

ISSN 2518-1483 (Online),  
ISSN 2224-5227 (Print)

2024 • 4



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ  
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

# БАЯНДАМАЛАРЫ

## ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»

## REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

**БАС РЕДАКТОР:**

**БЕНБЕРИН Валерий Васильевич**, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Президенті Іс Басқармасы Медициналық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 11

**РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА:**

**РАМАЗАНОВ Тілекқабыл Сәбитұлы**, (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 26

**РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы**, (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 23

**САНГ-СУ Квак**, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корея биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея), Н = 34

**БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы**, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 12

**ӘБИЕВ Руфат**, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

**ЛЮКШИН Вячеслав Ноганович**, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 8

**СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич**, биология ғылымдарының докторы, профессор, Чуваш республикасының еңбек сіңірген ғылым қайраткері, «Чуваш мемлекеттік аграрлық университеті» Федералдық мемлекеттік бюджеттік жоғары білім беру мекемесі Акушерлік және терапия кафедрасының меңгерушісі, (Чебоксары, Ресей), Н = 23

**ФАРУК Асана Дар**, Хамдар аль-Маджид Хамдард университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжін профессоры, (Карачи, Пәкістан), Н = 21

**ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович**, медицина ғылымдарының докторы, Монтана штаты университетінің профессоры (Монтана, АҚШ), Н = 27

**КАЛАНДРА Пьетро**, Ph.D (физика), нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), Н = 26

**МАЛЫМ Анна**, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша), Н = 22

**БАЙМҰҚАНОВ Дастан Асылбекұлы**, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, "Мал шаруашылығы және ветеринария ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС мал шаруашылығы және ветеринарлық медицина департаментінің бас ғылыми қызметкері (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н=1

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), Н = 42

**ҚАШИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 7

**БОШҚАЕВ Қуантай Авағзыұлы**, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

**QUEVEDO Nemandó**, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), Н = 28

**ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 7

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), Н = 5

**ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 5

**ХАРИН Станислав Николаевич**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 10

**ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), Н = 12

**«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»**

ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № KZ93ZYU00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы құалық.

Тақырыптық бағыты: *өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология және физика ғылымдары.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219 бөл.; тел.: 272-13-19

http://reports-science.kz/index.php/en/archive

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

**БЕНБЕРИН Валерий Васильевич**, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), Н = 11

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**РАМАЗАНОВ Тлексабул Сабитович**, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 26

**РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич**, (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 23

**САНГ-СУ Квак**, доктор философии (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), Н = 34

**БЕРСИМБАЕВ Рахметкажи Искендирович**, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Нур-Султан, Казахстан), Н = 12

**АБИЕВ Руфат**, доктор технических наук (биохимия), профессор, заведующий кафедрой «Оптимизация химической и биотехнологической аппаратуры», Санкт-Петербургский государственный технологический институт (Санкт-Петербург, Россия), Н = 14

**ЛОКШИН Вячеслав Нотанович**, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного клинического центра репродуктологии «PERSONA» (Алматы, Казахстан), Н = 8

**СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия), Н = 23

**ФАРУК Асана Дар**, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), Н = 21

**ЩЕПЕТКИН Игорь Александрович**, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (СПША), Н = 27

**КАЛАНДРА Пьетро**, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктур-рваных материалов (Рим, Италия), Н = 26

**МАЛЫМ Анна**, доктор фармацевтических наук, профессор, декан фармацевтического факультета Люблинского медицинского университета (Люблин, Польша), Н = 22

**БАЙМУКАНОВ Дастанбек Асылбекович**, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент НАН РК, главный научный сотрудник Департамента животноводства и ветеринарной медицины ТОО «Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии» (Нур-Султан, Казахстан), Н = 1

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), Н = 42

**КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 7

**БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич**, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 10

**QUEVEDO Hernando**, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), Н = 28

**ЖУСУНОВ Марат Абжанович**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 7

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), Н = 5

**ТАКИБАЕВ Нурғали Жабағевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 5

**ХАРИН Станислав Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), Н = 10

**ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 12

**Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»**

**ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (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 № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии, медицины и физические науки.*

Периодичность: 4 раз в год. Тираж: 300 экземпляров

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

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

**EDITOR IN CHIEF:**

**BENBERIN Valery Vasilievich**, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan), H = 11

**EDITORIAL BOARD:**

**RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich**, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 26

**RAMANKULOV Erlan Mirkhaidarovich**, (Deputy Editor-in-Chief), Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 23

**SANG-SOO Kwak**, PhD in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), H = 34

**BERSIMBAEV Rakhmetkazi Iskendirovich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 12

**ABIYEV Rufat**, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia), H = 14

**LOKSHIN Vyacheslav Notanovich**, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan), H = 8

**SEMENOV Vladimir Grigorievich**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia), H = 23

**PHARUK Asana Dar**, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan), H = 21

**TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich**, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA), H = 27

**CALANDRA Pietro**, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), H = 26

**MALM Anna, Doctor of Pharmacy**, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland), H = 22

**BAIMUKANOV Dastanbek Asylbekovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the NAS RK, Chief Researcher of the department of animal husbandry and veterinary medicine, Research and Production Center for Livestock and Veterinary Medicine Limited Liability Company (Nur-Sultan, Kazakhstan), H=1

**TIGHINEANU Ion Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), H = 42

**KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich**, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 7

**BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich**, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

**QUEVEDO Hemando**, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), H = 28

**ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 7

**KOVALEV Alexander Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), H = 5

**TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 5

**KHARIN Stanislav Nikolayevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

**DAVLETOV Askar Erbulanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 12

---

**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

**ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (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. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine and physical sciences.*

Periodicity: 4 times a year. Circulation: 300 copies.

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

<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
ISSN 2224-5227

Volume 4. Number 352 (2024), 168–178

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.317>

ӘОЖ (УДК) 541.183.24

ҒТАХР (МРНТИ) 31.21.25

©**M.K. Kurmanaliev, Zh.D. Alimkulova, Zh.E. Shaikhova\*,  
S.O. Abilkasova, 2024.**

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: Zh.shaikhova1965@gmail.com

### NEW SORBENTS BASED ON TIACROWN ETHERS: PREPARATION AND APPLICATION FOR SILBER EXTRACTION

**Kurmanaliev Musrepbek Kurmanalievich** – Doctor of Chemical Sciences, Professor, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: mkk@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-8561-4332>;

**Alimkulova Zhamilya Dzhakypberkyzy** – Master of Chemistry, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: Zhamilya111@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-9938-6710>;

**Shaikhova Zhanat Erezhinovna** – Master of technical sciences, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: Zh.shaikhova1965@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-5909-4182>;

**Abilkasova Sandugash Orynbaevna** – Candidate of technical science, Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: sandy\_ao@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-8322-4592>.

**Abstract.** The ability of crown ether compounds to effectively react with metal ions underlies their practical use. The selectivity of compounds depends on the structure of the ligands in the molecule, the presence of functional groups and donor atoms in it. It is known that the high selectivity of the reagents depends not only on the nature of the donor atoms in the ring, but also on the stability of the ring structure. The preparation of polymers containing a thiacycrown ether group is an urgent task, since such groups make it possible to obtain selective sorbents.

The purpose of this work is the synthesis of new selective sorbents containing a thiacycrown ether group and the study of their complexing properties with respect to silver ions. To obtain polymers for this purpose, the reaction of the interaction of a gel and a porous copolymer of chloromethylated styrene and divinylbenzene (HMS) with aminobenzothiacrown ethers was studied. Using various influencing factors, it was possible to obtain sorbents with a high exchange capacity (2.5 mmol/g). When studying the sorption of silver(I) ions from aqueous solutions by a supramolecular sorbent with a thiacycrown ether group, it was shown that the optimal pH value is 6, the contact time is 60 min. The maximum sorption capacity of the sorbent for silver (I) ions reaches 240.8 mg/g.

**Keywords:** thiacycrown ether, sorption capacity, copolymer of styrene and divinylbenzene, silver ions.

©М.Қ. Құрманалиев, Ж.Д. Алимқұлова, Ж.Е. Шаихова\*,  
С.О. Әбілқасова, 2024.

Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан.

\*E-mail: zh.shaikhova1965@gmail.com

## **ТИАКРАУН-ЭФИРЛЕР НЕГІЗІНДЕГІ ЖАҢА СОРБЕНТТЕР: АЛУ ЖӘНЕ КҮМІСТІ БӨЛУ ҮШІН ҚОЛДАНУ**

**Құрманалиев Мүсірепбек Құрманәліұлы** – химия ғылымдарының докторы, профессор, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: mkk@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-8561-4332>;

**Алимқұлова Жамиля Джакыпбердықызы** – химия ғылымдарының магистрі, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: Zhamilya111@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-9938-6710>;

**Шаихова Жанат Ережиновна** – техника ғылымдарының магистрі, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: zh.shaikhova1965@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-5909-4182>;

**Дауметова Салтанат Тұрмағанбетқызы** – педагогика ғылымдарының магистрі, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: daumetova83@mail.ru [ORCID 0009-0008-2667-0228](https://orcid.org/0009-0008-2667-0228);

**Әбілқасова Сандуғаш Орынбайқызы** – техника ғылымының кандидаты, Алматы технологиялық университеті, Алматы, Қазақстан, e-mail: sandy\_ao@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-8322-4592>.

**Аннотация.** Краун–эфирлі қосылыстардың металл иондарымен талғамды әрекеттесу қабілеті, олардың практикада қолданылуының негізі болып табылады. Қосылыстардың талғамдылығы, молекула құрамындағы лигандтардың құрылысына, ондағы функционалды топтар мен донорлы атомдардың болуына байланысты. Реагенттердің жоғары талғамды болуы, циклдегі донорлы атомдардың табиғатына ғана емес, сол цикл құрылымының тұрақтылығына да тәуелді болатыны белгілі. Құрамында тиакраун тобы бар полимерлер алу өзекті мәселе болып табылады, өйткені ондай топтар талғампаз сорбентер алуға мүмкіндік береді.

Жұмыстың мақсаты – құрамында тиакраун – эфир тобы бар жаңа селективті сорбенттер синтезі және олардың күміс иондарына қатысты комплекс түзу қасиеттерін зерттеу. Осындай мақсаттағы полимерлер алу үшін гелді және кеуекті хлорметилденген стирол және дивинилбензол сополимері (ХМС) мен аминобензотиакраун-эфирлердің әрекеттесу реакциясы зерттелді. Әсер ететін әртүрлі факторларды қолдана отырып, алмасу сыйымдылығы жоғары (2,5 ммоль/г) сорбенттер алуға қол жеткіздік. Сулы ерітінділерден тиакраун-эфир тобы бар супрамолекулалық сорбентпен күміс(I) иондарының сорбциялануын зерттеу үшін оңтайлы рН мәні 6 болатынын көрсетті, жанау уақыты 60 мин. Күміс (I) иондарына қатысты сорбенттің максималды сорбциялық қабілеті 240,8 мг/г жетеді.

**Түйін сөздер:** тиакраун-эфир, сорбциялық сыйымдылық, стирол және дивинилбензол сополимері, күміс иондары.

©М.К. Курманалиев, Ж.Д. Алимкулова, Ж.Е. Шаихова\*,  
С.О. Абилкасова, 2024.

Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан.

\*E-mail: zh.shaikhova1965@gmail.com

## НОВЫЕ СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ ТИАКРАУН-ЭФИРОВ: ПОЛУЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЕРЕБРА

**Курманалиев Мусрепбек Курманалиевич** – доктор химических наук, профессор, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: mkk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8561-4332>;

**Алимкулова Жамиля Джакыпбердыкызы** – магистр химических наук, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: Zhamilya111@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9938-6710>;

**Шаихова Жанат Ережиновна** – магистр технических наук, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: zh.shaikhova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5909-4182>;

**Абилкасова Сандугаш Орынбаевна** – кандидат технических наук, Алматинский технологический университет, Алматы, Казахстан, e-mail: sandy\_ao@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8322-4592>.

**Аннотация.** Способность краун-эфирных соединений эффективно реагировать с ионами металлов лежит в основе их практического использования. Селективность соединений зависит от строения лигандов в молекуле, наличия в ней функциональных групп и донорных атомов. Известно, что высокая селективность реагентов зависит не только от природы донорных атомов в цикле, но и от устойчивости структуры цикла. Получение полимеров, содержащих тиакраун-эфирную группу, является актуальной задачей, поскольку такие группы позволяют получать селективные сорбенты.

Цель работы – синтез новых селективных сорбентов, содержащих тиакраун-эфирную группу, и изучение их комплексообразующих свойств по отношению к ионам серебра. Для получения полимеров для этой цели была изучена реакция взаимодействия геля и пористого сополимера хлорметилированного стирола и дивинилбензола (ГМС) с аминокбензотиакраун-эфирами. Используя различные воздействующие факторы, удалось получить сорбенты с высокой обменной емкостью (2,5 ммоль/г). При изучении сорбции ионов серебра(I) из водных растворов супрамолекулярным сорбентом с тиакраун-эфирной группой было показано, что оптимальное значение рН равно 6, время контакта 60 мин. Максимальная сорбционная емкость сорбента по ионам серебра (I) достигает 240,8 мг/г.

**Ключевые слова:** тиакраун-эфир, сорбционная емкость, сополимер стирола и дивинилбензола, ионы серебра.

### Introduction.

One of the achievements of recent decades is the use of synthetic macrocyclic compounds (Crown esters and cryptands) and their acyclic analogues (podants) as a

complex inhibitor for cation, anion and neutral low molecular weight substances, which is of great interest from a scientific and practical point of view. Currently, many new macrocyclic compounds have been synthesized, and the scope of their application is also sharply increasing (Jonathan 2022; Zhaozhao 2022).

Sorbents based on thia-crown ethers are used to extract heavy metals from radioactive waste solutions and to purification of aqueous solutions from metal ions  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  etc. They are also used for selective removal of strontium from solutions of radioactive waste and spent nuclear fuel, for radiochemical analysis (determination of strontium in water, soil and biological materials), for separation of strontium and yttrium isotopes (Gromov, 2020).

The structure of complexes of metal ions with crown compounds is unique: metal ions enter the internal cavities of ligand molecules, the selectivity of complex formation in the first approximation is determined by the correspondence between the size of the metal cation and the size of the cavity. The study of these complexes made it possible to formulate the concept of relatively weak multicenter interactions, which contributed to the development of receptor-substrate interaction patterns developed in supramolecular chemistry (Steed, 2022).

The use of polymeric sorbents containing macrocyclic compounds and their open-chain analogs for separation and preconcentration is preferable in some cases to extraction for a number of reasons. First, they are easier to recycle and recover for reuse, second, crown-containing sorbents are cheaper and less toxic than their monomeric counterparts, and third, the efficiency of analyte extraction by monomeric macrocyclic compounds is reduced in some cases due to their partial solubility in water. This problem can be partially solved by attaching Crown compounds to a suitable matrix (Yergozhin, et.al. 1994, Kurmanaliev, et.al. 1997; Yakshin, 1992).

Immobilization of macrocyclic compounds on a solid carrier surface can be accomplished by the following methods (Yergozhin, et.al. 1994):

- due to the formation of a chemical bond during the reaction between the functional groups of a Crown compound and the functional groups of an organic (polymer) or inorganic solid carrier.

- Crown impregnation of compounds into a solid porous carrier.

This method is quite simple, but its disadvantage is the lack of chemical bonding between the Crown compound and the solid carrier. As a result, macrocyclic compounds from the support surface can be washed off in the sorption system. Despite this disadvantage, porous carriers impregnated with less soluble compounds can be used in ion fission (Yakshin, 2010; Bezhin, 2017; Bezhin, 2015; Voloshina, 2014).

Among heteroatoms in macrocycles other than oxygen, which provide stable formation of complexes with heavy and transition metal ions, sulfur, whose atom is an electronic analog of oxygen, is of great importance. On the other hand, the presence of such heteroatoms in the ring structure of the molecule ensures the coincidence of donor atoms and atoms of metals and soft acids and bases in the macrocycle (Pearson's concept) (Yergozhin, et.al. 2005; Gromov, 2020; Tsarkova, 2014). Nevertheless, crown-complex polymers containing sulfur atoms in the ring are still not fully understood

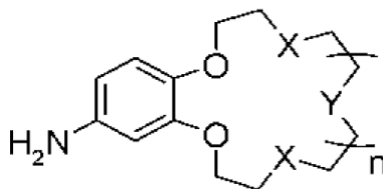


(Abramov, 2000; Volchkova, 2013). In view of these conditions, the search for new methods for the synthesis of polymeric thiacraun- ether compounds, the study of their physicochemical and complexing properties is currently one of the urgent problems.

The aim of this work is to synthesize new selective supramolecular sorbents containing thiacraun-ether group and to study their complexation properties towards silver ions.

### Experimental (Materials and methods)

Gel and macroporous chloromethylated copolymers of styrene and divinylbenzene (HMC, 8% divinylbenzene) containing 18.2% chlorine were used. Aminbenzothiackown-esters (Dmitrieva, et.al. 2007) were obtained using the method cited in the work:



here a – X = S, Y = O, n = 0

b – X = S, Y = O, n = 1

c – X = S, Y = O, n = 2

d – X = S, Y = O, n = 3

e – X = O, Y = S, n = 1

Silver nitrate was also used. To obtain high-water polymers having sorption ability and a certain degree of swelling, yellow copolymer of chloromethylated styrene and divinylbenzene (20 g) was placed in a three-necked flask equipped with a reflux condenser, a thermometer and a mechanical stirrer and dimethylformamide (10-15 ml) was added and stirred until the polymer swelled. After one hour, after swelling of the polymer, aminobenzo-5,11-dithia-15-crown-5 was added to the flask. This mixture in the flask was stirred at high speed for 6-8 hours at 90°C. e silver nitrate was used.

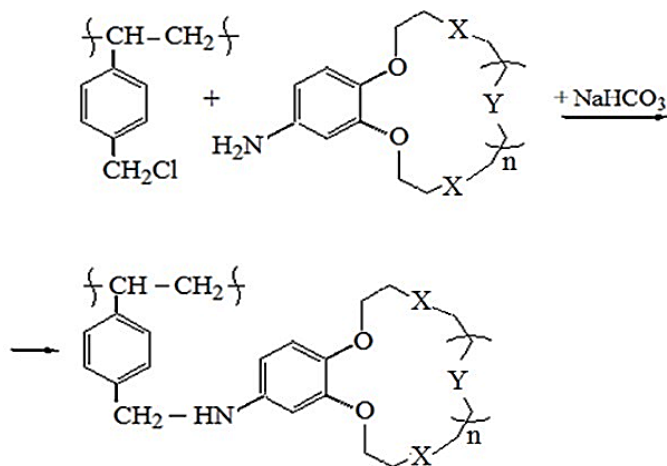
The reaction product was cooled to room temperature, filtered, washed with distilled water, and the resulting polycraun-ether compound was dried to a stable mass.

Chemically pure silver nitrate  $\text{AgNO}_3$  was used to prepare solutions of different concentrations. Samples of solutions of  $\text{Ag}^+$  cations with specific silver concentration from 0.1 to 2.0 mg/ml were prepared by dilution of silver nitrate solutions. Adsorption of  $\text{Ag}^+$  ions from the solutions was carried out in static mode at room temperature (Yergozhin, et.al. 2020). For this purpose, 1 g of adsorbent was taken and 50 ml of silver solution of known concentration of 0.1-2.0 mg/mL silver was added. The solutions were left for twenty-four hours for equilibration at a given temperature. During this time, exchange processes and sorption of silver ions in the sorbents took place between the solution and the sorbent. After 0.5, 1, 2 and 24 hours, the equilibrium concentration of silver in the solutions was determined.

The concentration of  $\text{Ag}^+$  ions in solutions was determined by the atomic adsorption process (30-35B, Perkin Elmer, USA). IR spectra are recorded on the Vector-22 Fourier spectrometer in KBr tablets.

### Results and discussion

Polymer crown ethers is a widely used method in the field of synthesis of esters, which is the immobilization of macrocyclic low molecular weight compounds into carrier polymers. To obtain polymers of this purpose, the reaction of the interaction of the gel and porous chloromethylated styrene and divinylbenzene copolymer (HMC) and the macrocyclic compound aminobenzo-5,11-dithia-15-crown-5 (ABDT15K5) was studied:



The properties of polymers immobilized by crown-ether functional groups will depend mainly on how much of these functional groups are included in the composition of polymers, i.e. the size. The degree of immobilization of the copolymer of the HMS by crown-ether functional groups will depend on several factors. The main factors are: the purity and relationships of monomers, the concentration of the solution, the temperature and time of the reaction, and the nature of the solvent. The reaction results are shown in Table 1, where a -  $X = S, Y = O, n = 0$ ; b -  $X = S, Y = O, n = 1$ ; c -  $X = S, Y = O, n = 2$ ; d -  $X = S, Y = O, n = 3$ ; e -  $X = O, Y = S, n = 1$ . Using different exposure factors, we were able to obtain sorbents with high exchange capacity. For sorbent composition b -  $X = S, Y = O, n = 1$ , the optimal conditions are as follows: transformation depth 91.2%, CAC 2.4 mmol/g,  $\text{Ag}^+$  ion sorption capacity 2.4 mmol/g.

Using various influencing factors, we managed to obtain sorbents with a high exchange capacity.

It should be noted that the obtained sorbents with the thiacaun ether group do not sorb alkali and alkali-earth metals.

The resulting sorbent structure was studied by IR spectroscopy. In the IR spectrum of the sorbent, the following oscillations are observed: at  $3448 \text{ cm}^{-1}$  – oscillation of the NH-group,  $\text{-C=O}$ -groups –  $1733 \text{ cm}^{-1}$ , bending oscillation of the NH-group –  $1641$

$\text{cm}^{-1}$ , tensile oscillation of the  $-\text{C}-\text{C}-$  bonds of the aromatic ring –  $1539 \text{ cm}^{-1}$ , bending oscillation  $-\text{C}-\text{C}-$  bonds in the aromatic ring -  $1075-1027 \text{ cm}^{-1}$  (in the plane of the aromatic ring) and  $914-693 \text{ cm}^{-1}$  (outside the plane of the aromatic ring).

Table 1. Results of immobilization of macrocycles in polymer carriers

Aminobenzothiacrown ether	Transformation depth, %	CAC, mmol / g	Sorption capacity on $\text{Ag}^+$ ions, mmol / g
a	92,1	2,5	1,8
b	91,2	2,4	2,4
c	90,8	2,0	1,6
d	89,0	1,8	1,4
e	92,0	2,4	1,0

The concentration of hydrogen ions (the effect of medium pH) in the liquid phase is one of the most important factors affecting the balance of the complex formation reaction of metal ions with sorbents. Sorption of  $\text{Ag}(\text{I})$  ions was carried out under static conditions of an aqueous medium, the changing parameter was only the acidity of the medium ( $\text{pH} = 3-8$ ). The same amount (50,000 mg) of sorbent was added to conical flasks of the same capacity and shape. The total volume of the liquid phase and the concentration of metal ions in each flask remained constant. according to the results of azhiribe, the degree of sorption passes through a maximum of around  $\text{pH} 6$ . This can be explained by the fact that when the  $\text{pH}$  is low, the adsorption of  $\text{Ag}(\text{I})$  ions is low. when the  $\text{pH}$  increases and reaches a value of 6, sorption sites will be available. Consequently, the adsorption of silver(I) ions increases. This suggests that the mechanism of sorption of  $\text{Ag}(\text{I})$  ions is strongly dependent on  $\text{pH}$ . A  $\text{pH}$  value of 6 was used as the optimum  $\text{pH}$  for further studies. Fig. 1 shows graphically the dependence of sorption capacity of the sorbent on  $\text{pH}$ .

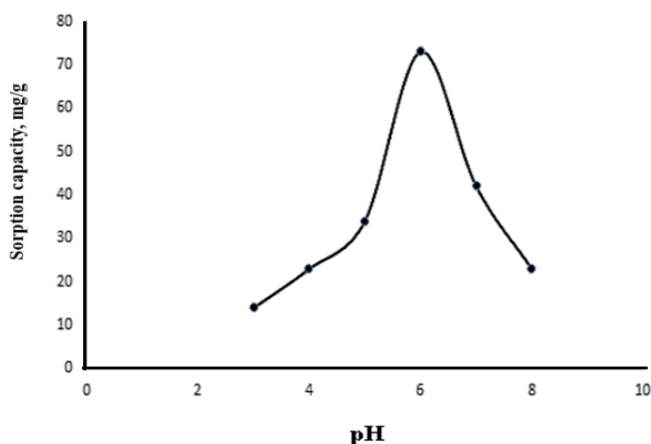


Figure – 1 Dependence of the sorbent's sorption capacity on the  $\text{pH}$  of the medium;  $m=30 \text{ mg}$ ,  $V=20 \text{ ml}$ ,  $S_{\text{ME}}=10^{-2} \text{ mol/l}$

The contact time of the sorbent and the liquid medium is an important indicator that affects the sorption and capacitance of metal ions. To study the effect of contact time, 50 mg of sorbent was added to 50 ml conical flasks. The total volume of the liquid phase was 20 ml. The results of the experiment showed that Ag(I) sorption increases over time. Full sorption of Ag(I) occurs in one hour under static conditions. Figure 2 graphically shows the dependence of the sorption capacity of the sorbent on the time of contact.

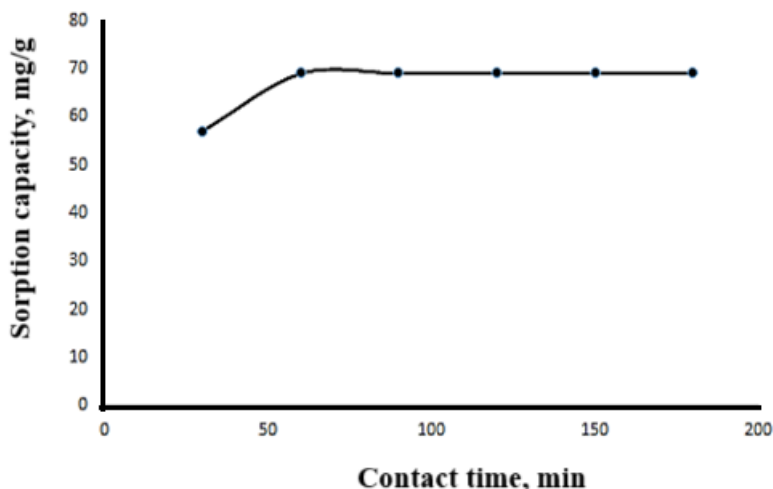


Figure – 2 Effect of contact time on sorption capacity;  $m=30$  mg,  $V=20$  ml,  $S_{ME} = 10^{-2}$  mol/l

The study of the kinetic characteristics of the sorbent was carried out at a temperature of 20°C in model solutions with an initial concentration of  $C_0 = 1$  mg/ml  $Ag^+$ .

The resulting kinetic curve has a classic type: with an increase in the process time, the residual concentration of silver in the solution decreases. The most noticeable decrease, corresponding to an effective course of adsorption, is observed in the first hour. The almost linear course of the kinetic curve in this section allows us to assume the first kinetic order of the process.

$$\frac{dC}{d\tau} = -k \cdot C$$

where  $C$  is the concentration of silver in the solution;  $k$  is the velocity constant ( $\text{min}^{-1}$ ).

The integration of this equation makes it possible to obtain a kinetic model of the adsorption of silver ions with a sulfur sorbent based on thiocraun-ether and calculate the velocity constant:

$$C = C_0 \cdot e^{-k\tau}$$

$$k = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_0}{C}$$

The first order of the reaction can correspond to the diffusion and kinetic zones of the process. However, given that the diffusion coefficients of most metal ions in aqueous solutions are at the level of  $10^{-4}$ - $10^{-5}$   $\text{cm}^2/\text{s}^{-1}$ , it can be assumed that the overall adsorption rate is limited. It is through the process of diffusion of mercury ions into the active centers of the sorbent. The high content of sulfur atoms in the sorbent ensures the rapid course of the adsorption action along the complex-coordination mechanism.

But the formation of such a complex requires a certain geometric correspondence between the location of sulfur atoms on the surface of a solid sorbent, which is not always possible. It was seen that in the case of coordination of silver with a smaller number of sulfur atoms, an effective complex is registered.

*The effect of the initial concentration of  $\text{Ag}^+$ .* To determine the amount of metal adsorbed by the solid phase, solutions were prepared in advance, the concentration of  $\text{Ag(I)}$  ions of which ranged from  $0.4 \cdot 10^{-3}$  to  $8.0 \cdot 10^{-3}$  mol/l. The results of the experiment showed that with an increase in the initial concentration of the metal, the amount of adsorbed  $\text{Ag(I)}$  ions increases, reaching a maximum of  $8.0 \cdot 10^{-3}$  mol/l. A further increase in the initial metal concentration does not result in a significant change in the amount of adsorbed  $\text{Ag(I)}$  ions. The estimated maximum adsorption capacity of the sorbent relative to the adsorbed  $\text{Ag(I)}$  ions was 240.8 mg/g. The dependence of the sorption capacity of the sorbent on the initial concentration of silver (I) ions is graphically shown in Figure 3.

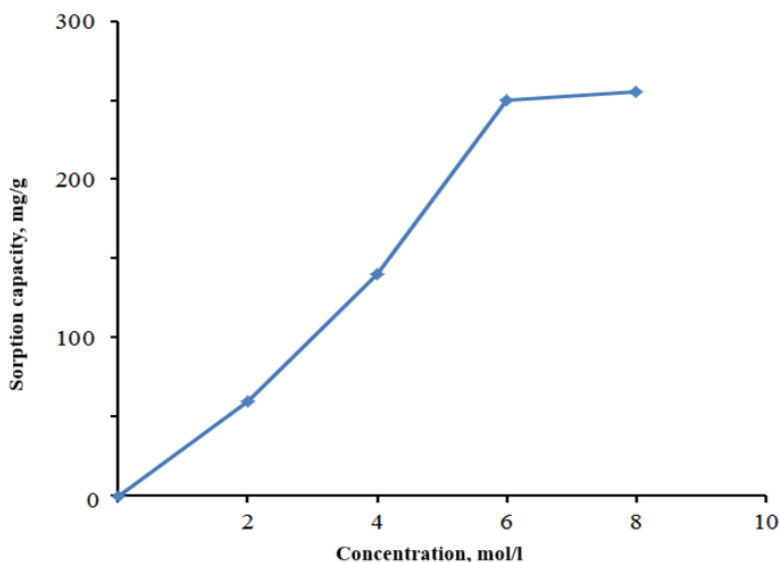


Figure – 3 Effect of the initial concentration of  $\text{Ag(I)}$  ions on the sorption capacity;  $m=30$  mg,  $V=20$  ml

The sorption capacity of the sorbent relative to  $\text{Ag(I)}$  ions was calculated using the following formula:

$$A=(C_0-C_\tau)\cdot V/m,$$

where  $C_0$ ,  $C_\tau$  – initial and equilibrium concentrations of metal ions, mmol/l;  $m$  - mass of sorbent, g;  $V$  – volume of salt solutions, l.

*Effect of ionic force.* The dependence of sorption capacity on the ionic strength of the solution was studied. Silver was sorbed from solutions containing 0.1-1.4 M KCl. The presence of KCl increased the adsorption capacity to the value  $\mu = 1.0$ . Further, there was a significant decrease in metal sorption from KCl solutions with a concentration of more than 1.0 M. All subsequent experiments were carried out in solutions with an ionic strength of 1.0 M.

*Desorption research.* The ability to regenerate and reuse macrocyclic sorbents depends on the nature of the functional groups and the stability of the complex formed in the sorbent phase. Sorbent samples were packed in conical flasks of the same capacity and shape. To obtain metal ions absorbed by the sorbent, mineral and organic acids  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  of different concentrations (0.5; 1.0; 1.5; 2.0 M) were used. The results of the experiment showed that a solution of 0.5 m  $\text{HNO}_3$  has the best elucidation properties in relation to silver (I) ions in the solid phase: the sorption capacity after desorption changed to a value of 42.75 mg/g. For comparison, the desorption of silver ions with a solution of  $\text{CH}_3\text{COOH}$  at the same concentration (0.5 M) was 8.44 mg/g.

## Conclusions

The synthesis of new selective sorbents containing thia-crown-ether group and their complexing properties towards silver ions have been studied. It is shown that the reaction of gel and porous chloromethylated copolymer of styrene and divinylbenzene (HMS) and aminobenzothiacraun-esters leads to polymers for this purpose. Gel- and macroporous chloromethylated copolymers of 18.2% chlorinated styrene and divinylbenzene (HMS, 8% divinylbenzene) immobilized by functional groups of crown ether. The composition of the high-ester crown-ether sorbent b - X = S, Y=O, n = 1: transformation depth 91.2 %, CAC 2.4 mmol/g, sorption capacity for  $\text{Ag}^+$  ions 2.4 mmol/g.

Thus, the ability of the proposed new polymeric sorbents to form complexes depends on the ratio of reagents, the nature of the silver-containing reagent, the size of the macrocycle, and the dentancy of the ligand determined by the amount of sulfur in the thiacaun ethers. The maximum sorption capacity was achieved with a 15-membered crown ether.

To study the sorption of silver(I) ions from aqueous solutions by a supramolecular sorbent containing a synthetic thiacaun-ether group, it was shown that the optimum pH value was 6 and the contact time was 60 min. With respect to silver (I) ions, the maximum sorption capacity of the sorbent reaches 240.8 mg/g.

## References

Bezhin N. A., Dovhyi I. I., Lyapunov A. Yu. (2017) Sorption of strontium by sorbents on the base of di-(*tert*-butylcyclohexano)-18-crown-6 with use of various diluents. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 311(1). 317-322.

- Bezhin N.A., Dovgiy I.I. (2015), Sorbents based on crown ethers: preparation and application for strontium extraction, *Usp. Chem.*, 84:12 1279-1293; *Russian Chem. Reviews*, 84:12 (2015), 1279-1293
- Dmitrieva S.N., Sidorenko N.I., Vedernikov A.I., Kuzmina L.G., Howard D.A., Buslaeva T.M., Gromov S.P. (2007). Synthesis of nitro- and amino derivatives of benzothiacrown ethers. *Isa. RAS, ser. Chem.* №5. 958-966.
- Ergozhin E.E., Kurmanaliev M.K. (2020) Fundamentals of ion exchange. *Almaty, Almanakh.* 275 c.
- Ergozhin E.E., Kurmanaliev M.K.. (1994) Polymers on the basis of crown compounds. *Almaty, "Fylym"*, 271c.
- Gromov V.F., Gerasimov G.N., Ikim M.I., Spiridonova E.Y., Trakhtenberg L.I. (2020) Sorption of metal ions from aqueous solutions by crown ethers. *Chem.physika*, Vol. 39, No. 5, pp. 59-65.
- Gromov V.F., Gerasimov G.N., Ikim M.I., Spiridonova E.Y., Trakhtenberg L.I. (2020), Sorbents based on crown ethers for purification of aqueous solutions from metal ions. *Chem.physika*, Vol. 39, No. 11, pp. 67-72.
- Jonathan W. Steed, Jerry L. Atwood. (2022). *Supramolecular Chemistry*, 3rd Edition. John Wiley & Sons. 1216 p.
- Kurmanaliev M.K., Ergozhin E.E., Kalmuratova A.A., Bizhanov F.B. (1992). New polyamides with dicyclohexylcrown-ether groups. *Dokl. of the USSR Academy of Sciences.* 323(6). 1108 -1111.
- Nitrogen and sulfur-containing polymeric crown ethers. *Izv. MES and NAS RK ser.chem.* (2005), №5, c.65-73
- Steed, J. W., & Atwood, J. L. (2022). *Supramolecular chemistry*. John Wiley & Sons.
- Supramolecular Polymers: From Synthesis to Self-Assembly.* *Macromol Rapid Commun.* (2022). Jul;43(14):e2100775. doi: 10.1002/marc.202100775.
- Tsarkova, M.S.; Zaitsev, S.Y.; Zaitsev, I.S.; Krutikov, A.A.; Shtyrin, V.G. (2014), Spectral studies of dithiacraun ether derivative in the presence of metal cations and modeling of their possible complexes. *Macroheterocycles*, 7(4), 380-385. DO I: 10.6060/mhc140509t
- Volchkova E.V., Mishchikhina E.A., Buslaeva T.M., Gromov S.P. (2013) Extraction of noble metals by macrocyclic compounds. *Moscow. MITHT Publishing House*, 112 p.
- Voloshina N.S., Kamalov G.S. (2014) Crown ethers immobilized on the surface of polymeric materials and silica. *Physicochemistry of surface and protection of materials.* vol. 50, no. 5, pp. 483-495
- Yakshin V.V., Vil'kova O.M., Tsarenko N.A., Tsivadze A.Yu. (2010) Metal extraction from nitric acid solutions by the macrocyclic endoreceptor dicyclohexyl-18-crown-6 immobilized in a polymer matrix. *Doklady Chemistry.* 430(2). 54-57.
- Yakshin, V.V.; Tsarenko, N.A.; Zhukova, N.G.; Laskorin, B.N. (1992) Methods for preparation of solid extractants based on crown ethers in polymer matrices. *Dokl. of the USSR Academy of Sciences.* 325(4). 748-750.
- Duan, Z., Xu, F., Huang, X., Qian, Y., Li, H., & Tian, W. (2022) Crown Ether-Based Supramolecular Polymers: From Synthesis to Self-Assembly. *Macromolecular Rapid Communications*, 43(14), 2100775.

## CONTENTS

### PHYSICS

- A. Bekeshev, A. Mostovoy, M. Akhmetova, L. Tastanova**  
RESEARCH ON THE PROPERTIES OF EPOXY COMPOSITE MATERIALS  
INCORPORATING MODIFIED MINERAL FILLERS.....5
- G. Yensebaeva, I. Makhambayeva, A.Seitmuratov, K. Kanibaikyzy,  
Z. Suleimenova**  
PROBLEMS ON THE PROPAGATION OF HARMONIC WAVES UNDER  
RHEOLOGICAL VISCOUS PROPERTIES OF A MATERIAL.....16
- A.A. Zhadyranova, V. Zhumabekova, U. Ismail, D. Nassirova**  
EXPLORING THE POTENTIAL OF YUKAWA USING THE FIZO EFFECT.....33
- A. Istlyaup, L. Myasnikova, A. Lushchik**  
COMPUTER SIMULATION OF THE DENSITY OF STATE NaX (X = F, Cl)  
NANOOBJECTS.....49
- G.T. Omarova, Zh.T. Omarova**  
TO THE ORBITAL DYNAMICS WITH VARIABLE ECCENTRICITY.....61
- A.V. Serebryanskiy, Ch.T. Omarov, G.K. Aimanova, M.A. Krugov**  
SPECTRAL OBSERVATIONS OF GEOSTATIONARY SATELLITES AT THE  
ASSY-TURGEN OBSERVATORY IN KAZAKHSTAN.....69
- A.K. Shongalova, A. Sailaubek, A.E. Kemelbekova**  
OBTAINING BULK CRYSTALS OF ANTIMONY OXYCHLORIDE AND  
STUDYING ITS STRUCTURAL CHARACTERISTICS.....82
- S.A. Shomshekova, L.K. Kondratyeva, I.M. Izmailova, C.T. Omarov**  
INFRARED OBSERVATIONS OF SYMBIOTIC STARS FROM A CISLUNAR  
ORBIT: OBJECTIVES AND PROSPECTS.....90

### CHEMISTRY

- A. Abdullin, ©N. Zhanikulov, B. Taimasov, E. Potapova**  
INVESTIGATION OF CHEMICAL RESISTANCE OF ZINC-PHOSPHATE  
CEMENT UNDER INFLUENCE OF AGGRESSIVE ENVIRONMENTS.....103
- G. Baisalova, Zh. Tukhmetova, B. Torsykbayeva, A. Shukirbekova, Zh. Ussen**  
CHEMICAL CONSTITUENTS OF HEXANE EXTRACT OF LYTHRUM  
SALICARIA L. ROOTS.....115



- N. Bolatkyzy, A.B. Amangeldi, B.E. Dyusebaev, G.E. Berganayeva, M.A. Dyusebaeva**  
STUDY OF AMINO ACIDS AND FATTY ACIDS IN THE COMPOSITION OF THE AERIAL PART OF RUBUS HYBRID.....125
- A.A. Duisenbay, E.K. Assembayeva, M.O. Kozhakhliyeva, D.E. Nurmukhanbetova, A.Zh. Bozhbanov**  
PHYSICOCHEMICAL INDICATORS AND SAFETY OF SOURDOUGH BREAD.....135
- T.K. Jumadilov, G.T. Dyussebayeva, Zh.S. Mukatayeva, J.V. Gražulevicius**  
INVESTIGATION OF ELECTROCHEMICAL AND CONFORMATIONAL PROPERTIES OF INTERPOLYMER SYSTEMS OF CATIONITE KU-2-8 AND ANIONITE P4VP.....146
- V.N. Kryuchkov, I.V. Volkova, A.V. Mozharova, L.K. Seidaliyeva, F.K. Nurbayeva, K.A. Jumasheva**  
MORPHOLOGY OF THE MESONEPHROS IN CARP UNDER EXPERIMENTAL INTOXICATION.....157
- M.K. Kurmanaliev, Zh.D. Alimkulova, Zh.E. Shaikhova, S.O. Abilkasova**  
NEW SORBENTS BASED ON TIACROWN ETHERS: PREPARATION AND APPLICATION FOR SILBER EXTRACTION.....168
- M.T. Telmanov, B.Kh. Khussain, A.Kh. Khussain, A.R. Brodskiy**  
CREATION OF DIGITAL TWINS, INCLUDING THE DECARBONISATION MODULE, IN MODELLING AND VISUALISATION OF FLUE GAS CLEANING SYSTEMS IN INDUSTRIAL PLANTS.....179

## МАЗМҰНЫ

### ФИЗИКА

**А. Бекешев, А. Мостовой, М. Ахметова, Л. Тастанова**  
ТҮРЛЕНДІРІЛГЕН МИНЕРАЛДЫ ТОЛТЫРҒЫШТАР ҚОСЫЛҒАН  
ЭПОКСИДТІК КОМПОЗИТТІК МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН  
ЗЕРТТЕУ.....5

**Г. Еңсебаева, И. Махамбаева, А. Сейтмұратов, Қ. Қанибайқызы, Ж. Сүлейменова,**  
МАТЕРИАЛДЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ТҮТҚЫРЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ НЕГІЗІНДЕ  
ГАРМОНИЯЛЫҚ ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУ ЕСЕБІ.....16

**А.А. Жадыранова, В. Жумабекова, У. Исмаил, Д. Насирова**  
ФИЗО ЭФФЕКТИСІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ЮКАВА ПОТЕНЦИАЛЫН  
ЗЕРТТЕУ.....33

**А. Истляуп, Л. Мясникова, А. Лущик**  
NaX (X = F, Cl) НАНООБЪЕКТІЛЕРІНІҢ КҮЙ ТЫҒЫЗДЫҒЫН  
КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....49

**Г.Т. Омарова, Ж.Т. Омарова**  
АЙНЫМАЛЫ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТІ БАР ОРБИТАЛЫҚ ДИНАМИКАҒА.....61

**А.В. Серебрянский, Ч.Т. Омаров, Г.К. Айманова, М.А. Кругов**  
ҚАЗАҚСТАНДА АССЫ-ТҮРГЕН ОБСЕРВАТОРИЯСЫНДА ГЕОТҰРАҚТЫ  
СЕРІКТЕРДІҢ СПЕКТРЛІК БАҚЫЛАУЛАРЫ.....69

**А.Қ. Шонғалова, А. Сайлаубек, А.Е. Кемелбекова**  
СУРЬМА ОКСИХЛОРИДІНІҢ КӨЛЕМДІ КРИСТАЛДАРЫН АЛУ ЖӘНЕ  
ОНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ЗЕРТТЕУ.....82

**С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.М. Измайлова, Ч.Т. Омаров**  
АЙҒА ЖАҚЫН ОРБИТАДАҒЫ СИМБИОТИКАЛЫҚ ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ  
ИНФРАҚЫЗЫЛ БАҚЫЛАУЛАРЫ: МІНДЕТТЕРІ МЕН БОЛАШАҒЫ.....90

### ХИМИЯ

**А. Абдуллин, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Е. Потапова**  
МЫРҒЫШ-ФОСФАТТЫ ЦЕМЕНТІНІҢ АГРЕССИВТІ ОРТАНЫҢ ӘСЕРІНЕ  
ХИМИЯЛЫҚ ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....103

**Ғ. Байсалова, Ж. Тухметова, Б. Торсыкбаева, А. Шукирбекова, Ж. Усен**  
*LYTHRUM SALICARIA L.* ТАМЫРЛАРЫНЫҢ ГЕКСАНДЫ СЫҒЫНДЫСЫНЫҢ  
ХИМИЯЛЫҚ КОМПОНЕНТТЕРІ.....115

- Н. Болатқызы, А.Б Амангелді, Б.Е Дюсебаев, Г.Е Берганаева,  
М.А Дюсебаева**  
*RUBUS HYBRID* ӨСІМДІГІНІҢ ЖЕР ҮСТІ БӨЛІГІНІҢ ҚҰРАМЫНАН АМИН  
ЖӘНЕ МАЙ ҚЫШҚЫЛДАРЫН ЗЕРТТЕУ.....125
- А.А. Дуйсенбай, Э.К. Асембаева, М.О. Кожახиева, Д.Е. Нурмуханбетова,  
А.Ж. Божбанов**  
ҰЙЫТҚЫ ҚОСЫЛҒАН НАННЫҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ КӨРСЕТКІШТЕРІ  
МЕН ҚАУІПСІЗДІГІ.....135
- Т.К. Джумадилов, Г.Т. Дюсембаева, Ж.С. Мукатаева, Ю.В. Гражулявичюс**  
КАТИОНИТ КУ-2-8 ЖӘНЕ АНИОНИТ П4ВП ИНТЕРПОЛИМЕРЛІК  
ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЭЛЕКТРОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ КОНФОРМАЦИЯЛЫҚ  
ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....146
- В.Н. Крючков, И.В. Волкова, А.В. Можарова, Л.К. Сейдалиева,  
Ф.К. Нурбаева, К.А. Джумашева**  
ЭКСПЕРИМЕНТТІК ИНТОКСИКАЦИЯ КЕЗІНДЕГІ ТҰҚЫ  
МЕЗОНЕФРОСЫНЫҢ МОРФОЛОГИЯСЫ.....157
- М.Қ. Құрманалиев, Ж.Д. Алимқұлова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Әбілқасова,**  
ТИАКРАУН-ЭФИРЛЕР НЕГІЗІНДЕГІ ЖАҢА СОРБЕНТТЕР: АЛУ ЖӘНЕ  
КҮМІСТІ БӨЛУ ҮШІН ҚОЛДАНУ.....168
- М.Т. Тельманов, Б.Х. Хусаин, А.Х. Хусаин, А.Р. Бродский**  
ЦИФРЛЫҚ ЕГІЗДЕРДІ ҚҰРУ, ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ МОДУЛІМЕН БІРГЕ  
ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДЫҢ ТҮТІН ГАЗДАРЫН ТАЗАРТУ  
ЖҮЙЕЛЕРІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛАУ.....179

## СОДЕРЖАНИЕ

### ФИЗИКА

**А. Бекешев, А. Мостовой, М. Ахметова, Л. Тастанова**  
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИТНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ С МОДИФИЦИРОВАННЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ  
НАПОЛНИТЕЛЯМИ.....5

**Г. Енсебаева, И. Махамбаева, А. Сейтмуратов, К. Канибайкызы,  
Ж. Сулейменова**  
ЗАДАЧИ О РАСПРОСТРАНЕНИИ ГАРМОНИЧЕСКИХ ВОЛН ПРИ  
РЕОЛОГИЧЕСКИХ ВЯЗКИХ СВОЙСТВАХ МАТЕРИАЛА.....16

**А.А. Жадыранова, В. Жумабекова, У. Исмаил, Д. Насирова**  
ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ЮКАВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФЕКТА  
ФИЗО.....33

**А. Истляуп, Л. Мясникова, А. Лущик**  
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ СОСТОЯНИЯ  
НАНООБЪЕКТОВ NaX (X = F, Cl).....49

**Г.Т. Омарова, Ж.Т. Омарова**  
К ОРБИТАЛЬНОЙ ДИНАМИКЕ С ПЕРЕМЕННЫМ  
ЭКЦЕНТРИСИТЕТОМ.....61

**А.В. Серебрянский, Ч.Т. Омаров, Г.К. Айманова, М.А. Кругов**  
СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ НА  
ОБСЕРВАТОРИИ АССЫ-ТУРГЕНЬ В КАЗАХСТАНЕ.....69

**С.А. Шомшекова, Л.Н. Кондратьева, И.М. Измайлова, Ч.Т. Омаров**  
ИНФРАКРАСНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ СИМБИОТИЧЕСКИХ ЗВЕЗД  
С ОКОЛОЛУННОЙ ОРБИТЫ: ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....82

**А.К. Шонгалова, А. Сайлаубек, А.Е. Кемелбекова**  
ПОЛУЧЕНИЕ ОБЪЕМНЫХ КРИСТАЛЛОВ ОКСИХОЛОРИДА СУРЬМЫ И  
ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК.....90

### ХИМИЯ

**А. Абдуллин, Н. Жаникулов, Б. Таймасов, Е. Потапова**  
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ЦИНК-ФОСФАТНОГО  
ЦЕМЕНТА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ АГРЕССИВНЫХ СРЕД.....103

- Г. Байсалова, Ж. Тухметова, Б. Торсыкбаева, А. Шукирбекова, Ж. Усен**  
ХИМИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ГЕКСАНОВОГО ЭКСТРАКТА КОРНЕЙ  
*LYTHRUM SALICARIA* L.....115
- Н. Болаткызы, А.Б Амангелди, Б.Е. Дюсебаев, Г.Е Берганаева,  
М.А Дюсебаева**  
ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТ И ЖИРНЫХ КИСЛОТ В  
СОСТАВЕ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *RUBUS HYBRID*.....125
- А.А. Дуйсенбай, Э.К. Асембаева, М.О. Кожахиева, Д.Е. Нурмуханбетова,  
А.Ж. Божбанов**  
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И БЕЗОПАСНОСТЬ ХЛЕБА  
С ЗАКВАСКОЙ.....135
- Т.К. Джумадилов, Г.Т. Дюсембаева, Ж.С. Мукатаева, Ю.В. Гражулявичюс**  
ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ И КОНФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ  
ИНТЕРПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ КАТИОНИТА КУ-2-8 И АНИОНИТА  
П4ВП.....146
- В.Н. Крючков, И.В. Волкова, А.В. Можарова, Л.К. Сейдалиева,  
Ф.К. Нурбаева, К.А. Джумашева**  
МОРФОЛОГИЯ МЕЗОНЕФРОСА КАРПА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ  
ИНТОКСИКАЦИИ.....157
- М.К. Курманалиев, Ж.Д. Алимкулова, Ж.Е. Шаихова, С.О. Абилкасова**  
НОВЫЕ СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ ТИАКРАУН-ЭФИРОВ: ПОЛУЧЕНИЕ И  
ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЕРЕБРА.....168
- М.Т. Телманов, Б.Х. Хусаин, А.Х. Хусаин, А.Р. Бродский**  
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ, ВКЛЮЧАЯ МОДУЛЬ  
ДЕКАРБОНИЗАЦИИ, ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ СИСТЕМ  
ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ПРЕДПРИЯТИЙ.....179

## **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 work described 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 originality detection service Cross Check <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)**

**ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)**

**<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>**

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

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 13.12.2024.

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

12,5 п.л. Тираж 300. Заказ 4.