об/мин, диапазон шкалы 1000 имп/с, $\tau=5\text{с}$, $2\theta=10-90^\circ$). Интенсивность дифракционных максимумов оценивали по 100 балльной шкале. Индексирование рентгенограмм полученных соединений проводили аналитическим методом [20].

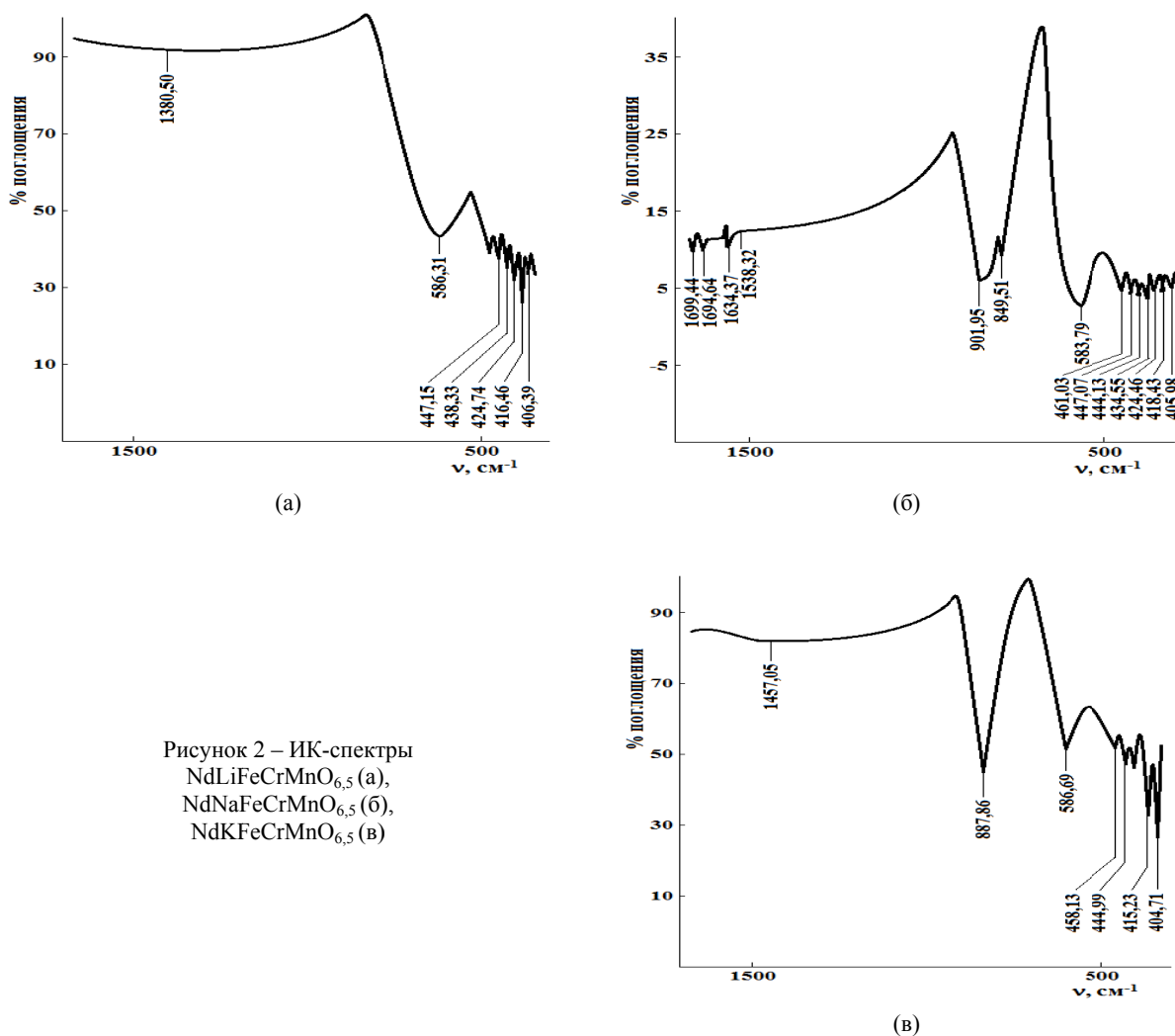


Рисунок 2 – ИК-спектры
 $\text{NdLiFeCrMnO}_{6,5}$ (а),
 $\text{NdNaFeCrMnO}_{6,5}$ (б),
 $\text{NdKFeCrMnO}_{6,5}$ (в)

Пикнометрические плотности определяли согласно [21]. В качестве индифферентной жидкости использовали толуол.

На основании результатов индицирования установлено, что синтезированные ферро-хромоманганиты кристаллизуются в кубической сингонии, в пространственной группе $Pm\bar{3}m$ в структуре искаженного перовскита: $\text{NdLiFeCrMnO}_{6,5}$ – $a=20,154\pm 0,03\text{Å}$, $V^0=8186\pm 0,06\text{Å}^3$, $Z=8$, $V^0_{\text{э.л.ч.}}=1023,28\pm 0,01\text{Å}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,11$; $\rho_{\text{пикн.}}=5,14\pm 0,03\text{ г/см}^3$; $\text{NdNaFeCrMnO}_{6,5}$ – $a=20,066\pm 0,024\text{Å}$, $V^0=8079\pm 0,07\text{Å}^3$, $Z=8$, $V^0_{\text{э.л.ч.}}=1009,93\pm 0,02\text{Å}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,11$; $\rho_{\text{пикн.}}=5,13\pm 0,01\text{ г/см}^3$; $\text{NdKFeCrMnO}_{6,5}$ – $a=20,233\pm 0,069\text{Å}$, $V^0=8282\pm 0,21\text{Å}^3$, $Z=8$, $V^0_{\text{э.л.ч.}}=1035,36\pm 0,03\text{Å}^3$, $\rho_{\text{рент.}}=5,08\text{ г/см}^3$; $\rho_{\text{пикн.}}=5,09\pm 0,02\text{ г/см}^3$.

ИК-спектроскопическое исследование соединений проводили на спектрофотометре AVATAR-360. На рисунке 2 представлены ИК-спектры исследуемых соединений. При расшифровке спектров руководствовались монографией [22].

$\text{NdLiFeCrMnO}_{6,5}$. Полосы поглощения при 406,39; 416,46; 424,74; 438,33 и 447,15 см^{-1} можно отнести к деформационным колебаниям $\delta(\text{Nd-O})$, $\delta(\text{Li-O})$, $\delta(\text{Fe-O})$, $\delta(\text{Cr-O})$, $\delta(\text{Mn-O})$; 586,31 см^{-1} – к колебанию $\nu_i(\text{MnO}_6)$, 1380,50 см^{-1} – к изменениям симметрии групп FeO_3 , CrO_3 и MnO_3 .

$\text{NdNaFeCrMnO}_{6,5}$. Полосы поглощения при 405,98; 418,43; 424,46; 434,55; 444,13; 447,07 и 461,03 см^{-1} можно отнести к деформационным колебаниям $\delta(\text{Nd-O})$, $\delta(\text{Na-O})$, $\delta(\text{Fe-O})$, $\delta(\text{Cr-O})$, $\delta(\text{Mn-O})$; 583,79 – к колебанию $\nu_i(\text{MnO}_6)$, 849,51 и 901,95 см^{-1} – к гармоническим частотам групп $W_e(\text{Mn-O})$ и $W_e(\text{Cr-O})$, 1538,32; 1634,37 и 1694,64 – к изменениям симметрии групп MnO_3 , CrO_3 и FeO_3 .

$\text{NdKFeCrMnO}_{6,5}$. Полосы поглощения при 404,71; 415,23; 444,99; 458,13 см^{-1} можно отнести к деформационным колебаниям $\delta(\text{Nd-O})$, $\delta(\text{K-O})$, $\delta(\text{Fe-O})$, $\delta(\text{Cr-O})$, $\delta(\text{Mn-O})$; 586,69 см^{-1} – к колебанию $\nu_i(\text{MnO}_6)$, 887,86 см^{-1} – к гармоническим частотам групп $W_e(\text{Mn-O})$, $W_e(\text{Cr-O})$ и $W_e(\text{Fe-O})$, 1457,05 см^{-1} – к изменениям симметрии групп FeO_3 и MnO_3 .

Таким образом, впервые получены наноразмерные ферро-хромоманганиты состава $\text{NdMe}^I\text{FeCrMnO}_{6,5}$ (Me^I – Li, Na, K), определены типы их сингонии, параметры решеток и проведено ИК-спектроскопическое исследование.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Летюк Л.М., Журавлёв Г.И. Химия и технология ферритов. – Л., 1983. – 256 с.
- [2] Левин Б.Е., Третьяков Ю.Д., Летюк Л.М. Физико-химические основы получения, свойства и применение ферритов. – М.: Металлургия, 1979. – 473 с.
- [3] Гильдерман В.К., Земцова В.И., Пальгубев С.Ф. Электропроводность и термо – э.д.с. ортохромитов редкоземельных элементов подгруппы церия // Изв. АН СССР. Неорган. материалы. – 1987. – Т. 23, № 6. – С.1001-1004.
- [4] Супоницкий Ю.Л. Термическая химия оксосоединений РЗЭ и элементов VI-группы: автореферат дисс. докт. хим. наук. – Москва, 2001. – 40 с.
- [5] http://perst.isssp.kiae.ru/inform/perst/4_23/index.htm
- [6] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Ермагамбет Б.Т. и др. Двойные и тройные манганиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: «Тенгри», 2012. – 317 с.
- [7] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Мустафин Е.С., Ермагамбет Б.Т., Касенова Ш.Б., Давренбеков С.Ж., Сагинтаева Ж.И., Абильдаева А.Ж., Едильбаева С.Т., Сергазина С.М., Толоконников Е.Г., Жумадилов Е.К. Рентгенография, термодинамика и электрофизика двойных ферритов щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: «Тенгри», 2012. – 112 с.
- [8] Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Мустафин Е.С., Касенова Ш.Б., Ермагамбет Б.Т., Сагинтаева Ж.И., Жумадилов Е.К. Двойные и тройные хромиты щелочных, щелочноземельных и редкоземельных металлов. – Караганда: «TENGRILtd», 2013. – 172 с.
- [9] Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2005. – 416 с.
- [10] Касенов Б.К., Сергазина С.М., Касенова Ш.Б. и др. Синтез и рентгенографическое исследование ферритов $\text{ErM}^I\text{Fe}_2\text{O}_5$ (M^I – Li, Na, K, Cs) // Журнал неорган. химии. – 2010. – Т. 55, № 10. – С.1702-1705.
- [11] Инновационный патент. № 28710 от 19.06.2014г. Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Ермагамбет Б.Т., Касенова Ш.Б., Сагинтаева Ж.И. и др. «Способ получения наноразмерных частиц двойных хромитов редкоземельных и щелочноземельных металлов».
- [12] Инновационный патент. № 29247 от 20.11.2014г. Касенов Б.К., Бектурганов Н.С., Толымбеков М.Ж., Ермагамбет Б.Т. и др. «Способ получения наноструктурированных частиц манганито-ферритов редкоземельных, щелочных и щелочноземельных металлов с общими формулами $\text{LnM}^I\text{MnFeO}_5$ и $\text{LnM}^{II}\text{MnFeO}_{5,5}$, где Ln – редкоземельный, M(I) – щелочной, M(II) – щелочноземельный металл».
- [13] Заключение о выдаче Инновационного патента (№ заявки 2013/1355.1 от 04.05.2014г.). «Способ получения наноразмерных частиц купрато-манганитов щелочноземельных редкоземельных металлов состава $\text{LnM}^{II}_2\text{CuMnO}_6$ (Ln – La, Nd; M^{II} – Mg, Ca, Sr, Ba)» (Б.К. Касенов, Н.С. Бектурганов, М.Ж. Толымбеков и др.).

[14] Касенов Б.К., Давренбеков С.Ж., Мустафин Е.С. и др. Синтез и рентгенографическое исследование новых наноструктурированных манганито-ферритов $\text{NdM}^{\text{II}}_{1.5}\text{MnFeO}_6$ ($\text{M}^{\text{II}} = \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$) // Журнал неорганической химии. – 2013. – Т. 58, № 5. – С. 646.

[15] Касенов Б.К., Сагнтаева Ж.И., Касенова Ш.Б., Касенова Ш.Б., Давренбеков С.Ж., Абилядаева А.Ж. Рентгенографическое исследование наноструктурированных частиц манганито-ферритов $\text{NdM}^{\text{II}}\text{MnFeO}_5$ ($\text{M}^{\text{II}} = \text{Li, Na, K}$) // Журнал неорганической химии. – 2013. – Т. 58, № 8. – С. 1095-1098.

[16] Касенова Ш.Б., Касенов Б.К., Сагнтаева Ж.И., Куанышбеков Е.Е., Ермагамбет Б.Т., Сейсенова А.А., Смагулова Д.И. Синтез и рентгенографическое исследование наноструктурированных частиц купрато-манганитов $\text{LaM}_2^{\text{II}}\text{CuMnO}_6$ ($\text{M}^{\text{II}} = \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$) // Журнал неорганической химии. – 2014. – Т. 59, № 9. – С. 1243-1247.

[17] Касенов Б.К., Сагнтаева Ж.И., Касенова Ш.Б., Куанышбеков Е.Е., Сейсенова А.А., Бектурганова А.Ж., Доспаев М.М. Синтез и рентгенографическое исследование наноструктурированных частиц двойных хромитов $\text{YbMe}^{\text{II}}\text{Cr}_2\text{O}_{5.5}$ ($\text{M}^{\text{II}} = \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$) // Журнал «Энциклопедия инженера-химика», Москва. – 2014. – № 5. – С.11-14.

[18] Касенов Б.К., Касенова Ш.Б., Сагнтаева Ж.И., Абилядаева А.Ж. Синтез и рентгенографическое исследование манганито-ферритов $\text{La}^{\text{II}}_{1.5}\text{MnFeO}_6$ ($\text{M}^{\text{II}} = \text{Mg, Ca, Sr, Ba}$) // Журнал неорганической химии. – 2014. – Т. 59, № 4. – С. 531-533.

[19] Касенов Б.К., Мустафин Е.С., Сагнтаева Ж.И., Исабаева М.А., Давренбеков С.Ж., Касенова Ш.Б., Абилядаева А.Ж. Рентгенографические характеристики новых хромито-манганитов $\text{LaMe}_3^{\text{I}}\text{CrMnO}_6$ и $\text{LaMe}_3^{\text{II}}\text{CrMnO}_{7.5}$ ($\text{M}^{\text{I}} = \text{Li, Na; Me}^{\text{II}} = \text{Mg, Ca}$) // Журнал неорганической химии. – 2013. – Т. 58, № 2. – С. 243-245.

[20] Ковба Л.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. – М.: Изд-во МГУ, 1969. – 232 с.

[21] Кивилис С.С. Техника измерений плотности жидкостей и твердых тел. – М.: Стандартгиз, 1959. – 191 с.

[22] Накамото К. ИК спектры и КР неорганических и координационных соединений. – М.: Мир, 1991. – 536 с.

REFERENCES

- [1] Letjuk L.M., Zhuravljov G.I. Chemistry and technology of ferrites. *L.*, **1983**, 256 (In Russ.).
- [2] Levin B.E., Tret'jakov Ju.D., Letjuk L.M. Physical and chemical bases of reception, properties and applications of ferrites. *M.: Metallurgija*, **1979**, 473 (In Russ.).
- [3] Gil'derman V.K., Zemcova V.I., Pal'guyev S.F. *Izv. AN SSSR. Neorgan. materialy.* – **1987**, 23, 6, 1001-1004 (In Russ.).
- [4] Suponickij Ju.L. Termicheskaja himija oksosojedinenij RZJe i jelementov VI-gruppy: avtoreferat diss. dokt. him. nauk. *Moskva*, **2001**, 40 (In Russ.).
- [5] http://perst.isssph.kiae.ru/inform/perst/4_23/index.htm
- [6] Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Ermagambet B.T. i dr. Double and triple manganites alkaline, alkaline earth and rare earth metals. *Karaganda: «Tengri»*, **2012**, 317 (In Russ.).
- [7] Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Mustafin E.S. i dr. Radiography, thermodynamics and electrophysics double iron alkaline, alkaline earth and rare earth metals. *Karaganda: «Tengri»*, **2012**, 112 (In Russ.).
- [8] Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Mustafin E.S. i dr. Double and triple chromite alkaline, alkaline earth and rare earth metals. *Karaganda: «TENGR Ltd»*, **2013**, 172 (In Russ.).
- [9] Gusev A.I. Nanomaterials, nanostructures, nanotechnology. *M.: Fizmatlit*, **2005**, 416 (In Russ.).
- [10] Kasenov B.K., Davrenbekov S.Zh., Mustafin E.S. i dr. *Zhurnal neorgan. himii*. **2013**, 58, 5, 646 (In Russ.).
- [11] Innovacionnyj patent. № 28710 ot **19.06.2014g.** Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Ermagambet B.T., Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I. i dr. (In Russ.).
- [12] Innovacionnyj patent. № 29247 ot **20.11.2014g.** Kasenov B.K., Bekturganov N.S., Tolymbekov M.Zh., Ermagambet B.T. i dr. (In Russ.).
- [13] Zakljuchenie o vydache Innovacionnogo patenta (№ zjavki 2013/1355.1 ot **04.05.2014g.**) (In Russ.).
- [14] Kasenov B.K., Davrenbekov S.Zh., Mustafin E.S. i dr. *Zhurnal neorgan. Himii*, **2013**, 58, 5, 646 (In Russ.).
- [15] Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I., Kasenova Sh.B., Kasenova Sh.B., Davrenbekov S.Zh., Abil'daeva A.Zh. *Zhurnal neorgan. himii. RAN*, **2013**, 58, 8, 1095-1098 (In Russ.).
- [16] Kasenova Sh.B., Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I., Kuanyshbekov E.E., Ermagambet B.T., Sejsenova A.A., Smagulova D.I. *Zhurnal neorgan. himii. RAN*, **2014**, 59, 9, 1243-1247 (In Russ.).
- [17] Kasenov B.K., Sagintaeva Zh.I., Kasenova Sh.B., Kuanyshbekov E.E., Sejsenova A.A., Bekturganova A.Zh., Dospaev M.M. *Zhurnal «Jenciklopedija inzhenera-himika»*, *Moskva*, **2014**, 5, 11-14 (In Russ.).
- [18] Kasenov B.K., Kasenova Sh.B., Sagintaeva Zh.I., Abil'daeva A.Zh. *Zhurnal neorgan. himii. RAN*, **2014**, 59, 4, 531-533 (In Russ.).
- [19] Kasenov B.K., Mustafin E.S., Sagintaeva Zh.I., Isabaeva M.A., Davrenbekov S.Zh., Kasenova Sh.B., Abil'daeva A.Zh. *Zhurnal neorganicheskoy himii. RAN*, **2013**, 58, 2, 243-245 (In Russ.).
- [20] Kovba L.M., Trunov V.K. X-ray analysis. *M.: Izd-vo MGU*, **1969**, 232 (In Russ.).
- [21] Kivilis S.S. Technique measuring the density of liquids and solids. *M.: Standartgiz*, **1959**, 191 (In Russ.).
- [22] Nakamoto K. IR and Raman spectra of inorganic and coordination compounds. *M.: Mir*, **1991**, 536 (In Russ.).

**NdMe¹FeCrMnO_{6,5} (Me¹ – Li, Na, K) ЖАҢА НАНОӨЛШЕМДІ ФЕРРО-ХРОМ-МАНГАНИТТЕРІ
ЖӘНЕ ОЛАРДЫ РЕНТГЕНОГРАФИЯЛЫҚ ТҮРҒЫДАН ЗЕРТТЕУ**

**Б. Қ. Қасенов¹, Ш. Б. Қасенова¹, Ж. И. Сағынтаева¹,
А. А. Сейсенова¹, Е. Е. Қуанышбеков²**

¹Ж. Әбішев атындағы Химия-металлургия институты, Қарағанды, Қарағанда,

²Е. А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қазақстан

Тірек сөздер: темір, хром, манганит, синтез, рентгенография.

Аннотация. Керамикалық технология әдісімен Nd, Fe(III), Cr(III), Mn(III) тотықтары мен Li, Na, K карбонаттарынан 800-1200 °С аралықта жаңа фазалар – ферро-хром-манганиттер NdMe¹FeCrMnO_{6,5} (Me¹ – Li, Na, K) синтезделініп алынды.

Қосылыстарды қыздыру «SNOL» пеште 20 сағат бойы 800-1200 °С температураларда ағат келіде ара-ластыра отырып жүргізілді. Төмен температуралық қыздыру 20 сағат бойы 400 °С – та жүрді.

Синтезделініп алынған NdMe¹FeCrMnO_{6,5} (Me¹ – Li, Na, K) наноөлшемді бөлшектері оларды «MM301» маркалы «Retsch» (Германия) компаниясының вибрациялық диірменінде үгіту арқылы алынды.

Үгітілген бөлшектер өлшемдері «Mikromasch» (Япония) фирмасының JSPM-5400 Scanning Probe Microscope “JEOL” электрондық микроскопында зерттелді. Кері байланыс режимі AC-AFM, өлшеу режимі «Топография», кантелевер типі NSC35/AIBS, 7,5 nm.

Рентгенфазалық әдіспен олардың кубтық сингонияда кристалданатыны анықталып, келесідей тор көрсеткіштері алынды: NdLiFeCrMnO_{6,5} – a=20,154±0,020 Å, Z=8, V^o=8186,23±0,06 Å³, V^o_{эл.ұя.}=1023,28±0,01 Å³, ρ_{рент.}=5,11, ρ_{пикн.}=5,14±0,03 г/см³; NdNaFeCrMnO_{6,5} – a=20,066±0,024 Å, Z=8, V^o=8079,46±0,07 Å³, V^o_{эл.ұя.}=1009,93±0,02 Å³, ρ_{рент.}=5,11, ρ_{пикн.}=5,13±0,01 г/см³; NdKFeCrMnO_{6,5} – a=20,233±0,069 Å, V^o=8282±0,21 Å³, Z=8, V^o_{эл.ұя.}=1035,36±0,03 Å³, ρ_{рент.}=5,08 г/см³; ρ_{пикн.}=5,09±0,02 г/см³. Ферро-хром-манганитерге ИҚ-спектроскопиялық зерттеулер жүргізілді.

Поступила 29.07.2015г.

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 сайте:

www.nauka-nanrk.kz

<http://www.chemistry-technology.kz/index.php/ru/>

Редакторы: *М. С. Ахметова, Т. А. Апендиев*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 16.10.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
10,25 п.л. Тираж 300. Заказ 5.