

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**

**1 (454)**

**JANUARY – MARCH 2023**

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, 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/arithv>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2023

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

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

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

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

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

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

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

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

«Известия НАН РК. Серия химии и технологий».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

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

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

Периодичность: 4 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

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

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**ISSN 2518-1491 (Online),**

**ISSN 2224-5286 (Print)**

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

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

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

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 300 copies.

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

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023

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

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1491.146>

Volume 1, Number 454 (2023) 37-46

UDC 66.081.5

© **T.K. Jumadilov<sup>1</sup>, L.K. Yskak<sup>2\*</sup>, N.O. Myrzakhmetova<sup>2</sup>, 2023**

<sup>1</sup>Institute of Chemical Sciences named after A.B. Bekturov, Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Kazakh National Women's Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: leilakinyazovna@gmail.com

**FEATURES OF SORPTION OF CERIUM IONS BY THE INTERPOLYMER  
SYSTEM BASED ON AMBERLITE IR120 AND AB-17-8 ION-EXCHANGE  
RESINS**

**Jumadilov T.K.** — doctor of chemical sciences, professor. A.B. Bekturov Institute of chemical sciences. Laboratory of Synthesis and Physicochemistry of Polymer. 050010. Almaty, Kazakhstan

E-mail: jumadilov@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9505-3719;

**Yskak L.K.** — Master of Natural Sciences, Kazakh National Women's Teacher Training University. Department of Chemistry. 050000. Almaty, Kazakhstan

E-mail: leilakinyazovna@gmail.com. ORCID: 00000002-5581-6918;

**Myrzakhmetova N.O.** — Candidate of Chemical Sciences, associate professor, Kazakh National Women's Teacher Training University. Department of Chemistry. 050000. Almaty, Kazakhstan

E-mail: nmyrzakhmetova@gmail.com. ORCID: 0000-0003-1118-6202.

**Abstract.** Many technological solutions contain valuable components as waste and can become an additional source of rare earth elements to meet the needs of modern production. The development of technologies based on commercially available and cheap sorbents opens up the possibility of extracting rare earth elements from various solutions. The purpose of this study is to study the effect of remote interaction between two commercially available ion exchangers (Amberlite IR120, AB-17-8) during the sorption of the rare earth element cerium. The experiments were carried out using the following physicochemical methods of analysis: conductometry, pH-metry, colorimetry, and atomic emission spectroscopy. Ion exchangers in the interpolymer system undergo remote interaction with a further transition to a highly ionized state. An optimal conformation is formed in the structure of the initial ion exchangers. A significant increase in the ionization of ion exchange resins occurs at a molar ratio of Amberlite IR120:AB-17-8 = 3:3. With this ratio, a significant increase in sorption properties is observed due to the mutual activation of ion exchangers. The average increase in the sorption properties of cerium ions in the Amberlite IR120:AB-17-8 = 3:3 interpolymer system is more than 85 % compared to Amberlite IR120 and almost 70% compared

to AB-17–8. A possible reason for the high sorption is the maximum correspondence between the globes of the interlayer chain of Amberlite IR120 and AB-17–8 bond ions after their mutual activation in an aqueous medium.

**Keywords:** interpolymer system, Amberlite IR120 and AV-17–8 ion exchangers, remote interaction, mutual activation, sorption, cerium ions

© Т.К. Джумадилов<sup>1</sup>, Л.К. Ысқақ<sup>2\*</sup>, Н.О. Мырзахметова<sup>2</sup>, 2023

<sup>1</sup>Ө.Б. Бектұров атындағы «Химия ғылымдары институты», Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup>Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: leilakinyazovna@gmail.com

## AMBERLITE IR120 ЖӘНЕ АВ-17–8 ИОН АЛМАСУ ШАЙЫРЛАРЫ НЕГІЗІНДЕ ИНТЕРПОЛИМЕР ЖҮЙЕСІМЕН ЦЕРИЙ ИОНДАРЫ СОРБЦИЯСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

**Джумадилов Т.К.** — химия ғылымдарының докторы, профессор. Полимерлер синтезі және физикохимиясы зертханасы. Ө.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты. 050010. Алматы, Қазақстан

E-mail: jumadilov@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9505-3719;

**Ысқақ Л.К.** — жаратылыстану ғылымдары магистрі. Химия кафедрасы. Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті. 050000. Алматы, Қазақстан

E-mail: leilakinyazovna@gmail.com. ORCID: 00000002-5581-6918;

**Мырзахметова Н.О.** — химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор. Химия кафедрасы. Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті. 050000. Алматы, Қазақстан

E-mail: nmyrzakhmetova@gmail.com. ORCID: 0000-0003-1118-6202.

**Аннотация.** Көптеген технологиялық шешімдер қалдық ретінде құнды компоненттерден тұрады және заманауи өндірістің қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін сирек кездесетін элементтердің қосымша көзі бола алады. Коммерциялық қолжетімді және арзан сорбенттер негізінде сирек кездесетін элементтерді әртүрлі ерітінділерден алу мүмкіндігі ашылды. Бұл жұмыста Amberlite IR120 және АВ-17–8 иониттерінің комбинациясы, оның азот қышқылы ерітіндісінен церий иондарын сіңіру үшін әртүрлі молярлық арақатынаста қолдану бойынша зерттеулер ұсынылған. Жұмыстың мақсаты сирек кездесетін церий элементінің сорбция кезіндегі коммерциялық қол жетімді екі ион алмастырғыштың (Amberlite IR120, АВ-17–8) арасындағы қашықтықтан өзара әрекеттесу әсерін зерттеу болып табылады. Эксперименттер талдаудың келесі физика-химиялық әдістерін қолдану арқылы жүргізілді: кондуктометрия, рН-метрия, колориметрия және атом-эмиссиялық спектроскопия. Интерполимер жүйесіндегі ион алмастырғыштар одан әрі жоғары иондалған күйге ауысумен қашықтықтан өзара әрекеттеседі. Бастапқы ион алмастырғыштардың құрылымында оңтайлы конформация қалыптасады. Ион алмасу шайырларының ионизациясының едәуір артуы Amberlite IR120:АВ-17–8 = 3:3 молярлық қатынасында жүреді. Осы арақатынаста ион алмастырғыштардың өзара активтенуі есебінен сорбциялық қасиеттердің едәуір артуы байқалады. Интерполимерлік жүйесіндегі церий иондарының сорбциялық қасиеттерінің

орташа өсуі Amberlite IR120:AB-17-8 = 3:3 Amberlite IR120-мен салыстырғанда 85 %-дан асады және AB-17-8-мен салыстырғанда 70 % құрайды. Су ортасында өзара активтенгеннен кейін Amberlite IR120 және AB-17-8 сорбциясы жоғары болуы ықтимал.

**Түйін сөздер:** интерполимерлік жүйе, Amberlite IR120 және AB-17-8 ион алмастырғыштары, қашықтықтан өзара әрекеттесу, өзара активтендіру, сорбция, церий иондары

© Т.К. Джумадилов<sup>1</sup>, Л.К. Ысқақ<sup>2\*</sup>, Н.О. Мырзахметова<sup>2</sup>, 2023

<sup>1</sup>Институт химических наук им. А.Б. Бектурова, Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup>Казахский национальный женский педагогический университет,  
Алматы, Казахстан.

E-mail: leilakinyazovna@gmail.com

## ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИИ ИОНОВ ЦЕРИЯ ИНТЕРПОЛИМЕРНОЙ СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ AMBERLITE IR120 И AB-17-8

**Джумадилов Т.К.** — доктор химических наук, профессор. Лаборатория синтеза и физикохимии полимеров. Институт химических наук имени А.Б. Бектурова. 050010. Алматы, Казахстан  
E-mail: jumadilov@mail.ru. ORCID: 0000-0001-9505-3719;

**Ысқақ Л.К.** — магистр естественных наук, кафедра Химии. Казахский национальный женский педагогический университет. 050000. Алматы, Казахстан  
E-mail: leilakinyazovna@gmail.com. ORCID: 00000002-5581-6918;

**Мырзахметова Н.О.** — кандидат химических наук, ассоциированный профессор, кафедра Химии. Казахский национальный женский педагогический университет. 050000. Алматы, Казахстан  
E-mail: nmyrzakhmetova@gmail.com. ORCID: 0000-0003-1118-6202.

**Аннотация.** Многие технологические решения содержат в качестве отходов ценные компоненты и могут стать дополнительным источником редкоземельных элементов для удовлетворения потребностей современного производства. Развитие технологий на основе коммерчески доступных и дешевых сорбентов открывает возможность извлечения редкоземельных элементов из различных растворов. Целью данного исследования является изучение эффекта дистанционного взаимодействия между двумя коммерчески доступными ионообменниками (Amberlite IR120, AB-17-8) при сорбции редкоземельного элемента церия. Эксперименты проводились с использованием следующих физико-химических методов анализа: кондуктометрии, рН-метрии, колориметрии и атомно-эмиссионной спектроскопии. Ионообменники в интерполимерной системе подвергаются дистанционному взаимодействию с дальнейшим переходом в сильно ионизированное состояние. Происходит формирование оптимальной конформации в структуре исходных ионообменников. Значительное увеличение ионизации ионообменных смол происходит при молярном соотношении Amberlite IR120:AB-17-8 = 3:3. При таком соотношении наблюдается значительное повышение сорбционных свойств за счет взаимной активации ионообменников.

Средний рост сорбционных свойств ионов церия в интерполимерной системе Amberlite IR120:AB-17-8 = 3:3 составляет более 85 % по сравнению с Amberlite IR120 и почти 70 % по сравнению с AB-17-8. Возможной причиной высокой сорбции является максимальное соответствие глобусов междузловых цепи ионов связей Amberlite IR120 и AB-17-8 после их взаимной активации в водной среде.

**Ключевые слова:** интерполимерная система, ионообменники Amberlite IR120 и AB-17-8, дистанционное взаимодействие, взаимная активация, сорбция, ионы церия

## Введение

Редкоземельные металлы (РЗМ) используются в различных областях: в химической промышленности, ядерной энергетике, металлургии и т.д. (Laatikainen, 2021). Церий — это серебристо-белый редкоземельный элемент, который легко поддается ковке и обработке. Сырьем для производства является минерал монацит (Jang et al., 2020). Основные месторождения церия расположены в США, Казахстане, России, Украине, Австралии и некоторых других странах. В металлургии церий используется в качестве легирующей добавки. Например, его сплавы с магнием и алюминием повышают прочность при низкой плотности, и чаще всего он используется в авиастроении (Kolodynska et al., 2020). Добавление всего 1 % церия к магнию резко увеличивает прочность на разрыв и сопротивление ползучести последнего. Кроме того, металлический церий является хорошим газопоглотителем, поглощающим большинство газов (кислород, водород, азот, углекислый газ и др.), связывая их посредством хемосорбции, обеспечивая необходимую степень вакуумирования электровакуумных устройств (Botelho et al., 2021). Этот металл также широко используется в пиротехнических составах, порошок которых пирофорен. Например, диоксид церия ( $\text{CeO}_2$ ) используется как компонент цветного стекла, а также для шлифовки и полировки оптического стекла. Соединения церия широко используются в химической промышленности, например, диоксид церия в основном используется в качестве катализатора

Сегодня промышленные ионообменники широко распространены и коммерчески доступны. Катионит Amberlite IR120 в основном используется для деминерализации и умягчения жесткой воды на электростанциях, для очистки сточных вод и технологических растворов в промышленности, а также для разделения цветных металлов (Konkova et al., 2020). А аниониты AB-17-8 в основном предназначены для очистки сточных и оборотных вод, широко используются в химической промышленности.

Ранее (Youssef et al., 2022) было обнаружено новое явление взаимного влияния двух гидрогелей разной природы друг на друга, помещенных в общую водную среду и разделенных стеклянным или инертным фильтром, исключающим их прямое контактное взаимодействие. Это называется эффектом «дальнодействия», который был зарегистрирован как научное открытие в Российской академии естественных наук.



### **Цель исследования**

Целью данного исследования является изучение эффекта дистанционного взаимодействия между двумя коммерчески доступными ионообменниками при сорбции редкоземельного элемента церия.

*Научная новизна полученных результатов:*

— возможность создания нескольких сорбентов на основе одной интерполимерной системы. На первой стадии звенья полимеров гидратируются; на второй стадии происходит разворачивание одного полимера, благодаря молекуле второго полимера дает в общий раствор либо  $H^+$  либо  $OH^-$ . При разворачивании раскрываются звенья, образующие интермолекулярные связи (Botelho Junior et al., 2022). В результате дистанционного взаимодействия образуются функциональные группы без противоионов (Ibrahim et al., 2021), чему способствует разрушение внутрисолевых связей, стабилизированных гидрофобными взаимодействиями, так как дивинилбензол в составе ионитов это гидрофобный фрагмент.

### **Материалы и методы исследования**

Для исследования использовали следующие материалы: 1) Amberlite IR 120 (Lenntech, Нидерланды), Dowex HGR-W2 (Lenntech, Нидерланды) и Lewatit S-100 (Lenntech, Нидерланды); 2) сильноосновный АВ-17-8 ( $OH^-$  форма) (Токем, Кемерово, Россия) — анионообменник на основе сополимера стирола и дивинилбензола с бензилтриметиламмониевыми функциональными группами (аналог Dowex SBR C (Lenntech, Россия) Нидерланды).

Использовали следующие реагенты: октогидрат сульфата церия (III) в качестве источника ионов церия в растворе, реагент арсеназо III (Sigma-Aldrich) в виде порошка в качестве цветообразующего реагента для определения концентрации церия и хлорная кислота ( $HClO_4$ ) (Sigma-Aldrich, Германия) для приготовления стандартного раствора.

Были использованы следующие измерительные приборы и оборудование: кондуктометр МАРК-603 (Взор, Нижний Новгород, Россия) для измерения удельной электропроводности растворов, что важно для характеристики равновесия диссоциации полиэлектролитов и переноса заряда ионами. Концентрацию ионов водорода определяли на рН-метре Metrohm 827 рН-Lab (Швейцария). Для изучения кислотно-основных свойств раствора были проведены измерения рН. Массу образцов измеряли с помощью аналитических весов SHIMADZU AY220 (Shimadzu Corporation, Киото, Япония). Измерения оптической плотности для последующего расчета концентрации церия (III) в растворе определяли на спектрофотометре Jenway-6305 (Cole-Parmer, Jenway, York, UK). Для детектирования остаточных ионов церия в жидких пробах использовали спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Optima 8300DV (Perkin Elmer, Waltham, MA, USA) с диапазоном длин волн 165–782 нм. Погрешности измерений не превышали 1 %.

### **Экспериментальная часть**

В наших экспериментах использовались иониты промышленного производства (катионит Amberlite IR120 и анионит АВ-17-8). Эти полимеры в водной среде были включены в систему полимеров Amberlite IR120:АВ-17-8. Дальнейшие

эксперименты по динамике ионного обмена проводились в водном растворе и растворах 6-водного сульфата церия (III).

Для измерения удельной электропроводности водных растворов использовали кондуктометр МАРК-603 (Россия); Концентрацию ионов водорода определяли рН-метром Metrohm 827 рН-Lab (Швейцария). Масса образцов оценивалась с помощью аналитических весов SHIMADZU AY220 (Япония). Измерения оптической плотности для последующего расчета концентрации сульфата церия (III) ( $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) проводили на спектрофотометре КФК-3М (Unico-Sys, Санкт-Петербург, Российская Федерация).

Методика определения ионов церия.

Методика определения ионов церия в растворе основана на образовании окрашенного комплексного соединения органического аналитического реагента арсеназо III с ионами редкоземельных металлов (РЗМ), расчет концентрации ионов церия проводили на спектрофотометре КФК-3М при 650 нм (Lankarati et al., 2021). Степень извлечения (сорбции) была рассчитана по формуле:

$$\eta = \frac{C_{\text{нач}} - C_{\text{ост}}}{C_{\text{нач}}} * 100\%, \quad (1)$$

где  $C_{\text{нач}}$  — начальная концентрация металла в растворе, г/л;  $C_{\text{ост}}$  — остаточная концентрация металла в растворе, г/л.

Суммарную степень связывания межузловых звеньев полимерной цепи рассчитывали по формуле (2):

$$\theta = \frac{\vartheta_{\text{сорп}}}{\vartheta} \times 100\%, \quad (2)$$

где  $\vartheta_{\text{сорп}}$  и  $\vartheta$  — количества сорбированных ионов церия и навески полимера соответственно, мол. Если в растворе 2 полимера, то он рассчитывается как сумма количества каждого из них.

### Результаты и их обсуждение

В наших предыдущих исследованиях мы исследовали эффект дистанционного взаимодействия между сшитыми гидрогелями, синтезированными в лабораторных условиях (гидрогели поли-4-винилпиридина, акриловой и метакриловой кислот), которые показали значительное увеличение сорбционной активности по отношению к некоторым ионам РЗМ (Jumadilov et al., 2021). Ранее было обнаружено, что при дистанционном взаимодействии кислотных и основных функциональных полимеров происходит значительное изменение электрохимических свойств среды (Petrov et al., 2021). Эти изменения свидетельствовали о значительном увеличении степени ионизации и диссоциации функциональных групп, а также о значительном изменении конформационного состояния полимерных сеток. Таким образом, происходит взаимная активация двух функциональных полимеров,

участвующих в удаленном взаимодействии. Эти изменения отражаются и на сорбционной емкости (Jumadilov et al., 2021).

В связи с этим возникла проблема обнаружения эффекта дистанционного взаимодействия между промышленными ионообменниками в отношении ионов церия.

Эксперименты проводились при комнатной температуре. Исследования проводились в следующем порядке: каждый в сухом исходном состоянии помещался в ячейку из полипропиленовой сетки, которая далее помещалась в стакан с дистиллированной воды для сорбции. Далее измеряли pH и электропроводность в зависимости от времени; затем интергелевую систему в сухом исходном состоянии помещался в специальную сетку, которая далее помещалась в стакан с раствором сульфата церия, с дальнейшим отбором аликвот.

В дальнейшем активированные иониты были использованы в процессе сорбции ионов церия из водного раствора сульфата церия с концентрацией равной 100 мг/л. При этом измеряли такие параметры растворов, как удельную электропроводность, pH, концентрацию солей, а также определяли степень набухания полимеров. Наибольшую сорбционную активность по отношению к ионам церия интерполимерная система показала при мольном соотношении ионитов Amberlite IR120:AB-17-8, равном 3:3, а по результатам остаточной концентрации солей в растворе наибольшая степень сорбции (51 %) наблюдалась через 48 часов процесса сорбции. Согласно данным по удельной электропроводности растворов, было обнаружено небольшое увеличение этого параметра со временем; максимальные значения были достигнуты через 48 часов. Более того, анализируя данные pH растворов, было установлено, что в процессе сорбции кислотность растворов увеличивалась за счет замены ионов  $H^+$  в структуре Amberlite IR120 на ионы церия, вытесняя последние в растворе. Сравнивая степень набухания полимеров в дистиллированной воде и в растворе сульфата церия, было обнаружено, что в растворе сульфата церия степень набухания несколько снижалась по мере протекания сорбции за счет того, что звенья полимера становятся менее ионизированными, а молекулы полимера стремятся к более энергетически выгодной форме.

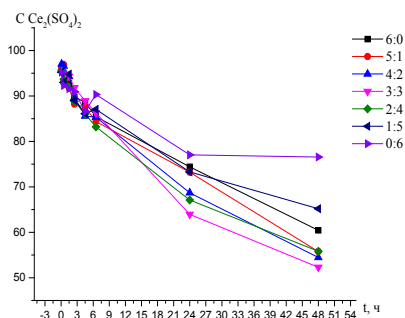


Рис. 1. Степень сорбции ионов Ce от времени (Fig. 1. Degree of sorption of Ce ions versus time)

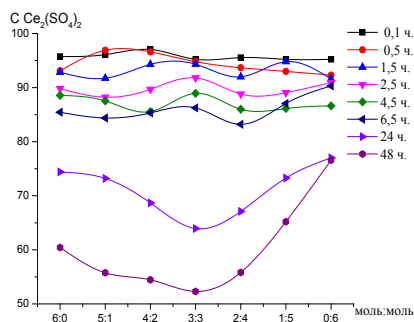


Рис. 2. Остаточная концентрация ионов Ce в растворе (Fig. 2. Residual concentration of Ce ions in solution)

Имеется линейная зависимость изменения концентрации в начальный момент (0,1 ч взаимодействия), а с 24 ч наблюдаются четкие пики при соотношениях Amberlite IR120-AB-17-8 3:3. Полученные результаты показывают, что четкая тенденция наблюдается, начиная с 24 ч дистанционного взаимодействия – зонами повышенной сорбции являются соотношения Amberlite IR120-AB-17-8 4:2, 3:3 и 2:4. Максимальная сорбция церия происходит при 48 ч дистанционного взаимодействия ионообменников при соотношении 3:3, начальная концентрация редкоземельного металла в солевом растворе снижается со 100,8 мг/л до 56,3 мг/л. Значительная часть металла сорбируется из солевого раствора в течение 24 ч.

Степень связывания полимерной цепи (относительно ионов церия) интерполимерной системы Amberlite IR120-AB-17-8 представлена в таблице 1 в зависимости от мольных соотношений и времени.

Таблица 1. Степень связывания полимерной цепи при различном соотношении ионообменников, [%]

Мольное соотношение, моль:моль	Время, ч							
	0,1ч.	0,5 ч.	1,5 ч.	2,5 ч.	4,5 ч.	6,5 ч.	24ч.	48 ч.
6:0	0,40	0,65	0,67	0,96	1,08	1,37	2,42	3,74
5:1	0,36	0,29	0,78	1,11	1,18	1,47	2,53	4,18
4:2	0,28	0,32	0,53	0,97	1,36	1,38	2,96	4,31
3:3	0,45	0,49	0,53	0,77	1,04	1,30	3,41	4,51
2:4	0,42	0,59	0,75	1,05	1,32	1,59	3,11	4,18
1:5	0,45	0,66	0,49	1,03	1,31	1,22	2,52	3,29
0:6	0,45	0,72	0,79	0,85	1,26	0,91	2,17	2,21

Степень связывания увеличивается со временем, и наиболее значительное увеличение параметра наблюдается при молярных соотношениях Amberlite IR120-AB-17-8 3:3 и 2:4. Степень связывания составляет 3,41 % и 3,11 % для этих соотношений через 24 ч дистанционного взаимодействия. А для исходных ионообменников Amberlite IR120 и AB-17-8 приводит к тому, что степень связывания в этом случае относительно невысока 2,42 % и 2,17 % соответственно. Через 48 ч взаимодействия степень связывания полимерной цепи увеличивается в соотношениях 3:3 и 2:4 до 4,51 и 4,18 соответственно.

Таблица 2. Эффективная объемная емкость, [ммоль/г]

Время, ч	Мольное соотношение, моль:моль							
	6:0	5:1	4:2	3:3	2:4	1:5	0:6	
0,1 ч	0,25	1,61	0,79	1,14	1,20	2,01	0,28	
0,5 ч	0,41	1,32	0,91	1,24	1,71	3,02	0,45	
1,5 ч	0,42	3,51	1,53	1,35	2,15	2,21	0,50	
2,5 ч	0,60	5,01	2,76	1,95	3,01	4,69	0,54	
4,5 ч	0,68	5,31	3,87	2,64	3,75	5,95	0,79	
6,5 ч	0,86	6,71	3,94	3,28	4,51	5,54	0,57	
24 ч	1,51	11,51	8,40	8,61	8,82	11,51	1,37	
48 ч	2,10	12,30	9,21	9,51	9,30	12,11	1,32	

Эффективная динамическая объемная емкость относительно ионов церия интерполимерной системы Amberlite IR120-AB-17-8, представленная на таблице 2, зависит от молярных соотношений ионообменных смол и времени взаимодействия. Сорбция ионов церия сопровождается сильным увеличением объемной емкости в интерполимерной паре Amberlite IR120:AB-17-8 = 3:3 с начала сорбции (24 ч) она составляет 8,61 ммоль/г; в то время как емкость составляет 1,51 ммоль/г для Amberlite IR120 и 1,37 ммоль/г для AB-17-8. Сильное увеличение параметра соприкосновения наблюдается через 48 ч; для пары интерполимеров оно составляет 9,51 ммоль/г; для Amberlite IR120 — 2,10 ммоль/г; для AB-17-8 — 1,32 ммоль/г.

### **Заключение**

Полученные данные показывают возможность прогнозирования дистанционного взаимодействия кислотных и основных ионообменников, а также их перехода в высоко ионизированное состояние за счет взаимной активации (Lee et al., 2021). Представленные выше результаты наглядно демонстрируют потенциал применения явления дистанционного взаимодействия в качестве нового метода усовершенствования существующих ионообменников для максимальной сорбции церия. Несмотря на отсутствие данных по сорбции РЗМ современными макромолекулярными структурами, использование интерполимерных систем представляется актуальным методом создания принципиально новых сорбционных технологий эффективного извлечения РЗЭ и других ценных металлов. Полученные результаты показывают, что происходит формирование оптимальной конформации в структуре исходных ионообменников (Jumadilov et al., 2019). Значительное увеличение ионизации ионообменных смол происходит при молярном соотношении Amberlite IR120:AB-17-8 = 3:3. При таком соотношении наблюдается значительное повышение сорбционных свойств за счет взаимной активации ионообменников. Средний рост сорбционных свойств ионов церия в интерполимерной системе Amberlite IR120:AB-17-8 = 3:3 составляет более 85 % по сравнению с Amberlite IR120 и почти 70 % по сравнению с AB-17-8. Возможной причиной высокой сорбции является максимальное соответствие глобусов междузловых цепи ионов связей Amberlite IR120 и AB-17-8 после их взаимной активации в водной среде. Проведенные исследования показывают, что дистанционное взаимодействие обеспечит существенное повышение сорбционных свойств ионообменников по отношению к целевым редкоземельным и другим элементам.

### **REFERENCES**

- Laatikainen M., 2021 — *Laatikainen M.* Ion exchange of lanthanides with conventional and ion-imprinted resins containing sulfonic or iminodiacetic acid groups// *Separation Science and Technology*.
- Jang J., Kang Y., Han J., Jang K., Kim C., Kim I., 2020 — *Jang J., Kang Y., Han J., Jang K., Kim C., Kim I.* Developments and future prospects of reverse electro dialysis for salinity gradient power generation: Influence of ion exchange membranes and electrodes// *Desalination*.
- Kolodynska D., Fila D., Hubicki Z., 2020 — *Kolodynska D., Fila D., Hubicki Z.* Static and dynamic studies of lanthanum (III) ion adsorption/desorption from acidic solutions using chelating ion exchangers with different functionalities// *Environmental Research* 191.

Wei Y., Salih K., Hamza, M., Castellón E., Guibal E., 2021 — *Wei Y., Salih K., Hamza, M., Castellón E., Guibal E.* Novel phosphonate-functionalized composite sorbent for the recovery of lanthanum (III) and terbium (III) from synthetic solutions and ore leachate// Chemical Engineering Journal.

Botelho A.B., Pinheiro É.F., Espinosa D.C.R., Tenório J.A.S., dos Passos Galluzzi Baltazar M., 2021 — *Botelho A.B., Pinheiro É.F., Espinosa D.C.R., Tenório J.A.S., dos Passos Galluzzi Baltazar M.* Adsorption of lanthanum and cerium on chelating ion exchange resins: Kinetic and thermodynamic studies// Separation science and technology.

Konkova T., Rysev A., Quynh T., 2020 — *Konkova T., Rysev A., Quynh T.* The Kinetics of Sorption Extraction of Lanthanum and Aluminum Cations from a Phosphoric Acid Solution by Sulfocathionite// Advanced Materials Technologies.

Youssef M.A., Sami N.M., Hassan H.S., 2022 — *Youssef M.A., Sami N.M., Hassan H.S.* Extraction and separation feasibility of cerium (III) and lanthanum (III) from aqueous solution using modified graphite adsorbent// Environmental Science and Pollution Research.

Botelho Junior A.B., 2022 — *Botelho Junior A.B., Pinheiro É.F.* Adsorption of lanthanum and cerium on chelating ion exchange resins: kinetic and thermodynamic studies// Separation science and technology.

Ibrahim S., Shamsu Kamal N.S., Megat Hanafiah M.A.K., Md Ariff N.F., Saleh, S.H., 2021 — *Ibrahim S., Shamsu Kamal N.S., Megat Hanafiah M.A.K., Md Ariff N.F., Saleh, S.H.* Sorption rerecovery and concentration of rare-earth metals from extraction phosphoric acid// Complex use of mineral resources.

Lankapati H.M., Dankhara P.M., Lathiya, D.R., Shah B., Chudasama U.V. Choudhary L., Maheria K.C., 2021 — *Lankapati H.M., Dankhara P.M., Lathiya, D.R., Shah B., Chudasama U.V. Choudhary L., Maheria K.C.* Removal of lanthanum, cerium and thorium metal ions from aqueous solution using ZrT hybrid ion exchanger// Sustainable Energy Technologies and Assessments 47.

Jumadilov T.K., Kondaurov R.G., Imangazy A.M., 2021 — *Jumadilov T.K., Kondaurov R.G., Imangazy A.M.* Features of sorption of rare-earth metals of cerium group by intergel systems based on polyacrylic acid, polymethacrylic acid and poly-4-vinylpyridine hydrogels// Bull. Karaganda Univ. Chem. Ser.

Petrov G., Zotova I., Nikitina T., Fokina S., 2021 — *Petrov G., Zotova I., Nikitina T., Fokina, S.* Sorption recovery of platinum metals from production solutions of sulfate-chloride leaching of chromite wastes// Metals.

Jumadilov T., Yskak L., Imangazy A., Suberlyak O., 2021 — *Jumadilov T., Yskak L., Imangazy A., Suberlyak O.* Ion Exchange Dynamics in Cerium Nitrate Solution Regulated by Remotely Activated Industrial Ion Exchangers// Materials.

Lee J., Kurniawan H., Chung K., Kim S., 2021 — *Lee J., Kurniawan H., Chung K., Kim S.* Separation of platinum, palladium and rhodium from aqueous solutions using ion exchange resin// Separation and Purification Technology.

Jumadilov T.K., Kondaurov R.G., Imangazy, A.M., Myrzakhmetova N.O., Saparbekova I.S., 2019 — *Jumadilov T.K., Kondaurov R.G., Imangazy, A.M., Myrzakhmetova N.O., Saparbekova I.S.* Phenomenon of remote interaction and sorption ability of rare cross-linked hydrogels of polymethacrylic acid and poly-4-vinylpyridine in relation to erbium ions// Chem. Chem. Technol.

## МАЗМҰНЫ

<b>А.С. Әбсейт, Н.С. Елибаева, Г.Ғ. Әбдікәрім, Ж.С. Әбсейт,</b> АСАНТНОРHYLLUM PUNGENS ӨСІМДІГІНДЕГІ ПОЛИСАХАРИДТЕРДІҢ САПАЛЫҚ ЖӘНЕ САНДЫҚ ҚҰРАМЫН АНЫҚТАУ.....	5
<b>А. Башов, А.К. Башова, С. Молайган, М.Н. Турлыбекова, Б. Леска</b> АЛЮМИНИЙ АМАЛЬГАМАСЫНЫҢ БЕТІНДЕГІ СУДАН СУТЕКТІ БӨЛУ ПРОЦЕСТЕРІНДЕГІ ДЕПОЛЯРИЗАТОРЛАРДЫҢ РӨЛІ.....	15
<b>И.М. Джелдыбаева, Ж. Қайырбеков, М.З. Есеналиева, С.М. Суймбаева</b> ГЕКСЕН-1 ГИДРЛЕУ РЕАКЦИЯСЫНДА ПАЛЛАДИЙ ЖӘНЕ НИКЕЛЬ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНЫҢ КАТАЛИТИКАЛЫҚ АКТИВТІЛІГІ МЕН ИЗОМЕРЛЕНУ ҚАБІЛЕТТІЛІГІ.....	27
<b>Т.К. Джумадилов, Л.К. Ысқақ, Н.О. Мырзахметова</b> AMBERLITE IR120 ЖӘНЕ АВ-17–8 ИОН АЛМАСУ ШАЙЫРЛАРЫ НЕГІЗІНДЕ ИНТЕРПОЛИМЕР ЖҮЙЕСІМЕН ЦЕРИЙ ИОНДАРЫ СОРБЦИЯСЫНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	37
<b>А.И. Кареева, А.Ә. Болысбек, И.А. Почиталкина, Е.Б. Райымбеков</b> ШАРТҚА СӘЙКЕССІЗ ФОСФАТ ШИКІЗАТЫ НЕГІЗІНДЕ НРК ТЫҢАЙТҚЫШЫН АЛУ ҮРДСІНІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ТАЛДАУЫ.....	47
<b>Қ.Б. Мұсабеков, О.В. Рожкова, Д.М-К. Артыкова (Ибраимова), М.Т. Ермеков, Ш.А. Мұздыбаева</b> ҚАЗАҚСТАННЫҢ АТОМ ӨНЕРКӘСІБІ РАДИОАКТИВТІ ҚАЛДЫҚТАРДЫ КӨМУ КЕЗІНДЕ БЕНТОНИТ САЗЫН ҚОРҒАНЫС ТОСҚАУЫЛЫ РЕТІНДЕ ҚОЛДАНУ.....	66
<b>М. Нажипқызы, А. Нұрғалин, А. Жапарова, А. Исанбекова, Ж. Роберт Митчелл</b> «Al/DIATOMITE» НЕГІЗДІ КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАР.....	78
<b>Н.Н. Нурғалиев, А.Н. Кливенко, А.Ж. Акимжанов, А.Н. Сабитова, Э.Т. Талғатов</b> ОРГАНИКАЛЫҚ ҚАЛДЫҚТАРДЫ АНАЭРОБТЫ АШЫТУ КЕЗІНДЕ БИОМЕТАН АЛУҒА АРНАЛҒАН БИОСТИМУЛЯТОРЛАР.....	88

<b>М.Д. Сабырханов, А.А. Досмаканбетова, Н.Т. Сейтханов, Г.Д. Пазилова, Л.А. Сейткасимова</b> СҰЙЫҚ ТАМШЫЛАРМЕН СОҚТЫҒЫСҚАНДАҒЫ БҰЗЫЛҒАН ПЛЕНКАНЫҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС ТЕРБЕЛІСТЕРІНІҢ СИПАТТАМАСЫ.....	105
<b>А.М. Серікбаева, Ф.Ф. Роман, Х.Л. Диаз де Туэста, Х.Т. Гомес, М.С. Қалмаханова</b> ОРГАНОАЛОКСИДТЕРМЕН ДМСО ЖӘНЕ ТЕОА ЕГІЛГЕН ОРГАНИКАЛЫҚ ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН САЗДАРДЫ АЛУ ЖӘНЕ ФИЗИКАЛЫҚ–ХИМИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ.....	115
<b>Б. Торсықбаева, Б. Имангалиева, Н. Ізтілеу</b> ХИМИЯНЫ ЗЕРТТЕУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ҚАЛЫПТАСТЫРУШЫ БАҒАЛАУ.....	129
<b>А.С. Тукибаева, Р. Панкевич, Б.Н. Кабылбекова, Л.Д. Айкозова, Н.А. Калиева</b> ЛАЗАЛОЦИДТІҢ ПЕНТАДЕКАФТОР–1-ОКТАНОЛМЕН ЭФИРИН (LasF) СИНТЕЗДЕУ ЖӘНЕ ОНЫҢ БІР ВАЛЕНТТІ КАТИОНДАРМЕН КОМПЛЕКСТЕРІН ЖАРТЫЛАЙ ЭМПИРИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	144
<b>А.А. Утебаева, Р.С. Алибеков, Э.А. Габрильянц, Ж.А. Абиш, А.Ж. Айтбаева</b> ҚАНДЫШӨП СЫҒЫНДЫЛАРЫНЫҢ ( <i>Sanguisorba officinalis</i> ) <i>Lactobacillus</i> ӨСУІНЕ ӘСЕРІ.....	156
<b>С. Фазылов, О. Нүркенов, А. Сарсенбекова, А. Искинеева, А. Мендібаева</b> РЕТИНОЛ АЦЕТАТЫНЫҢ $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНМЕН ҚОСЫЛҒАН КЕШЕНДЕРІНІҢ ТЕРМИЯЛЫҚ ЫДЫРАУЫ.....	168
<b>Д.Б. Ченсизбаев, Д.К. Аденова, Қ.Е. Кошпанова</b> ШУ–САРЫСУ ПРОВИНЦИЯСЫНЫҢ ӨНДІРІСТІК СУЛАРЫНДАҒЫ ЛИТИЙ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН ЭЛЕКТРОФОРЕЗ ӘДІСІМЕН АНЫҚТАУ.....	183



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>А.С. Абсейт, Н.С. Елибаева, Г.Г. Абдикарим, Ж.С. Абсейт</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ В РАСТЕНИИ <i>ASANTHOPHYLLUM PUNGENS</i> .....	5
<b>А. Бешов, А.К. Бешова, С. Молайган, М.Н. Турлыбекова, Б. Леска</b> РОЛЬ ДЕПОЛЯРИЗАТОРОВ В ПРОЦЕССАХ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ НА ПОВЕРХНОСТИ АМАЛГАМЫ АЛЮМИНИЯ.....	15
<b>И.М. Джелдыбаева, Ж. Каирбеков, М.З. Есеналиева, С.М. Суймбаева</b> КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ИЗОМЕРИЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ПАЛЛАДИЕВЫХ И НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ ГЕКСЕНА-1.....	27
<b>Т.К. Джумадилов, Л.К. Ыскак, Н.О. Мырзахметова</b> ОСОБЕННОСТИ СОРБЦИИ ИОНОВ ЦЕРИЯ ИНТЕРПОЛИМЕРНОЙ СИСТЕМОЙ НА ОСНОВЕ ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ AMBERLITE IR120 И АВ-17-8.....	37
<b>А.И. Кареева, А.А. Болысбек, И.А. Почиталкина, Е.Б. Райымбеков</b> ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ НРК УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ НЕКОНДИЦИОННОГО ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ.....	47
<b>К.Б. Мусабеков, О.В. Рожкова, Д.М-К. Артыкова (Ибраимова), М.Т. Ермеков, Ш.А. Муздыбаева</b> ПРИМЕНЕНИЕ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ В КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТНОГО БАРЬЕРА ПРИ ЗАХОРОНЕНИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАЗАХСТАНА.....	66
<b>М. Нажипкызы, А. Нургайн, А. Жапарова, А. Исанбекова, Ж. Роберт Митчелл</b> КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ Al/DIATOMITE.....	78
<b>Н.Н. Нурғалиев, А.Н. Кливенко, А.Ж. Акимжанов, А.Н. Сабитова, Э.Т. Талғатов</b> БИОСТИМУЛЯТОРЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОМЕТАНА ПРИ АНАЭРОБНОМ БРОЖЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ.....	88

<b>М.Д. Сабырханов, А.А. Досмаканбетова, Н.Т. Сейтханов, Г.Д. Пазилова, Л.А. Сейткасимова</b> ОПИСАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ КОЛЕБАНИЙ ВОЗМУЩЕННОЙ ПЛЕНКИ ПРИ ЕЕ СОУДАРЕНИИ С КАПЛЯМИ ЖИДКОСТИ.....	105
<b>А.М. Серикбаева, Ф.Ф. Роман, Х.Л. Диаз де Туэста, Х.Т. Гомес, М.С. Калмаханова</b> ПОЛУЧЕНИЕ И ФИЗИКО–ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКИХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГЛИН С ПРИВИТЫМИ ДМСО И ТЕОА.....	115
<b>Б. Торсыкбаева, Б. Имангалиева, Н. Изгілеу</b> ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ФОРМАТИВНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ.....	129
<b>А.С. Тукибаева, Р. Панкевич, Б.Н. Кабылбекова, Л.Д. Айкозова, Н.А. Калиева</b> СИНТЕЗ ЭФИРА ЛАЗАЛОЦИДА С ПЕНТАДЕКАФТОР-1-ОКТАНОЛОМ (LasF) И ПОЛУЭМПИРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО КОМПЛЕКСОВ С ОДНОВАЛЕНТНЫМИ КАТИОНАМИ.....	144
<b>А.А. Утебаева, Р.С. Алибеков, Э.А. Габрильянц, Ж.А. Абиш, А.Ж. Айтбаева</b> ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТОВ КРОВОХЛЕБКИ ( <i>Sanguisorba officinalis</i> ) НА РОСТ <i>Lactobacillus</i> .....	156
<b>С. Фазылов, О. Нуркенов, А. Сарсенбекова, А. Искинеева, А. Мендибаева</b> ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ КОМПЛЕКСОВ ВКЛЮЧЕНИЯ РЕТИНОЛА АЦЕТАТА С $\beta$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНАМИ.....	168
<b>Д.Б. Ченсизбаев, Д.К. Аденова, К.Е. Кошпанова</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЛИТИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОДАХ ШУ–САРЫСУЙСКОЙ ПРОВИНЦИИ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРЕЗА.....	183

## CONTENTS

<b>A.S. Abseyt, N.S. Yelibayeva, G.G. Abdikarim, J.S. Abseyt</b> DETERMINATION OF THE QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CONTENT OF POLYSACCHARIDES IN THE ACANTHOPHYLLUM PUNGENS PLANT.....	5
<b>A. Bayeshov, A.K. Bayeshova, S. Molaigan, M.N. Turlybekova, B. Leska</b> THE ROLE OF DEPOLARIZERS IN THE PROCESSES OF HYDROGEN RELEASE FROM WATER ON THE ALUMINUM AMALGAM SURFACE.....	15
<b>I.M. Jeldybayeva, Zh. Kairbekov, M.Z. Yessenalieva, S.M. Suimbayeva</b> CATALYTIC ACTIVITY AND ISOMERIZATION CAPACITY OF PALLADIUM AND NICKEL CATALYSTS IN 1-HEXENE HYDROGENATION REACTION.....	27
<b>T.K. Jumadilov, L.K. Yskak, N.O. Myrzakhmetova</b> FEATURES OF SORPTION OF CERIUM IONS BY THE INTERPOLYMER SYSTEM BASED ON AMBERLITE IR120 AND AB-17-8 ION-EXCHANGE RESINS.....	37
<b>A.I. Kareeva, A.A. Bolysbek, I.A. Pochitalkina, Y.B. Raiymbekov</b> THERMODYNAMIC ANALYSIS OF THE PROCESS OF PRODUCING NPK FERTILIZERS BASED ON SUBSTANDARD PHOSPHATE RAW MATERIALS.....	47
<b>K.B. Musabekov, O.V. Rozhkova, D.M-K. Artykova (Ibraimova), M.T. Yermekov, Sh.A. Muzdybaeva</b> APPLICATION OF BENTONITE CLAY AS A PROTECTIVE BARRIER IN THE DISPOSAL OF RADIOACTIVE WASTE OF NUCLEAR INDUSTRY OF KAZAKHSTAN.....	66
<b>M. Nazhipkyzy, A. Nurgain, A. Zhaparova, A. Issanbekova, G. Robert Mitchell</b> Al/DIATOMITE BASED COMPOSITE MATERIALS.....	78
<b>N.N. Nurgaliyev, A.Zh. Akimzhanov, A.N. Klivenko, A.S. Sabitova, E.T. Talgatov</b> BIOSTIMULATORS FOR OBTAINING BIOMETHANE DURING ANAEROBIC FERMENTATION OF ORGANIC WASTE.....	88
<b>M.D. Sabyrkhanov, A.A. Dosmakanbetova, N.T. Seitkhanov, G.D. Pazilova, L.A. Seitkasimova</b> DESCRIPTION OF NONLINEAR OSCILLATIONS OF A PERTURBED FILM IN ITS COLLISION WITH LIQUID DROPS.....	105

---

<b>A.M. Serikbayeva, F.F. Roman, J.L. Diaz de Tuesta, H.T. Gomes, M.S. Kalmakhanova. B. Torsykbayeva, B. Imangaliyeva, N. Iztileu</b> CHEMICAL RESEARCH METHODS AND FORMATIVE ASSESSMENT.....	115
<b>B. Torsykbayeva, B. Imangaliyeva, N. Iztileu</b> CHEMICAL RESEARCH METHODS AND FORMATIVE ASSESSMENT.....	129
<b>A.S. Tukibayeva, R. Pankiewicz, B.N. Kabyzbekova, L.D. Aikozova, N.A. Kalieva</b> SYNTHESIS LASALOCID ESTER WITH PENTADEC AFLUORO-1-OCTANOL (LasF) AND SEMIEMPIRICAL INVESTIGATION OF ITS COMPLEXES WITH MONOVALENT CATIONS.....	144
<b>A.A. Utebaeva, R.S. Alibekov, E.A. Gabrilyants, Zh.A. Abish, A.Zh. Aitbayeva</b> IMPACT OF BURNET ( <i>Sanguisorba officinalis</i> ) EXTRACTS FOR a <i>Lactobacillus</i> GROWTH.....	156
<b>S. Fazylov, O. Nurkenov, A. Sarsenbekova, A. Iskineyeva, A. Mendibaeva</b> THERMAL DECOMPOSITION OF INCLUSION COMPLEXES RETINOL ACETATE WITH $\beta$ -CYCLODEXTRINS.....	168
<b>D.B. Chensizbayev, D.K. Adenova, K.E. Koshpanova</b> DETERMINATION OF LITHIUM CONCENTRATION IN INDUSTRIAL WATERS OF SHU-SARYSU PROVINCE BY ELECTROPHORESIS METHOD.....	183

## **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)**

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жәліқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 31.03.2023.

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

9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.