

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Д.В. Сокольский атындағы  
«Жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
АО «Институт топлива, катализа и  
электрохимии им. Д.В. Сокольского»

## N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
JSC «D.V. Sokolsky institute of fuel,  
catalysis and electrochemistry»

**SERIES**  
**CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**

**2 (451)**

**APRIL – JUNE 2022**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

*NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of chemistry and technologies scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.*

*Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.*

*НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия химии и технологий» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество в глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.*

---

### Бас редактор:

**ЖУРЫНОВ 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 Мыңжасарұлы** (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), Реддинг университетінің профессоры (Реддинг, 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-Маджиди Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдар 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, 2022

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

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

---

### 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

**ТЕЛЬТАЕВ 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/arhiv>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2022

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](mailto:orgcat@nursat.kz)

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

---

#### 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

**KHUTORANSKY 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, 2022

---

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](mailto: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 2, Number 451 (2022), 148-158

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1491.110>

УДК 544.478

**N.Zh. Totenova<sup>1</sup>, B.K. Massalimova<sup>1\*</sup>, V.A. Sadykov<sup>2</sup>, G.K Matniyazova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty, Taraz, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Federal Research Center Institute of Catalysis named after G.K. Boreskov,  
Novosibirsk, Russia.

E-mail: massalimova15@mail.ru

**SYNTHESIS AND STUDY OF STRUCTURAL, TEXTURAL AND  
MORPHOLOGICAL FEATURES OF CATALYSTS FOR STEAM  
REFORMING OF ETHANOLBASED ON PEROVSKITE -LIKE  
FERRITES**

**Abstract.** Oxides of the perovskite structure have been known for a long time and are widely used in catalysis due to a unique set of physicochemical properties. Nowadays, there are a large number of perovskite-type oxide compounds, which have a wide range of applications including catalysis in many reactions due to their nanostructure, hypersensitivity and stability in real operation conditions

In this study, influence of the preparation methods on the structural, textural and morphological properties of the catalyst's precursors have been investigated. Perovskites  $\text{LnFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  (Ln= Pr, La) were synthesized by the methods of Pechini (polymerized precursors method) and sol-gel method using mesoporous silica KIT-6 as a template. The prepared catalysts precursors were characterized by  $\text{N}_2$  adsorption/desorption isotherms (BET), X-ray diffraction (XRD) and transmission electron microscopy (TEM) techniques. The  $\text{N}_2$  adsorption/desorption isotherms results showed that perovskites prepared by the sol-gel method have a maximum specific surface areas compared with catalysts synthesized by the Pechini method. XRD patterns of catalysts confirmed that  $\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  catalysts have a perovskite structure with a small admixture of  $\text{PrO}_2$  phase, while diffraction patterns of two  $\text{LaFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  samples correspond to the perovskite orthorhombic structure. HR TEM results for samples prepared

by Pechinimethod showed spatially uniform cations distribution in the particles which is typical for perovskites prepared via this route. In samples obtained by sol-gel method, a high concentration of silica was detected, which may affect their catalytic properties.

**Key words:** perovskite, bulk catalyst, biomass, Pechini method, sol-gel method.

**Н.Ж. Төтенова<sup>1</sup>, Б.К. Масалимова<sup>1\*</sup>, В.А. Садыков<sup>2</sup>, Г.К. Матниязова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан;

<sup>2</sup>Боресков атындағы Катализ институтының федералдық зерттеу орталығы, Новосибирск Ресей.

E-mail: massalimova15@mail.ru

## **ЭТАНОЛДЫҢ БУ АЙНАЛЫМЫНА ҚАЖЕТТІ ПЕРОВСКИТ ҚҰРЫЛЫМДЫ ФЕРРИТТЕР НЕГІЗІНДЕГІ КАТАЛИЗАТОРЛАРДЫ СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ, ТЕКСТУРАЛЫҚ, МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ**

**Аннотация.** Перовскит құрылымды оксидтер бұрыннан белгілі және физика-химиялық қасиеттерінің ерекше жиынтығына байланысты катализде кеңінен қолданылады. Қазіргі таңда, перовскит типті оксидтер қосылыстарының саны көп болғандықтан, олардың қолданылу аясы кең, физико-химиялық қасиеттеріне және нанокұрылымды, сезімталдығының жоғарылығына, тұрақтылығының ұзақтығы сияқты қабілеттеріне байланысты көптеген реакцияларда катализатор ретінде кеңінен қолданылады.

Бұл жұмыста перовскит тәрізді ферриттерге негізделген катализаторлардың құрылымдық, текстуралық және морфологиялық қасиеттеріне синтездеу әдістерінің әсері зерттелді. Жалпы формуласы  $\text{LnFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  ( $\text{Ln} = \text{Pr}, \text{La}$ ) болатын Пекини (полимерленген прекурсорлар әдісі) және темплат ретінде КІТ-6 мезопорлы кремнеземді қолдана отырып золь-гель әдістерімен синтезделді. Катализаторлар  $\text{N}_2$  изотермиялық адсорбция/десорбция изотермалары (БЭТ), рентген фазалық РФА және трансмиссиялық электронды микроскоп (ТЭМ) әдістерімен зерттелді. Зерттеу нәтижелері золь-гель әдісімен алынған перовскиттердің Пекини әдісімен синтезделген катализаторлармен салыстырғанда меншіктік бетінің жоғары болатынын көрсетті.  $\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  катализатор үлгілерінің диффрактограммасында  $\text{PrO}_2$  фазасының аз қоспасы бар, перовскит құрылымды екенін растады, ал  $\text{LaFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  құрамды екі үлгінің дифракциялық үлгісі перовскиттің орторомбиялық құрылымына сәйкес келеді. ПЭМ нәтижелері Пекини әдісімен алынған үлгілерде перовскиттердің катиондық құрамы кеңіс-

тіктік біртекті таралғаның көрсетті, бұл Пекини әдісімен алған перовскиттерге тән. золь-гел әдісімен алынған үлгілерде кремнеземнің жоғары концентрациясы анықталды, бұл Pr құрамындағы перовскиттердің каталикалық қасиеттеріне әсер етуі мүмкін.

**Түйін сөздер:** Перовскит, массивті катализатор, биомасса, Пекини әдісі, Золь-гел әдісі.

**Н.Ж. Тотенова<sup>1</sup>, Б.К. Масалимова<sup>1\*</sup>, В.А. Садыков<sup>2</sup>, Г.К. Матниязова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан;

<sup>2</sup>Федеральный исследовательский центр Институт катализа им. А.А. Борескова, Новосибирск, Россия.

E-mail: massalimova15@mail.ru

## **СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ, ТЕКСТУРНЫХ, МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТОПОДОБНЫХ ФЕРРИТОВ ДЛЯ ПАРОВОГО РИФОРМИНГА ЭТАНОЛА**

**Аннотация.** Оксиды перовскитовой структуры известны давно и широко используются в катализе благодаря уникальному набору физико-химических свойств. В настоящее время, поскольку существует большое количество соединений оксидов перовскитового типа, они имеют широкий спектр применения, широко используются в качестве катализаторов во многих реакциях из-за их физико-химических свойств и наноструктурированных, повышенной чувствительности, таких способностей, как длительность стабильности.

В данной работе исследовано влияние способов приготовления наноструктурно-текстурные и морфологические свойства предшественников катализатора. Перовскиты с общей формулой  $\text{LnFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  ( $\text{Ln}=\text{Pr}, \text{La}$ ) были синтезированы методами Пекини (метод полимеризованных прекурсоров) и золь-гель методом с использованием мезопористого кремнезема KIT-6 в качестве темплата. Приготовленные предшественники катализаторов были охарактеризованы методами изотерм адсорбции/десорбции  $\text{N}_2$  (БЭТ), рентгеновской дифракцией (РФА) и просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Результаты изотерм адсорбции/десорбции  $\text{N}_2$  показали, что перовскиты, полученные золь-гель методом, имеют максимальную удельную поверхность по сравнению с катализаторами, синтезированными методом Пекини. Дифрактограммы катализаторов подтвердили, что катализаторы  $\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  имеют перовскитную структуру с небольшой примесью фазы  $\text{PrO}_2$  для Pr содержащих образцов, а дифрактограмма двух



образцов состава  $\text{LaFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  соответствует орторомбической структуре перовскита. Результаты ПЭМ ВР с элементным анализом для образцов, приготовленных методом Пекини, показали, что их катионный состав пространственно однороден, что типично для перовскитов, синтезированных данным методом. В образцах, полученных золь-гель методом, обнаружена высокая концентрация кремнезема, что может влиять на каталитические свойства перовскитов.

**Ключевые слова:** Перовскит, массивный катализатор, биомасса, метод Пекини, золь-гель метод.

**Introduction.** Nowadays, energy crisis and environmental problems are two difficult problems in current world. Hydrogen energy attracts much attention because it is a clean, abundantly available and high energy content source. (S. Ogo, 2020 a: 199) Hydrogen can be produced from different resources, such as natural gas, coal, methane, and so on. Among the sources, ethanol is a good candidate for several reasons (Atta, 2016 a: 108): easily stored, safely handled, non-toxic, renewable and easily steam reformed into hydrogen-rich mixture. The active catalysts for ethanol steam reforming (ESR) are usually based on supported noble (Pt, Ru, Rh, Pd) [(González, 2013: 38.; Huang, 2018).] and transition metals (Ni, Co) (Phung L., 2015: 77.; Menegazzo, 2017). The main problem of ESR, especially in the case of Ni-containing catalysts, is their coking leading to deactivation (Alejandra, 2019: 8). The use of perovskite-like oxides  $\text{ABO}_3$  as catalysts is an attractive approach to minimize the coke deposition on catalysts. Oxides, such as perovskite, include many mixed oxides in which metal cations satisfying the conditions of electron neutralization (total charge +6) and certain stereo ratios can be used as A and B cations.

“A” cations usually have ionic radii close to that of oxygen and can be rare (La, Pr, Sm, Ce), alkaline earth (Ca, Mg, Ba, Sr) or alkaline (Na, K) metals. Cations in the “B” position should have a much smaller ionic radius, and in this case many transition metals (Naurzkulova, 2021: 19) (Fe, Ni, Co, Cu, Ti, Cr, Ru, Mn, etc.) can be used. Bulk catalysts based on Ni-doped ferrites of rare-earth metals of the perovskite structure provide a high activity and coking stability in reactions of biomass conversion into synthesis gas (Sadykov, 2013: 2; Royer, 2014).

Thus, in our work we have synthesized catalysts based on perovskite-like ferrites for ESR and studied influence of the preparation methods and the chemical composition on the structural, textural and morphology features (Taran, 2013: 26).

**Research materials and methods. Catalysts preparation.** Perovskites with the general formula  $\text{LnFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  (Ln = Pr, La) were synthesized by the polymerized precursors method (Pechini) and sol-gel method using mesoporous silica KIT-6 as a template.

The Pechinimethod (Patent 3 330 697, 1967) was performed using metal (Me) nitrates, citric acid (CA), ethylene glycol (EG) and ethylenediamine (ED) as reagents. The actual molar masses of nitrates were determined by thermal analysis. Ethylene glycol and citric acid were used as complexing agents. The reagents were used in molar ratios CA:EG:Σv (metals) = 3,75:11,25:1. Citric acid was dissolved in ethylene glycol with intensive stirring and weak heating (60-80°C). With intensive stirring, the required amount of metal nitrate crystal hydrates was added to the solution cooled to room temperature. They were kept stirring for the required time (~ 2 hours) until they entered a state of complete homogenization. The resulting mixture was evaporated under stirring until a thick polymer was obtained, heated in a muffle furnace to a temperature of 700 or 900 ° C for 5 hours.

In the procedures of perovskites preparation by the sol-gel method (Livage, 1998: 41) 6 g of mesoporous silicon oxide KIT-6 (Tuysuz, 2009: 109) was dispersed in 60 ml of distilled water during 1 hour. In a separate bowl, 23.5 g of citric acid with 40 ml of ethanol at a temperature of 60°C was stirred until dissolved. Then necessary amount of crystalline metal salts were added and stirred until dissolved. Then two liquids were mixed and continuously stirred at 75°C until a thick gel was formed. The ready gel was dried at a temperature of 90°C for 12 hours and the solid substance was crushed. After grinding, the resulting powder was heated to 500°C for 2 hours, and then heated at 700°C for 4 hours. Then, the main amount of KIT-6 silica was removed from the sample by dissolving it in 500 ml of 7% NaOH solution at 75°C for 15 min. Then the sample was filtered, washed on a paper filter with 8 L of distilled water at a temperature of 80°C, and dried at 90°C for 30 minutes under an infrared lamp.

**Characterization of the catalysts.** The specific pore volume of all samples was determined by the Brunauer-Emmet-Teller (BET) method using an automated volumetric Sorbi-M adsorption unit.

Diffraction patterns were obtained using a Bruker Advance D8 diffractometer with CuK $\alpha$  radiation (1.5418 Å). Scanning was performed in the range of angles 10<sup>0</sup>-85<sup>0</sup> (2 $\theta$ ) with a scanning step of 0.05<sup>0</sup> (2 $\theta$ ). The diffractograms were processed using the EVA program included in the diffractometer software package identification of the obtained phases and quantitative calculations were received using the ICDD radiographic data file.

High-angle annular dark-field scanning transmission electron microscopy (HAADF-STEM) and high-resolution transmission electron microscopy (HRTEM) images of as-prepared samples were obtained with a JEM-2200FS transmission electron microscope (JEOL Ltd., Japan, acceleration voltage 200 kV, lattice resolution 1 Å) equipped with a Cs-corrector and an EDX spectrometer (JEOL Ltd., Japan). The minimum spot diameter for the step-by-

step line or mapping elemental EDX analysis was  $\sim 1$  nm with a step of about 1.5 nm. Identification of the obtained phases and quantitative calculations were done using the ICDD database

**Results. Textural and structural features.** To analyze the composition and structure of synthesized perovskite catalysts and prepare samples for physico-chemical researches, samples were placed in a mold on a CARVER laboratory press and brought into the pellet form.

The true and bulk density of the received pellets was measured. The true density was calculated according to the formulas  $\rho = \frac{m}{V}$  and the bulk density according to the formulas:

$$\rho = \frac{m_{air}}{m_{air} - m_{water}}$$

where  $\rho$  - bulk density of samples;  $m$  - mass of;  $m_{water}$  - mass of water.

All samples in the form of pellets were measured at a catalyst fraction of 0.25-0.5 mm.

Table 1. Specific surface area and bulk, true density of samples

Name	Synthesis method	$S_{sp}$ , $m^2/g$	$\rho_{bul}$ , $g/cm^3$	$\rho_{tru}$ , $g/cm^3$
$PrFe_{0.7}Ni_{0.3}O_3$	Pechini	11	1.482	6.31
$LaFe_{0.7}Ni_{0.3}O_3$	Pechini	18	1.631	6.208
$PrFe_{0.7}Ni_{0.3}O_3$	Sol-gel	109	1.304	4.720
$LaFe_{0.7}Ni_{0.3}O_3$	Sol-gel	114.5	1.316	5.677

From the results presented in the Table 1, it can be seen that the perovskite-containing catalyst  $LaFe_{0.7}Ni_{0.3}O_3$  prepared by the sol-gel method showed a maximum specific surface area of  $114.5 m^2/g$ . The catalysts of the perovskite structure synthesized by the Pechini method have much lower specific surface areas  $11 m^2/g$  and  $18 m^2/g$ , which is typical for bulk perovskites of a variety of compositions [10].

The XRD patterns of samples are shown in Figure 1.

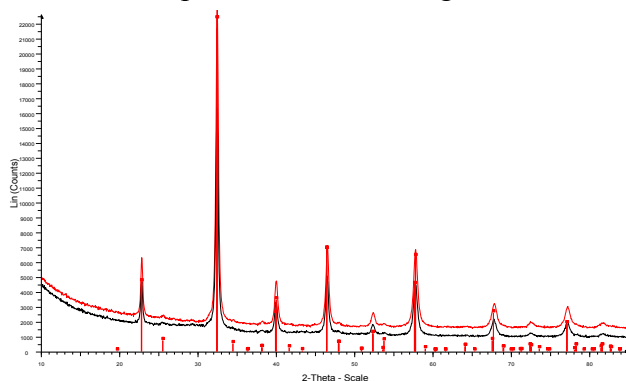


Figure 1. Diffraction patterns of  $LaFe_{0.7}Ni_{0.3}O_3$  samples. Black line-sol sol-gel method, red line -Pechini method

The diffraction pattern of both  $\text{LaFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  samples corresponds to the perovskite orthorhombic Pnma structure [PDF 01-088-0639]. In Figure 1, the phase is marked with a bar diagram. The sample is single-phase, no extraneous phases have been identified.

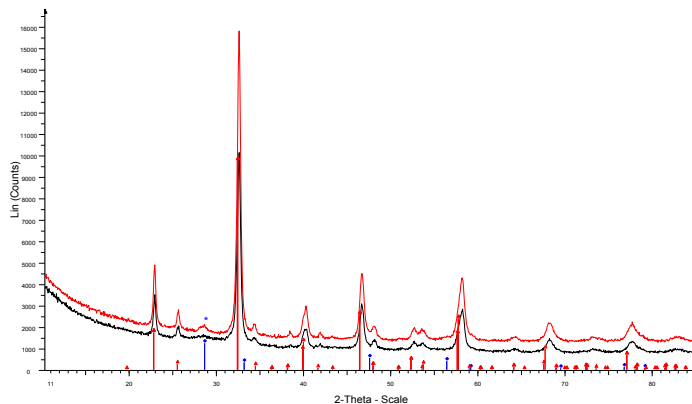


Figure 2. Diffraction patterns of  $\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  samples. Black line-sol-gel method, red line - Pechini method., blue stroke -  $\text{PrO}_2$

In the patterns of  $\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  samples, in addition to the main orthorhombic (Pnma) perovskite phase of  $\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$ , a blurred reflex of  $28.4^\circ 2\theta$  is observed, corresponding to the strongest reflex of the cubic phase  $\text{PrO}_{2-\delta}$  ( $F_{m-3m}$ ) [PDF 03-065-0325]. The parameters of crystal lattices of perovskite phases and praseodymium oxide were refined for the studied samples. The sizes of coherent scattering regions (D) are calculated (Table 2).

Table 2. Parameters of crystal lattices of perovskite phases (a, b, c, Å), praseodymium oxide (a, Å) and coherent scattering regions dimensions (nm).

Samples	Synthesis method	a, Å	b, Å	c, Å	D, nm	a, Å $\text{PrO}_{2-\delta}$	D, nm $\text{PrO}_{2-\delta}$
$\text{LaFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_{3-\delta}$	sol-gel	5.511(1)	7.810(3)	5.541(4)	48.3	-	-
$\text{LaFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_{3-\delta}$	Pechini	5.510(0)	7.805(8)	5.541(4)	48.9	-	-
$\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_{3-\delta}$	sol-gel	5.539(2)	7.759(1)	5.473(8)	49.7	5.39	11.5
$\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_{3-\delta}$	Pechini	5.538(7)	7.758(3)	5.475(3)	47.4	5.42	8.5

**HR TEM for samples prepared by Pechini route.** As follows from Fig. 3 for both samples primary particles with sizes  $\sim 50$  nm are rather well crystallized and stacked into aggregates which agrees with XRD data. Contrast variation observed in nanoparticles is due to strains or some local variation of the oxygen content in the lattice. According to the EDX data in Table 3 the cationic composition of perovskites is spatially uniform which is typical for perovskites prepared by Pechini route.

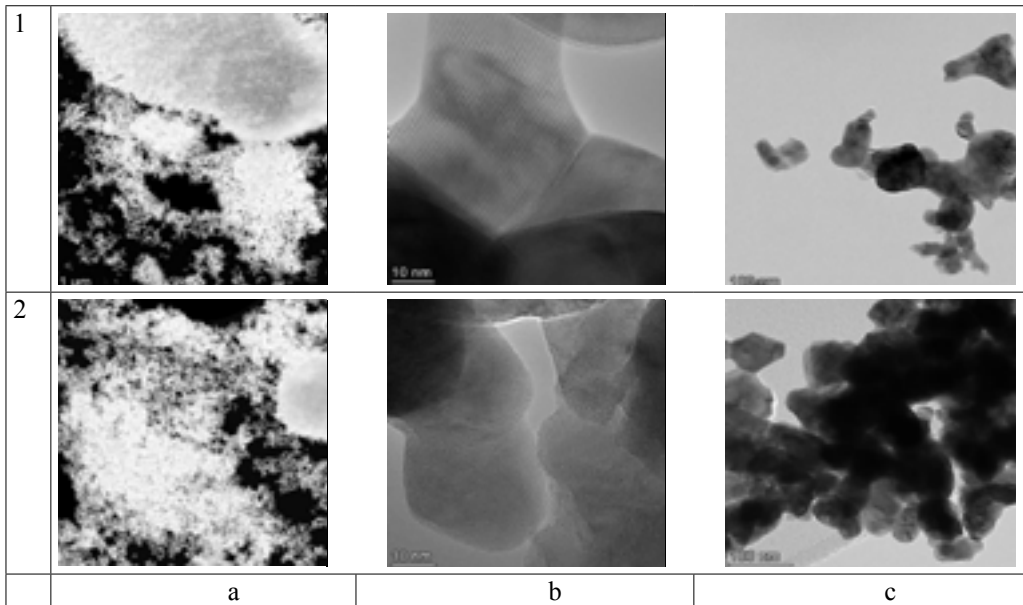


Figure 3. HRTEM (a, b) and STEM (b) images of  $\text{LaFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  (a,b,c) and  $\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  (a,b,c) sample prepared by Pechini route.

Table 3. EDX analysis of the spatial variation of the elemental compositions of  $\text{LaFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  and  $\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  samples prepared by Pechini route. 1-5 – numbers of analysis zones.

Element	Atomic%				
	$\text{LaFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$				
	1	2	3	4	5
Fe	38.61	39.43	38.57	40.02	40.46
Ni	17.88	17.93	18.51	17.55	17.27
La	43.5	42.64	42.92	42.42	42.27
$\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$					
Fe	36.5	36.29	36.46	36.6	35.82
Ni	15.79	16.12	16.26	16.29	17.15
Pr	47.46	47.59	47.28	47.11	47.03

**HR TEM for samples prepared by sol-gel route with template.** For these samples the structure of the primary particles is apparently much more disordered (Figs. 4(1b) and 4(2b)). They are stacked into aggregates of different size and porosity (Figs. 4 (1,2) (a,b)). As follows from EDX data (Table 4) spatial variation of elements concentrations is very strong, including remaining Si cations not removed by alkaline etching. Silica concentration is the highest for Pr-containing perovskite. Apparently, these features could affect catalytic properties of perovskites, so alkaline etching procedure is to be further optimized.

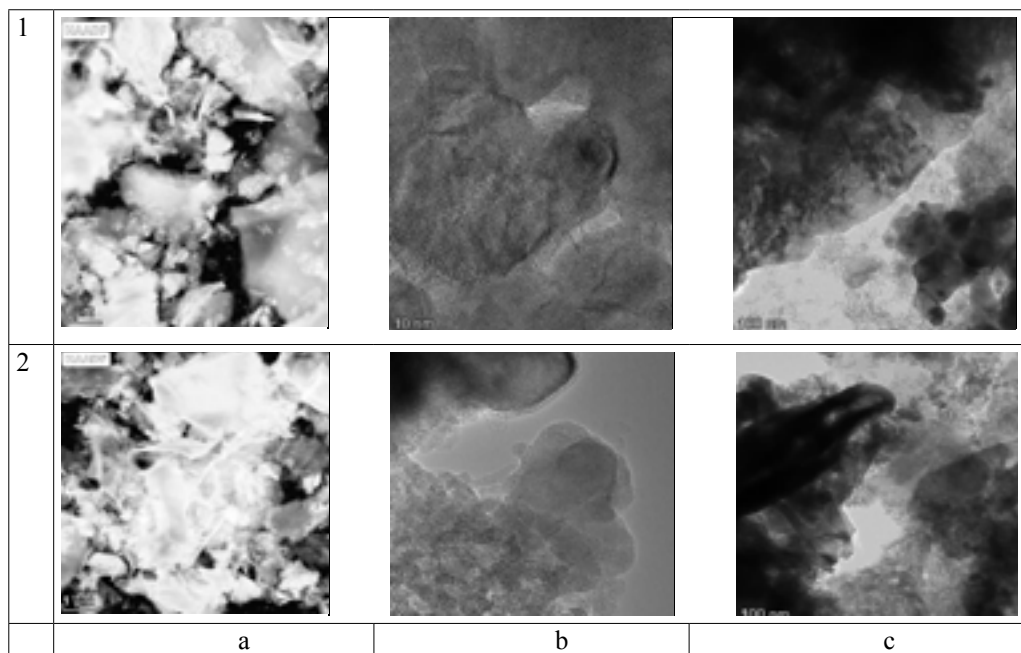


Figure 4. STEM (a) and HRTEM (b, c) images of  $\text{LaFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3/\text{SiO}_2$  1(a.b.c) and  $\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3/\text{SiO}_2$  2(a.b.c) samples prepared by sol-gel route with KIT-6 template.

Table 4. EDX analysis of the spatial variation of the elemental compositions of  $\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  and  $\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  samples prepared by sol-gel route with KIT-6 template. 1-4 –numbers of analysis zones.

Element	Atomic%			
	$\text{LaFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$			
	1	2	3	4
Si	6.47	15.75	3.24	15.75
Fe	37.37	32.66	37.81	32.66
Ni	15.92	14.27	16.07	14.27
La	40.24	37.32	42.88	37.32
$\text{PrFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$				
Si	12.59	10.39	29.54	25.77
Fe	31.42	32.7	29.45	27.7
Ni	12.41	12.6	9.17	11.16
Pr	43.58	44.32	31.84	35.38

**Conclusion.** Perovskite catalysts precursors were synthesized by the method of Pechini and sol-gel method using mesoporous silica KIT-6 as a template. The influence of the chemical composition and synthesis methods on the structural, textural and morphological properties of catalysts were studied by X-ray diffraction, Brunauer-Emmett-Teller (BET), HR TEM methods.

Perovskites  $\text{LnFe}_{0.7}\text{Ni}_{0.3}\text{O}_3$  (Ln= Pr, La) obtained by sol-gel method presented a higherspecific surface areathan Pechinimethod. In heterogeneous catalysis, the value of the specific surface of the catalyst is important. However, HR TEM imagesand EDX analysis of samples prepared bysol-gelusing mesoporous silica KIT-6 as a templateshowed a high concentration of silica, which may have a negative affect on the catalytic properties of perovskites. Therefore, the method of obtaining perovskites by the sol-gel using mesoporous silica KIT-6 as a template method should be optimized.

#### **Information about authors:**

**Totenova Nurzada Zhanatovna** – PhD student of 6D05311-Chemistry of the Department of «Chemistry and Chemical technology» of Taraz Region University named after M.Kh. Dulati, e-mail: ms.nurzada.93kz@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9761-8744>;

**Massalimova Bakytgul Kabykenovna** – Candidate of Chemical Sciences, Associated Professor, manager of the Department of “Chemistry and Chemical technology” of Taraz Region University named after M.Kh. Dulati, e-mail: massalimova15@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-0135-9712>;

**Sadykov Vladislav Aleksandrovich** – Doctor of Chemical Sciences, Professor- Institute of Catalysis named after G.K. Boreskov, 5 Lavrentieva Avenue, Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: vasadykov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2404-0325>;

**Matniyazova Gulsim Kadyrzhanovna** – PhD, associate professor of the Department of “Chemistry and Chemical technology” of M.Kh. Dulaty Taraz Region University, e-mail: gulsim.matniyazova@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-6820-5219>.

#### **REFERENCES**

Alejandra C. Villagran-Olivares, Manuel F. Gomez, Carlos López, Mariana N. Barroso, Maria C. Abello\*Effect of EDTA in preparation of Ni catalysts toward a carbon-resistant ethanol reformingReceived 6 September 2019; Received in revised form 28 November 2019; Accepted 3 December 2019<https://doi.org/10.1007/s40090-018-0135-6>.

Atta N.F., Galal Ahmed, El-Ads, Ekram H., 2016. Perovskite nanomaterials –synthesis, characterization, and applications. Tech. Chapter 4, 108–151.<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

de Rezende S.M., Franchini C.A., Dieuzeide M.L., de Farias A.M.D., Amadeo N., Fraga M.A. Glycerol steam reforming over layered double hydroxide-supported Pt catalysts // Chemical Engineering Journal. – 2015. – V. 272. – P. 108–118. <https://doi.org/10.1016/J.CEJ.2015.03.033>.

F. Menegazzo, C. Pizzolitto, D. Zanardo, M. Signoretto, C. Buyschaert, G. Be'ny, A. Di Michele. Hydrogen Production by Ethanol Steam Reforming on Ni□Based Catalysts: Effect of the Support and of CaO and Au Doping//Chemistry Select.-2017.- P. 9523–9531<https://doi.org/10.1002/SLCT.201702053>.

González V.O.A., Reyes H.J.A., Wang J.A., Chen L.F. Hydrogen production over Rh/Ce-MCM-41 catalysts via ethanol steam reforming // *International Journal of Hydrogen Energy*. – 2013. – V. 38. – P. 13914–25. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.05.119>.

S. Ogo, Y. Sekine. Recent progress in ethanol steam reforming using non-noble transition metalcatalysts: A review//*Fuel Processing Technology*–2020. Vol.199 <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuproc.2019.106238>.

P. Huang, J. Kuo, S. Tsai, Y. Tsai. Evaporation analysis of different fuels in evaporator coil of steam reformer for stationary PEM fuel cell systems//*Appl. ThermalEng.* 128 (2018) 564 – 577.

Phung L. Proietti Hernández, A. Lagazzo, G. Busca. Dehydration of ethanol over zeolites, silica alumina and alumina: Lewis acidity, Brønsted acidity and confinement effects//*Appl. Catal., A*. 493.-2015.-P.77–89<http://dx.doi.org/10.1080/00102202.2019.1613384>.

Livage J. Sol-gel synthesis of heterogeneous catalysts from aqueous solutions // *Catalysis Today*. – 1998. – V. 41. – P. 3-19.<https://doi.org/10.1016/S0920-5861%2898%2900034-0>.

Patent 3 330 697 U.S. Method of preparing lead and alkaline earth titanates and niobates and coating method using the same to form a capacitor / Pechini, M.P., – 08.1963, patented 11.07.1967. <https://patents.google.com/patent/US3330697A/en>.

Royer S., Duprez D., Can F., Courtois X., Batiot-Dupeyrat C., Laassiri S., Alamdari H. Perovskites as Substitutes of Noble Metals for Heterogeneous Catalysis: Dream or Reality // *ChemicalReviews*.–2014.–V.114.–P.10292–10368.<https://doi.org/10.1201/9780429187469-71>.

Sadykov V.A., Pavlova S.N., Alikina G.M., Sazonova N.N., Mezentseva N.V., Arapova M.V., Rogov V.A., Krieger T.A., Ishchenko A.V, Gulyaev R.V., Zadesenets A.V., Roger A.-C., Chan–Thaw C.E., Smorygo O.L. Perovskite-based catalysts for transformation of natural gas and oxygenates into syngas, Chapter in: J. Zhang and H. Li (Eds.), *Perovskite: Crystallography // Chemistry and Catalytic Performance*, Nova Science Publishers, Inc, New York. – 2013. – P. 1-58.<https://doi.org/10.1134/S0023158419050082>.

S. Naurzkulova, M. Arapova, A. Ishhenko, T. Krieger, A.A.Saraev, V. Kajchev, V. Rogov, A.V. Krasnov, B. Massalimova, V. Sady`kov Ni–Ru-containing mixed oxide-based composites as precursors for ethanol steam reforming catalysts: Effect of the synthesis methods on the structural and catalytic properties *Open Chemistry* 2021; 19;696-708<https://doi.org/10.1515/chem-2021-0062>.

Taran O.P., Ayusheeva A.B., Ogorodnikova O.L., Prosvirin I.P., Isupova L.A. (2013) Perovskitopodobnyie katalizatory tipa dlya glubokogo jidkofaznogo okislenija fenola peroksidom vodoroda. *Jurnal sibirskogo federalnogo universiteta. Himiya* 3. P.26-285. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1491.31>.

Tuysuz H., Lehmann C.W., Bongard H., Tesche B., Schmidt R., Schu F. (2009) Direct Imaging of Surface Topology and Pore System of Ordered Mesoporous Silica (MCM-41, SBA-15, and KIT-6) and Nanocast Metal Oxides by High Resolution Scanning Electron Microscopy. *J. AM. CHEM. SOC.* Vol.130 (34). P. 11510-11517. <https://doi.org/10.1021/ja803362s>.



---

---

## ПАМЯТИ УЧЕНЫХ



### ПАМЯТИ ЛЕПЕСОВА КАМБАРА КАЗЫМОВИЧА

**Б**езвременно ушел из жизни известный ученый-электрохимик, кандидат химических наук, профессор Лепесов Камбар Казымович. Большая часть его научной деятельности прошла в стенах Института органического катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского.

Камбар Казымович родился в 1947 г. в Актюбинской области. В 1971 г., после окончания инженерно-физико-химического факультета Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева, поступил в аспирантуру Института органического катализа и электрохимии АН КазССР по специальности «теоретическая электрохимия». В 1975 г. защитил кандидатскую диссертацию по теме «Исследование кинетики и механизма ионизации висмута, меди и индия на вращающемся дисковом электроде с кольцом». С 1974 по 1987 г.г. работал в ИОКЭ АН КазССР в должности младшего, затем старшего научного сотрудника. С 1987 по 2007 г.г. – заведующий лабораторией защиты металлов от коррозии ИОКЭ им. Д.В. Сокольского (в 2001 г. переименована в лабораторию прикладной электрохимии и коррозии).

Результаты исследований К.К. Лепесова в области электрохимии металлов, полученные методом дискового электрода с кольцом, классической и

нестационарной вольтамперметрии, позволили выявить основные закономерности образования промежуточных продуктов – ионов металлов низшей валентности в процессах разряда-ионизации поливалентных металлов и установить протекание стадийных электродных реакций с участием ионов металлов промежуточной и необычной валентности в химических реакциях диспропорционирования и репропорционирования, комплексообразования в зависимости от природы металла и анионов раствора, активности воды в электролите.

Им впервые было показано и обосновано применение метода дискового электрода с кольцом для исследования комплексообразования ионов металлов промежуточной и высшей валентности в растворах.

К.К. Лепесов являлся высококвалифицированным специалистом в области исследования кинетики и механизма электрохимических и коррозионных процессов металлов и разработки методов защиты от коррозии. Он был ответственным исполнителем программы «Разработать композиционные ферритные антикоррозионные материалы на основе продукции и вторичных ресурсов предприятий Казахстана» 2003-2005 г.г., инновационной программы «Организация опытного производства импорт-замещающих средств электрохимической защиты стальных конструкций от коррозии» 2003-2005 г.г., ряда хозяйственных работ по коррозии.

По результатам исследований разработаны антикоррозионные составы лакокрасочных материалов с различными добавками, повышающие коррозионную стойкость покрытий в водно-солевых и кислых средах, которые нашли применение при защите водоводов в различных регионах.

Лепесов К.К. – автор более 300 научных публикаций, 1 монографии и 28 патентов на изобретения. Среди его учеников 8 кандидатов наук и 1 PhD.

Прирожденный талант исследователя в сочетании с неисчерпаемой творческой энергией и глубокой эрудицией определили его большой вклад в развитие химической науки.

Он всегда останется для нас талантливым ученым, мудрым учителем и хорошим другом.

---

*Коллектив АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» выражает глубокое соболезнование родным и близким.*

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Г.С. Айдарханова, К.С. Избастина, Ж.М. Кожина, Д.Т. Садырбеков</b> ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОСТАВА ЭФИРНЫХ МАСЕЛ В ХВОЕ <i>PINUS SYLVESTRIS</i> L. НА ТЕРРИТОРИИ ГНПП «БУРАБАЙ» И г. НУР-СУЛТАН.....	6
<b>Б.А, Аскапова, Ш. Барани, Б.М. Жакып, К.Б, Мусабеков</b> УСТОЙЧИВОСТЬ ГИДРОСУСПЕНЗИИ КОМПОЗИТОВ МАГНИТНЫХ ГЛИН В ПРИСУТСТВИИ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ.....	22
<b>Т.С. Байжуманова, М. Жұмабек, Н.С. Таласбаева, М.К. Еркибаева, А.О. Айдарова</b> КАТАЛИТИЧЕСКАЯ КОНВЕРСИЯ БИОГАЗА В СИНТЕЗ-ГАЗ.....	32
<b>Г.Т. Балыкбаева, Г.У. Ильясова, К.Х. Дармаганбет, Г.М. Абызбекова, Ш.О. Еспенбетова</b> СОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН.....	43
<b>Р.Р. Бейсенова, Р.М. Тазитдинова, А.О. Жупышева, Р. Курбаналиев, А.Н. Оркеева</b> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ СЕЛЬСКИХ МЕСТНОСТЕЙ ПАВЛОДАРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	53
<b>Н.И. Бердикул, К. Акмалайулы, И.И. Пундиене</b> ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ БЕТОНА К СУЛЬФАТНОЙ КОРРОЗИИ.....	63
<b>А.Б. Диханбаев, Б.И. Диханбаев, С.Б. Ыбрай, Ж.Т. Бекишева</b> РАЗРАБОТКА БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОТВАЛОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С ПОЛНОЙ ДЕКАРБОНИЗАЦИЕЙ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ.....	74
<b>А.А. Досмаканбетова, З.А. Ибрагимова, Ж.К. Шуханова, С.М. Конысбеков, Д.К. Жумадуллаев</b> РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА ДВУОКСИ КРЕМНИЯ.....	93
<b>А.М. Кожяхметова, К.Т. Жантасов, О. Б. Дормешкин, Б.К. Асилбекова, Г.Т. Жаманбалаева</b> ПОЛУЧЕНИЕ ТУКОСМЕСИ НА ОСНОВЕ ДОЛОМОТИЗИРОВАННОГО КРЕМНИСТО - ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ТЭЦ.....	103

<b>З.М. Мулдахметов, С.Д. Фазылов, А.М. Газалиев, О.А. Нуркенов, О.Т. Сейлханов</b> СИНТЕЗ НОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВКЛЮЧЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ ЦИТИЗИН:β-ЦИКЛОДЕКСТРИН.....	112
<b>Б.М. Насибуллин, Р.Б. Ахметкалиев, Р.О. Орынбасар, Н.Б. Жаксылык</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЭМУЛЬСАЦИИ ОБВОДНЕННОЙ НЕФТИ.....	121
<b>П.В. Панченко, Д.С. Пузикова, Г.М. Хусурова, К.А. Леонтьева</b> ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ДИОКСИДА ТИТАНА.....	130
<b>Н.Ж. Тотенова, Б.К. Масалимова, В.А. Садыков, Г.К. Матниязова</b> СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ, ТЕКСТУРНЫХ, МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТОПОДОБНЫХ ФЕРРИТОВ ДЛЯ ПАРОВОГО РИФОРМИНГА ЭТАНОЛА.....	148
<b>К.А. Уразов, А.К. Рахимова, С. Айт</b> ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЕ ПЛЕНОК CZTS НА СЛОЙ ПРОВОДЯЩЕГО ПОЛИМЕРА.....	159
<b>А.У.Шингисов, Р.С. Алибеков, С.У. Еркебаева, Э.У. Майлыбаева, М.С. Кадеева</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИФЕНОЛОВ В РАЗЛИЧНЫХ СОРТАХ ЯБЛОК КАЗАХСТАНСКОЙ СЕЛЕКЦИИ.....	169
<b>М.А. Якияева, А.Г. Сагынова, М.Е. Ержанова</b> РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНОГО КРУПЯНОГО ПРОДУКТА (ТАЛКАН) ВЫСОКОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ И ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ.....	180

#### ПАМЯТИ УЧЕНЫХ

<b>ЛЕПЕСОВА КАМБАР КАЗЫМОВИЧ.....</b>	193
---------------------------------------	-----

## МАЗМҰНЫ

<b>Г.С. Айдарханова, К.С. Избастина, Ж.М. Кожина, Д.Т. Садырбеков</b> «БУРАБАЙ» МҰТП ЖӘНЕ НҰР-СҰЛТАН ҚАЛАСЫ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ PINUS SYLVESTRIS L. ҚЫЛҚАНДАРЫ ЭФИР МАЙЫ ҚҰРАМЫНЫҢ ӨЗГЕРМЕЛІЛІГІ.....	6
<b>Б.А. Аскапова, Ш. Барани, Б.М. Жакып, К.Б. Мусабеков</b> СУДА ЕРИТІН ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ ҚАТЫСУЫМЕН МАГНИТТІК САЗ КОМПОЗИТТЕРІНІҢ ГИДРОСУСПЕНЗИЯСЫНЫҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ.....	22
<b>Т.С. Байжуманова, М. Жұмабек, Н.С. Таласбаева, М.К. Еркибаева, А.О. Айдарова</b> БИОГАЗДЫ СИНТЕЗ-ГАЗҒА КАТАЛИТИКАЛЫҚ КОНВЕРСИЯЛАУ.....	32
<b>Г.Т. Балықбаева, Г.У. Ильясова, К.Х. Дармаганбет, Г.М. Абызбекова, Ш.О. Еспенбетова</b> СУДЫ АУЫР МЕТАЛЛ ИОНДАРЫНАН СОРБЦИЯЛЫҚ ТАЗАЛАУДА БЕНТОНИТ САЗЫН ПАЙДАЛАНУ.....	43
<b>Р.Р. Бейсенова, Р.М. Тазитдинова, А.О. Жұпышева, Р. Курбаналиев, А.Н. Оркеева</b> ПАВЛОДАР ОБЛЫСЫНЫҢ АУЫЛДЫҚ АУЫЗ СУ КӨЗДЕРІНІҢ САПАСЫН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ.....	53
<b>Н.И. Бердікүл, К. Ақмалайұлы, И.И. Пундиене</b> БЕТОННЫҢ СУЛЬФАТТЫ КОРРОЗИЯҒА ТӨЗІМДІЛІГІН АРТТЫРУ.....	63
<b>А.Б. Диханбаев, Б.И. Диханбаев, С.Б. Ыбрай, Ж.Т. Бекишева</b> ШЫҒАТЫН ГАЗДАРДЫ ТОЛЫҚ ДЕКАРБОНИЗАЦИЯЛАУ АРҚЫЛЫ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫНЫҢ КҮЛ ҮЙІНДІЛЕРІН ҚАЙТА ӨНДЕУДІҢ ҚАЛДЫҚСЫЗ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨЗІРЛЕУ.....	74
<b>А.А. Досмақанбетова, З.А. Ибрагимова, Ж.К. Шуханова, С.М. Конысбеков, Д.К. Жумадуллаев</b> КРЕМНИЙ ДИОКСИДІНІҢ ҰСАҚДИСПЕРСТІ ҰНТАҒЫН АЛУ ӨДІСІН ӨЗІРЛЕУ.....	93
<b>А.М. Қожахметова, Қ.Т. Жантасов, О.Б.Дормешкин, Б.К. Әсілбекова, Г.Т. Жаманбалаева</b> ЖЭО ҚАЛДЫҚТАРЫ МЕН ДОЛОМИТТЕЛГЕН ФОСФАТТЫ-КРЕМНИЙЛІ ШИКІЗАТ НЕГІЗІНДЕ ТУОҚОСПА АЛУ.....	103

<b>З.М. Молдахметов, С.Д. Фазылов, А.М. Ғазалиев, О.А. Нүркенов, О.Т. Сейлханов</b> ЦИТИЗИН-β-ЦИКЛОДЕКСТРИН КЕШЕНІНІҢ ЖАҢА ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ СИНТЕЗІ.....	112
<b>Б.М. Насибуллин, Р.Б. Ахметқалиев, Р.О. Орынбасар, Н.Б. Жақсылық</b> СУЛАНДЫРЫЛҒАН МҰНАЙДЫҢ ДЕЭМУЛЬСАЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ.....	121
<b>П.В. Панченко, Д.С. Пузикова, Г.М. Хусурова, К.А. Леонтьева</b> ТИТАН ДИОКСИДІН АЛУДЫҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ӘДІСІ.....	130
<b>Н.Ж. Төтеннова, Б.К. Масалимова, В.А. Садыков, Г.К. Матниязова</b> ЭТАНОЛДЫҢ БУ АЙНАЛЫМЫНА ҚАЖЕТТІ ПЕРОВСКИТ ҚҰРЫЛЫМДЫ ФЕРРИТТЕР НЕГІЗІНДЕГІ КАТАЛИЗАТОРЛАРДЫ СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ, ТЕКСТУРАЛЫҚ, МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	148
<b>К.А. Уразов, А.К. Рахимова, С. Айт</b> ӨТКІЗГІШ ПОЛИМЕР ҚАБАТЫНА CZTS ҚАБЫҒЫН ЭЛЕКТРОТҰНДЫРУ.....	159
<b>А.У. Шингисов, Р.С. Алибеков, С.У. Еркебаева, Э.У. Майлыбаева, М.С. Кадеева</b> ҚАЗАҚСТАНДЫҚ СЕЛЕКЦИЯСЫ АЛМАЛАРЫНЫҢ ӘР ТҮРЛІ СОРТТАРЫНДАҒЫ ПОЛИФЕНОЛДАРДЫҢ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ.....	169
<b>М.А. Якияева, А.Ғ. Сағынова, М.Е. Ержанова</b> ТАҒАМДЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ ҰЛТТЫҚ ДӘНДІ ДАҚЫЛДЫҢ (ТАЛҚАН) ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ ЖӘНЕ ҚАУІПСІЗДІГІН ЗЕРТТЕУ.....	180

### ҒАЛЫМДЫ ЕСКЕ АЛУ

<b>ЛЕПЕСОВ ҚАМБАР ҚАСЫМҰЛЫ.....</b>	193
-------------------------------------	-----

## CONTENTS

<b>G.S. Aidarkhanova, K.S. Izbastina, Z.M. Kozhina, D.T. Sadyrbekov</b> VARIABILITY OF ESSENTIAL OILS COMPOSITION IN PINUS SYLVESTRIS L. NEEDLES IN THE TERRITORIES OF SNNP "BURABAY" AND NUR-SULTAN CITY.....	6
<b>B.A. Askapova, S. Barany, B.M. Zhakyp, K.B. Musabekov</b> STABILITY OF MAGNETIC CLAY COMPOSITE HYDRO-SUSPENSION IN PRESENCE OF WATER-SOLUBLE POLYMERS.....	22
<b>T.S. Baizhumanova, M. Zhumabek, N.S. Talasbayeva, M.K. Erkibaeva, A.O. Aidarova</b> CATALYTIC CONVERSION OF BIOGAS TO SYNTHESIS GAS.....	32
<b>G.T. Balykbayeva, G.U. Iliasova, K.X. Darmaganbet, G.M. Abyzbekova, Sh.O. Yespenbetova</b> SORPTION WATER PURIFICATION FROM HEAVY METAL IONS USING BENTONITE CLAY.....	43
<b>R.R. Beisenova, R.M. Tazitdinova, A.O. Zhupysheva, R. Kurbanaliev, A.N. Orkeeva</b> ECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE QUALITY OF FRESH WATER SOURCES OF RURAL AREAS OF PAVLODAR REGION.....	53
<b>N.I. Berdikul, K. Akmalaiuly, I.I. Pundiene</b> INCREASING THE RESISTANCE OF CONCRETE AGAINST SULFATE CORROSION.....	63
<b>A.B. Dikhanbayev, B.I. Dikhanbayev, S.B. Ybray, Zh.T. Bekisheva</b> DEVELOPMENT OF WASTE-FREE TECHNOLOGY FOR PROCESSING ASH DUMPS OF POWER PLANTS WITH COMPLETE DECARBONIZATION OF EXHAUST GASES.....	74
<b>A.A. Dosmakanbetova, Z.A. Ibragimova, Zh.K. Shukhanova, S.M. Konysbekov, D.K. Zhumadullayev</b> DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OBTAINING FINELY DISPERSED SILICON DIOXIDE POWDER.....	93
<b>A.M. Kozhakhmetova, K.T. Zhantasov, O.B. Dormeshkin, B.K. Asilbekova, G.T. Zhamanbalaeva</b> PRODUCTION OF FUEL MIXTURE BASED ON BROKEN SILICON - PHOSPHATE RAW MATERIAL AND CHPP WASTE.....	103

<b>Z.M. Muldakhmetov, S.D. Fazylov, A.M. Gazaliev, O.A. Nurkenov, O.T. Seilkhanov</b> THE SYNTHESIS OF NEW INCLUSION COMPOUNDS COMPLEXES CYTISINE: $\beta$ -CYCLODEXTRIN.....	112
<b>B.M. Nasibullin, R.B. Akhmetkaliev, R.O. Orynassar, N.B. Zhaksylyk</b> STUDY OF DEMULSIFICATION OF WATERED OIL.....	121
<b>P.V. Panchenko, D.S. Puzikova, G.M. Khusurova, X.A. Leontyeva</b> ELECTROCHEMICAL METHOD FOR OBTAINING TITANIUM DIOXIDE.....	130
<b>N.Zh. Totenova, B.K. Massalimova, V.A. Sadykov, G.K. Matniyazova</b> SYNTHESIS AND STUDY OF STRUCTURAL, TEXTURAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF CATALYSTS FOR STEAM REFORMING OF ETHANOLBASED ON PEROVSKITE -LIKE FERRITES.....	148
<b>K.A. Urazov, A.K. Rahimova, S. Ait</b> ELECTRODEPOSITION OF CZTS FILMS ON A CONDUCTIVE POLYMER LAYER.....	159
<b>A.U. Shingisov, R.S. Alibekov, S.U. Yerkebayeva, E.U. Mailybayeva, M.S. Kadeyeva</b> STUDY OF THE POLYPHENOLS CONTENT IN THE VARIOUS APPLES SORTS OF THE KAZAKHSTAN SELECTION.....	169
<b>M.A. Yakiyaeva, A.G. Sagynova, M.E. Yerzhanova</b> DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF NATIONAL CEREALS PRODUCT (TALKAN) OF HIGH NUTRITIONAL VALUE AND SAFETY STUDY.....	180

#### MEMORY OF SCIENTISTS

<b>LEPESOV KAMBAR KAZYMOVICH.....</b>	193
---------------------------------------	-----



## **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](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.nauka-nanrk.kz)**

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

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

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*

Верстка на компьютере *Г.Д.Жадыранова*

Подписано в печать 24.06.2022.

Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

12,5 п.л. Тираж 300. Заказ 2.