

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ
АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN

SERIES
CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

1 (462)

JANUARY – MARCH 2025

PUBLISHED SINCE JANUARY 1947

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

Бас редактор:

ЖҰРЫНОВ Мұрат Жұрынулы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, РБҚ ҚР ҰҒА президенті, АҚ «Д.В. Сокольский атындағы Отын, катализ және электрохимия институтының» бас директоры (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакция алқасы:

ӘДЕКЕНОВ Серғазы Мыңжасарұлы (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «Фитохимия» Халықаралық ғылыми-өндірістік холдингінің директоры (Қарағанды, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (бас редактордың орынбасары), химия ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі, Жаңа материалдар химиясы институтының құрметті директоры (Минск, Беларусь) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

СТРНАД Мирослав, профессор, Чехия ғылым академиясының Эксперименттік ботаника институтының зертхана меңгерушісі (Оломоуц, Чехия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

БҮРКІТБАЕВ Мұхамбетқали, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

ХОХМАНН Джудит, Сегед университетінің Фармацевтика факультетінің Фармакогнозия кафедрасының меңгерушісі, Жаратылыстану ғылымдарының пәнаралық орталығының директоры (Сегед, Венгрия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

РОСС Самир, PhD, Миссисипи университетінің Өсімдік өнімдерін ғылыми зерттеу ұлттық орталығы, Фармация мектебінің профессоры (Окефорд, АҚШ) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, философия докторы (PhD, фармацевт), Реддинг университетінің профессоры (Реддинг, Англия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

ТЕЛТАЕВ Бағдат Бұрханбайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі (Алматы, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

ФАРУК Асана Дар, Хамдар аль-Маджида Шығыс медицина колледжінің профессоры, Хамдард университетінің Шығыс медицина факультеті (Карачи, Пәкістан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

ФАЗЫЛОВ Серік Драхметұлы, химия ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Органикалық синтез және көмір химиясы институты директорының ғылыми жұмыстар жөніндегі орынбасары (Қарағанды, Қазақстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробекқызы, химия ғылымдарының докторы, профессор, Қырғызстан ҰҒА академигі, ҚР ҰҒА Химия және химиялық технология институты (Бішкек, Қырғызстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, химия ғылымдарының докторы, профессор, Тәжікстан ҒА академигі, В.И. Никитин атындағы Химия институты (Душанбе, Тәжікстан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

ФАРЗАЛИЕВ Вағиф Меджидоглы, химия ғылымдарының докторы, профессор, АҰҒА академигі (Баку, Әзірбайжан) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

ГАРЕЛИК Хемда, философия докторы (PhD, химия), Халықаралық таза және қолданбалы химия одағының Химия және қоршаған орта бөлімінің президенті (Лондон, Англия) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы»

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Ақпарат агенттігінің мерзімді баспасөз басылымын, ақпарат агенттігін және желілік басылымды қайта есепке қою туралы ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі «Ақпарат комитеті» Республикалық мемлекеттік мекемесі **28.02.2025 ж.** берген №КЗ63ВРҮ00113743 Күәлік.

Тақырыптық бағыты: *химия және химиялық технология*

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

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

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы РҚБ, 2025

Главный редактор:

ЖУРИНОВ Мурат Журинович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, президент РОО Национальной академии наук Республики Казахстан, генеральный директор АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского» (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

Редакционная коллегия:

АДЕКЕНОВ Сергазы Мынжасарович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, директор Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

АГАБЕКОВ Владимир Енокович (заместитель главного редактора), доктор химических наук, профессор, академик НАН Беларуси, почетный директор Института химии новых материалов (Минск, Беларусь), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

СТРНАД Мирослав, профессор, заведующий лабораторией института Экспериментальной ботаники Чешской академии наук (Оломоуц, Чехия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

БУРКИТБАЕВ Мухамбеткали, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

ХОХМАНН Джудит, заведующий кафедрой Фармакогнозии Фармацевтического факультета Университета Сегеда, директор Междисциплинарного центра естественных наук (Сегед, Венгрия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

РОСС Самир, PhD, профессор Школы Фармации национального центра научных исследований растительных продуктов Университета Миссисипи (Оксфорд, США), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

ХУТОРЯНСКИЙ Виталий, доктор философии (Ph.D, фармацевт), профессор Университета Рединга (Рединг, Англия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

ТЕЛЬТАЕВ Багдат Бурханбайулы, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Министерство Индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

ФАРУК Ахсана Дар, профессор колледжа Восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет Восточной медицины университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

ФАЗЫЛОВ Серик Драхметович, доктор химических наук, профессор, академик НАН РК, заместитель директора по научной работе Института органического синтеза и углекислотной химии (Караганда, Казахстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ЖОРОБЕКОВА Шарипа Жоробековна, доктор химических наук, профессор, академик НАН Кыргызстана, Институт химии и химической технологии НАН КР (Бишкек, Кыргызстан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

ХАЛИКОВ Джурабай Халикович, доктор химических наук, профессор, академик АН Таджикистана, Институт химии имени В.И. Никитина АН РТ (Душанбе, Таджикистан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

ФАРЗАЛИЕВ Вагиф Меджид оглы, доктор химических наук, профессор, академик НАНА (Баку, Азербайджан), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

ГАРЕЛИК Хемда, доктор философии (Ph.D, химия), президент Отдела химии и окружающей среды Международного союза чистой и прикладной химии (Лондон, Англия), <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

«Известия НАН РК. Серия химии и технологии».

ISSN 2518-1491 (Online),

ISSN 2224-5286 (Print)

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

Свидетельство №КЗ63VPY00113743 о повторной регистрации периодического печатного издания информационного агентства, информационного агентства и сетевого издания, выданное Республиканским государственным учреждением «Комитет информации» Министерства культуры и информации Республики Казахстан 28.02.2025 г.

Тематическая направленность: *химия и химические технологии*

Периодичность: 4 раза в год.

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

© РОО Национальная академия наук Республики Казахстан, 2025

Editor in chief:

ZHURINOV Murat Zhurinovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, President of NAS RK RPA, general director of JSC "D.V. Sokolsky Institute of fuel, catalysis and electrochemistry (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602177960>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/2017489>

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) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006153118>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/48648658>

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) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004624845>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/28920574>

STRNAD Miroslav, head of the laboratory of the Institute of Experimental Botany of the Czech Academy of Sciences, professor (Olomouc, Czech Republic) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=36789185000>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/18379>

BURKITBAYEV Mukhambetkali, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8513885600>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/691218>

HOHMANN Judith, head of the department of pharmacognosy, faculty of Pharmacy, University of Szeged, director of the interdisciplinary center for Life sciences (Szeged, Hungary) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004457196>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/15630788>

ROSS Samir, Ph.D, professor, school of Pharmacy, National Center for scientific research of Herbal Products, University of Mississippi (Oxford, USA) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7401610128>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/47926269>

KHUTORYANSKY Vitaly, Ph.D, pharmacist, professor at the University of Reading (Reading, England) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=35606915700>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/221621>

TELTAYEV Bagdat Burkhanbayuly, doctor of technical sciences, professor, academician of NAS RK, Ministry of Industry and infrastructure development of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506225641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/72161>

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid college of Oriental medicine, faculty of Oriental medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55884056900>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1796996>

FAZYLOV Serik Drakhmetovich, doctor of chemistry, professor, academician of NAS RK, deputy director of the Institute of Organic Synthesis and Coal Chemistry (Karaganda, Kazakhstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6701472056>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/1541357>

ZHOROBEKOVA Sharipa Zhorobekovna, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Kyrgyzstan, Institute of Chemistry and chemical technology of NAS KR (Bishkek, Kyrgyzstan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602652060>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/31723468>

KHALIKOV Jurabay Khalikovich, doctor of chemistry, professor, academician of the Academy of Sciences of Tajikistan, V.I. Nikitin Institute of Chemistry AS RT (Tajikistan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603735641>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/9567106>

FARZALIEV Vagif Medzhid ogly, doctor of chemistry, professor, academician of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6601962486>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/21617033>

GARELIK Hemda, PhD in chemistry, president of the department of Chemistry and Environment of the International Union of Pure and Applied Chemistry (London, England) <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56010090400>, <https://www.webofscience.com/wos/author/record/29866743>

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.

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, 2025

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY
ISSN 2224–5286

Volume 1. Number 462 (2025), 157–169

<https://doi.org/10.32014/2025.2518-1491.274>

UDC: 541.49; 541.572.54; 547.458.5

**E.T. Talgatov¹, © A.A. Naizabaev^{1,2*}, A.M. Tynyshbay², A.S. Auezkhanova¹,
A.Z. Abilmagzhanov¹, 2025.**

¹ «D.V. Sokolsky Institute of fuel, catalysis and electrochemistry» JSC, Almaty,
Kazakhstan;

² «Kazakhstan-British Technical University» JSC, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: a.naizabayev@ifce.kz

INVESTIGATION OF COMPLEXATION OF RUTHENIUM (III) IONS WITH POLYMERS

Talgatov Eldar Talgatovich – PhD, associated professor, Head of the laboratory of Organic Catalysis, «D.V. Sokolsky Institute of fuel, catalysis and electrochemistry» JSC, Almaty, Kazakhstan, E-mail: e.talgatov@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8153-4765>;

Naizabaev Akzhol Armanovich – PhD student Kazakhstan-British Technical University JSC, Junior researcher of organic catalysis laboratory, «D.V. Sokolsky Institute of fuel, catalysis and electrochemistry» JSC, Almaty, Kazakhstan, E-mail: a.naizabayev@ifce.kz, <https://orcid.org/0009-0001-5317-9070>;

Tynyshbay Aknur Mukhtarkyzy – Master’s student Kazakhstan-British Technical University JSC, Almaty, Kazakhstan, E-mail: a_tynyshbay@kbtu.kz, <https://orcid.org/0009-0001-0489-4158>;

Auezkhanova Assemgul Seitkhanovna – Candidate of Chemical Sciences, associated professor. Head researcher of organic catalysis laboratory, «D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry» JSC, Almaty, Kazakhstan, E-mail: a.assemgul@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8999-2864>;

Abilmagzhanov Arlan Zainutallayevich – Candidate of Chemical Sciences. First Deputy General Director, «D.V. Sokolsky Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry» JSC, Almaty, Kazakhstan, E-mail: a.abilmagzhanov@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0003-2931-9640>.

Abstract. In the present work, the complexation of ruthenium (III) ions with soluble polymers such as polyacrylamide (PAM), polyacrylic acid (PAA), chitosan (Chit), and poly(4-vinylpyridine) (P4VP) was investigated to evaluate the possibility of designing polymer-modified ruthenium hydrogenation catalysts. The polymers were chosen due to the presence of nitrogen- and oxygen-containing functional groups capable of binding metal ions. In addition, these polymers are characterized by different solubility in water and ethanol, which are used as solvents in the hydrogenation process. The coordination parameters (binding and stability constants) of polymer-metal complexes (PMCs) were determined by measuring the equilibrium concentrations of ruthenium ions after PMC precipitation. The interaction of metal ions with functional groups of polymers was evaluated by IR spectroscopy. The results of studies of polymers and polymer-metal complexes on their basis by IR spectroscopy confirmed that the acetamide group of PAM (-CONH₂), carboxyl group of PAA (-COOH), amino group of chitosan (-NH₃⁺)

and pyridine group of P4VP participate in complexation. Meanwhile, chitosan and polyacrylic acid form complexes with ionic bonding type, acting as macro-cation and macro-anion, respectively. The stability of polymer-metal complexes was determined by the nature of interactions between ruthenium ions and polymer functional groups. Complexes with the ionic type of bonding (PAA-Ru, Chit-Ru) showed greater stability compared to complexes formed by donor-acceptor mechanism (PAM-Ru, P4VP-Ru). The stability constants ($\lg \beta_a > 4.6$) indicate the high ability of polymers to bind ruthenium ions, which makes these complexes promising for the development of polymer-modified ruthenium hydrogenation catalysts.

Keywords: polymer-metal complex, ruthenium catalysts, complexation, stability of the complex

**Э.Т. Талғатов¹, © А.А. Найзабаев^{1,2*}, А.М. Тынышбай², А.С. Аuezханова¹,
А.З. Абиьмагжанов¹, 2025.**

«Д.В.Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты»
АҚ, Алматы, Қазақстан;

² «Қазақстан-Британ техникалық университеті», Алматы, Қазақстан.
E-mail: a.naizabayev@ifce.kz

РУТЕНИЙ (III) ИОНДАРЫМЕН ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ КЕШЕН ТҮЗУІН ЗЕРТТЕУ

Талғатов Эльдар Талғатұлы – PhD доктор, қауым. профессор, Органикалық катализ зертханасының жетекшісі, «Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан, E-mail: e.talgatov@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8153-4765>;

Найзабаев Ақжол Арманович – Қазақстан-Британ техникалық университетінің Ph.D докторанты, Органикалық катализ зертханасының кіші ғылыми қызметкері, «Д.В.Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан, E-mail: a.naizabayev@ifce.kz, <https://orcid.org/0009-0001-5317-9070>;

Тынышбай Ақнұр Мұхтарқызы – Қазақстан-Британ техникалық университетінің магистранты, Алматы, Қазақстан, E-mail: a_tynyshbay@kbtu.kz, <https://orcid.org/0009-0001-0489-4158>;

Аuezханова Асемгуль Сейтхановна – Химия ғылымдарының кандидаты, қауым. Профессор, Органикалық катализ зертханасының үлкен ғылым қызметкері, «Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан, E-mail: a.assemgul@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8999-2864>;

Абиьмагжанов Арлан Зайнуталлаевич – Химия ғылымдарының кандидаты, Бас директордың бірінші орынбасары, «Д.В. Сокольский атындағы жанармай, катализ және электрохимия институты» АҚ, Алматы, Қазақстан, E-mail: a.abilmagzhanov@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0003-2931-9640>.

Аннотация: Бұл жұмыста рутений (III) иондарының полиакриламид (ПАА), полиакрил қышқылы (ПАҚ), хитозан (Хит) және поли(4-винилпиридин) (П4ВП) сияқты еритін полимерлермен кешен түзілуі полимер-модификацияланған гидрлеуге арналған рутений катализаторын жасау мүмкіндігін бағалау мақсатында зерттелді. Аталған полимерлерді таңдау олардың құрамындағы металл иондарын байланыстыра алатын азот және оттекті функционалдық топтардың болуымен байланысты. Сонымен қатар, бұл полимерлер гидрлеу процесінде қолданылатын еріткіштер – суда және этанолда ерігіштігімен ерекшеленеді. Полимер-

металл кешендерінің (ПМК) координациялық параметрлері (байланыстыру және тұрақтылық константалары) ПМК тұнбаға түсірілгеннен кейін рутений иондарының тепе-теңдік концентрацияларын өлшеу арқылы анықталды. Металл иондарының полимерлердің функционалды топтарымен әрекеттесуі ИҚ-спектроскопия көмегімен бағаланды. Полимерлерді және олардың негізіндегі полимер-металл кешендерін ИҚ-спектроскопиялық әдіспен зерттеу нәтижелері кешен түзуге полиакриламидтің ацетамидтік тобы ($-\text{CONH}_2$), полиакрил қышқылының карбоксил тобы ($-\text{COOH}$), хитозанның амин тобы ($-\text{NH}_3^+$) және поли(4-винилпиридин)-дегі пиридин тобы қатысатынын растады. Бұл жағдайда хитозан және полиакрил қышқылы сәйкесінше макро-катион және макроанион қызметін атқаратын иондық типті байланыстың кешендерін құрайды. Полимер-металл кешендерінің тұрақтылығы рутений иондары мен полимерлердің функционалды топтары арасындағы өзара әрекеттесу табиғатымен анықталды. Иондық байланыс арқылы байланысқан кешендер (ПАҚ-Ru, Хит-Ru) донорлық-акцепторлық механизм арқылы түзілген кешендерге қарағанда (ПАА-Ru, П4ВП-Ru) жоғары тұрақтылық көрсетті. Тұрақтылық константалары ($\lg\beta_a > 4,6$) полимерлердің рутений иондарымен байланысу қабілетінің жоғары екенін көрсетеді, бұл осы кешендерді гидрлеу және биомассаларды қайта өңдеу әдістерінде қолданылатын полимер-модификацияланған катализаторларды әзірлеу үшін тиімді етеді.

Түйін сөздер: полимер-металлдық кешен, рутений катализаторлары, кешен түзілуі, кешеннің тұрақтылығы.

Э.Т. Талгатов¹, © А.А. Найзабаев^{1,2*}, А.М. Тынышбай², А.С. Ауезханова¹,
А.З. Абильмагжанов¹, 2025.

¹АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского»,
Алматы, Казахстан;

²АО «Казахстанско-Британский технический университет», Алматы, Казахстан.
E-mail: a.naizabayev@ifce.kz

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ИОНОВ РУТЕНИЯ (III) С ПОЛИМЕРАМИ

Талгатов Эльдар Талгатович – PhD, ассоц. профессор, заведующий лабораторией органического катализа, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», Алматы, Казахстан, E-mail: e.talgatov@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8153-4765>;

Найзабаев Акжол Арманович – докторант PhD, АО «Казахстанско-Британский технический университет», младший научный сотрудник лаборатории органического катализа, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», Алматы, Казахстан, E-mail: a.naizabayev@ifce.kz, <https://orcid.org/0009-0001-5317-9070>;

Тынышбай Акнур Мухтарқызы – магистрант, АО «Казахстанско-Британский технический университет», Алматы, Казахстан, E-mail: a_tynyshbay@kbtu.kz, <https://orcid.org/0009-0001-0489-4158>;

Ауезханова Асемгуль Сейтхановна – кандидат химических наук, ассоц. профессор, в.н.с., АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», Алматы, Казахстан, E-mail: a.assemgul@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8999-2864>;

Абильмагжанов Арлан Зайнуталлаевич – кандидат химических наук, первый заместитель генерального директора, АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В. Сокольского», Алматы, Казахстан, E-mail: a.abilmagzhanov@ifce.kz, <https://orcid.org/0000-0003-2931-9640>.

Аннотация: В настоящей работе исследовано комплексообразование ионов рутения (III) с растворимыми полимерами, такими как полиакриламид (ПАА), полиакриловая кислота (ПАК), хитозан (Хит) и поли(4-винилпиридин) (П4ВП) с целью оценки возможности конструирования полимер-модифицированных рутениевых катализаторов гидрирования. Выбор полимеров обусловлен наличием в их составе азот- и кислородсодержащих функциональных групп, способных связывать ионы металла. Кроме того, эти полимеры характеризуются различной растворимостью в воде и этаноле, которые используются как растворители в процессе гидрирования. Координационные параметры (константы связывания и устойчивости) полимер-металлических комплексов (ПМК) определяли путем измерения равновесных концентрация ионов рутения после осаждения ПМК. Взаимодействие ионов металла с функциональными группами полимеров оценивали методом ИК-спектроскопии. Результаты исследований полимеров и полимер-металлических комплексов на их основе методом ИК-спектроскопии подтвердили, что в комплексообразовании участвуют ацетамидная группа ПАА ($-\text{CONH}_2$), карбоксильная группа ПАК ($-\text{COOH}$), амино группа хитозана ($-\text{NH}_3^+$) и пиридиновая группа П4ВП. При этом хитозан и полиакриловая кислота образуют комплексы с ионным типом связи, выступая в качестве макро-катиона и макро-аниона, соответственно. Устойчивость полимер-металлических комплексов была обусловлена природой взаимодействий между ионами рутения и функциональными группами полимеров. Комплексы с ионным типом связи (ПАК-Ru, Хит-Ru) продемонстрировали большую устойчивость по сравнению с комплексами, образованными по донорно-акцепторному механизму (ПАА-Ru, П4ВП-Ru). Константы устойчивости ($\lg\beta_a > 4,6$) свидетельствуют о высокой способности полимеров связывать ионы рутения, что делает эти комплексы перспективными для разработки полимер-модифицированных рутениевых катализаторов гидрирования.

Ключевые слова: полимер-металлический комплекс, рутениевые катализаторы, комплексообразование, устойчивость комплекса.

Финансирование: Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант №BR24992995).

Введение. В современном мире использование биомассы в качестве альтернативного источника химических реагентов является перспективным направлением. Одной из наиболее важных реакций для процесса переработки биомассы является гидрирование карбонильной группы (Wozniak, et al., 2019; Zheng, et al., 2023). Известно, что рутениевые катализаторы проявляют высокую активность и селективность в гидрировании альдегидов в спирты,

нитросоединений в амины, карбоновых соединений в спирты и др. (Brzezinska, et al., 2020; Dayan, et al., 2015; de Vries, et al., 2017). Поэтому в последнее время растёт число исследований, посвящённых созданию рутениевых катализаторов гидрирования с улучшенными свойствами (Akram, et al., 2023).

Среди них можно выделить работы по получению полимер-рутениевых катализаторов. В работе (Duraczynska, et al., 2010) была синтезирована серия композитов рутения с набухшей матрицей полимера FCN, содержащего диаминовые группы (Ru/FCN) с различной загрузкой рутения. Среди композитов катализатор 2% Ru/FCN, восстановленный NaBH_4 , продемонстрировал более высокую селективность в жидкофазном гидрировании ацетофенона (77%) по отношению к 1-фенилэтанолю по сравнению с обычным катализатором 2% Ru/ Al_2O_3 . Авторами (Park, et al., 2020) для процесса гидрирования левулиновой кислоты до γ -валеролактона был предложен рутениевый катализатор, в котором в качестве носителя используется сшитый пористый органический полимер на основе 2,6-бис(5-фенил-1Н-пиразол-3-ил)пиридина (3-bpp-POP) с тремя атомами азота в составе, которые образует с ионами рутения комплексы пицерного (клешневидного) типа. Преимуществом данного композита является прочность связывания рутения металла, что исключает его выщелачивание и не происходит разрушение структуры носителя, что подтверждено физико-химическими исследованиями и стабильностью при 5 циклах процесса. Таким образом, использование органических полимеров для конструирования рутениевых катализаторов с улучшенными свойствами является перспективным.

Исследование процесса комплексообразования ионов переходных металлов с органическими полимерными лигандами играет важную роль в конструировании и использования таких полимер-содержащих катализаторов. В частности, значение константы устойчивости полимер-металлического комплекса может отражать потенциальные возможности его повторного использования в каталитических процессах (вымывание активной фазы из катализатора) (Talgatov, et al., 2015).

В связи с этим, настоящая работа посвящена исследованию комплексообразования ионов рутения (III) с такими полимерами как хитозан (Хит), полиакриламид (ПАА), полиакриловая кислота (ПАК) и поли-4-винилпиридин (П4ВП). Выбор полимеров обусловлен наличием в их составе азот- и кислородсодержащих функциональных групп, способных связывать ионы металла. Кроме того, эти полимеры характеризуются различной растворимостью в воде и этаноле, которые используются как растворители в процессе гидрирования.

Материалы и методы исследования

Реактивы и материалы

Гидрат хлорида рутения (III) (99,9%, Ru 38%, Thermo scientific, США), хлорид калия (ЧДА), поли-4-винилпиридин (П4ВП, Mw = 65000, Sigma-Aldrich, США), полиакриловая кислота (ПАК, Mw = 450 000, Sigma-Aldrich, США), полиакриламид (ПАА, Mw = 500 000, Himedia, Индия), хитозан (Хит, степень деацетилирования - 85%, Mw = 250 000, Sigma-Aldrich, США).

Исследование комплексообразования ионов рутения (III) с полимерами

Состав и устойчивость полимер-металлических комплексов определяли по методике, описанной в работе (Haiyan, et al., 2011). Равновесие реакции комплексообразования выражали по следующей схеме:



где М представляет собой ион металла, L - лиганд (мономерное звено полимерной цепи), и ML_n - полученный комплекс.

Используя уравнение (1), получим выражения для расчета условной константы устойчивости комплекса (β_a) и количества полимерных лигандов, участвующих в образовании комплекса (n):

$$\beta_a = \frac{[ML_n]}{[M][L]^n} \quad (2)$$

и

$$n = \frac{[L]_{\text{связан.}}}{[M]_{\text{связан.}}} = \frac{[L]_0 - [L]}{[M]_0 - [M]}, \quad (3)$$

где [M] и [L] - равновесные концентрации иона металла и полимерного лиганда, соответственно, а индексы 0 и *связан.* обозначают исходные концентрации реагентов и концентрации реагентов, израсходованных на образование комплекса, соответственно.

Используя уравнение (3) выразим равновесную концентрацию лиганда:

$$[L] = [L]_0 - n\{[M]_0 - [M]\} \quad (4)$$

При условии полного осаждения комплекса из системы, равновесная концентрация комплекса $[ML_n]$ будет равна 1. Подставив значения равновесной концентрации комплекса, равной 1, и равновесной концентрации полимерного лиганда, выраженной через уравнение (4), в уравнение (2) получим следующее выражение с двумя неизвестными:

$$\beta_a = \frac{1}{[M]\{[L]_0 - n([M]_0 - [M])\}^n} \quad (5)$$

Или

$$\lg \beta_a = -\lg[M] \{[L]_0 - n[M]_{\text{связан.}}\}^n \quad (6)$$

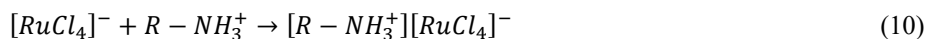
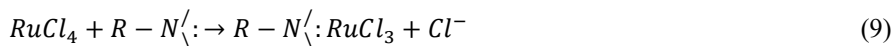
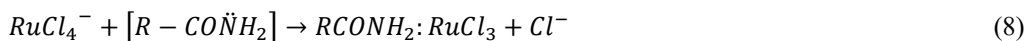
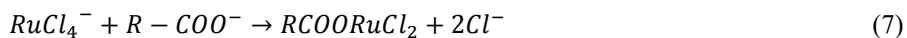
Зная значения исходных концентраций иона металла $[M]_{0i}$ и полимерного лиганда $[L]_{0i}$, и, определив равновесные концентрации иона металла $[M]_i$, получим серию кривых зависимости $\lg \beta_{ai} = f(n_i)$. Точка пересечения двух кривых является

решением уравнения с двумя неизвестными $\lg \beta_{ai}$ и n_i . Распределив кривые по парам, получим серию точек пересечения, представляющих собой ряд решений уравнения (6), с помощью которых получим средние значения n_i .

Методика определения состава и устойчивости комплексов рутения (III) с полимерами (ПАК, ПАА, Хит, П4ВП) включала смешивание растворов полимеров и соли металла ($K[RuCl_4]$), перемешивание полученных растворов в течение 3 часов для довершения реакции, осаждение полимер-металлического комплекса, измерение равновесных концентраций иона металла в растворе и построение серии кривых зависимости $\lg \beta_{ai} = f(n_i)$. Для получения серии кривых зависимости $\lg \beta_{ai} = f(n_i)$ смешивание растворов полимеров с $K[RuCl_4]$ осуществляли таким образом, чтобы получить растворы с различными исходными концентрациями полимерных лигандов (0,01-0,025 моль/л) и ионов металла (0,001-0,05 моль/л). Равновесные концентрации ионов металлов определяли на спектрофотометре СФ-2000 при длине волны $\lambda = 305,2$ нм, с использованием кварцевых кювет толщиной 1 см.

Взаимодействие ионов рутения (III) с функциональными группами полимеров оценивали методом ИК-спектроскопии. ИК-Фурье спектры образцов записывали в виде таблеток с KBr на ИК-спектрометре Nicolet iS5 (Thermo Scientific, США) в интервале частот 4000-400 cm^{-1} .

Результаты и обсуждение. При исследовании полимер-металлических комплексов рутения учитывалось химическое строение полимеров. Так, ионы рутения ($[RuCl_4]^-$) способны взаимодействовать с карбоксильной группой полиакриловой кислоты ($R-COO^-$) с образованием ковалентной связи (уравнение 7). Наличие ацетамидной группы в полиакриламиде ($R-CONH_2$) и азота пиридинового кольца в поли-4-винилпирридине (I) может обеспечить взаимодействие по донорно-акцепторному механизму (уравнения 8 и 9). В случае хитозана возможно образование комплексной соли (уравнения 10), где макрокатион хитозана (RNH_3^+), образующийся в результате растворения хитозана в кислой среде, взаимодействует с комплексными анионом рутения ($[RuCl_4]^-$) по типу ионной связи, находясь во внешней сфере комплекса.



Исследование взаимодействия между полимерами и ионами рутения (III) включало определение координационных параметров (состав и устойчивость) образующихся полимер-металлических комплексов (ПМК), и их последующую характеристику методом ИК-спектроскопии.

Согласно методике (Haiyan, et al., 2011) для определения координационных параметров ПМК необходимо провести измерение равновесных концентраций ионов металлов, при условии полного осаждения комплекса. В связи с этим перед измерением равновесных концентраций металла, комплексы осаждали ацетоном. В случае исследования комплексов на основе П4ВП осаждение проводили водой. Подставив полученные значения равновесных концентраций в уравнение 6 получили серию кривых зависимости $\lg \beta_{ai} = f(n_i)$, а также серию точек их пересечения (значения $\lg \beta_{ai}$ и n_i), на которых получим средние значения и для исследуемых комплексов.

Полученные средние значения условных констант связывания (β_{ai}) и устойчивости (β_{ai}) для комплексов ПАА-Ru, ПАК-Ru, Хит-Ru и П4ВП-Ru составили: $\beta_{ai} = 1,08 \pm 0,06$; $\beta_{ai} = 1,14 \pm 0,06$; $\beta_{ai} = 1,42 \pm 0,08$; $\beta_{ai} = 1,42 \pm 0,07$; $\beta_{ai} = 4,93 \pm 0,16$; $\beta_{ai} = 5,06 \pm 0,16$; $\beta_{ai} = 5,72 \pm 0,18$; $\beta_{ai} = 4,65 \pm 0,17$, соответственно (рисунок 1).

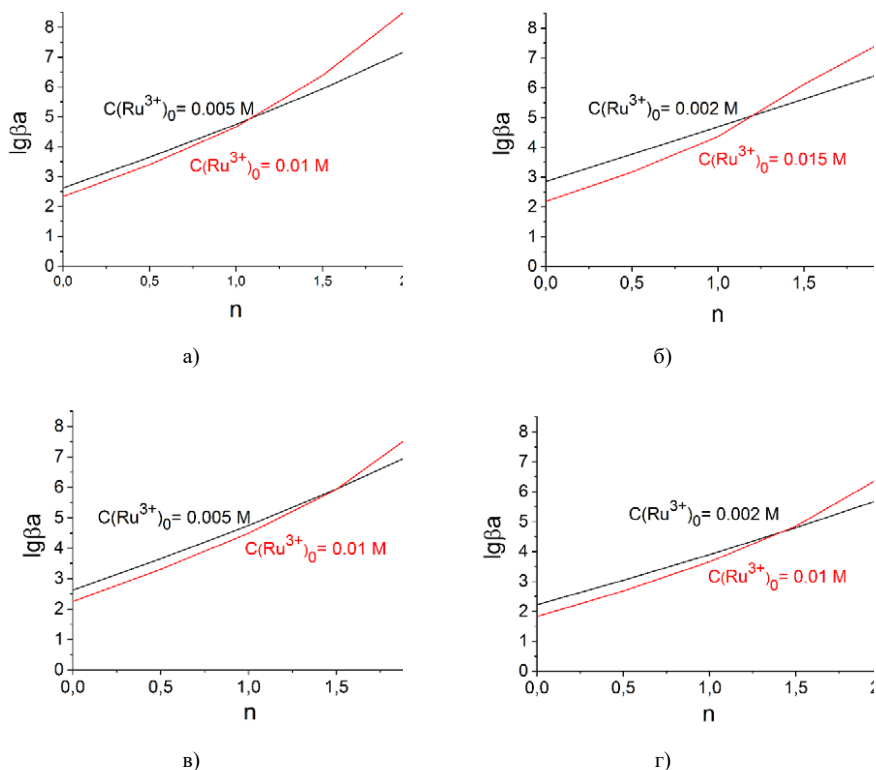


Рисунок 1. Зависимость между $\lg \beta_a$ и n при взаимодействии: (а) полиакриламида (0,01 М) с Ru^{3+} (0,005 и 0,01 М), (б) полиакриловой кислоты (0,015 М) с Ru^{3+} (0,002 и 0,015 М), (в) хитозана (0,01 М) с Ru^{3+} (0,005 и 0,01 М) и (г) поли-4-винилпиридина (0,025 М) с Ru^{3+} (0,002 и 0,01 М)

Значения констант связывания для полимер-металлических комплексов рутения (III) имели нецелые значения (таблица 1). Вероятно, координационная сфера металла не полностью насыщается донорными группами полимерного

лиганда из-за стерических затруднений при образовании ПМК: пространственной отдаленности функциональных групп друг от друга и ограниченной подвижностью цепей макромолекул.

Таблица 1 – Координационные параметры комплексов рутения (III) с полимерами

Полимер	Условная константа связывания (n)	Устойчивость комплекса ($\lg\beta_a$)
ПАА	$1,08 \pm 0,06$	$4,93 \pm 0,16$
ПАК	$1,14 \pm 0,06$	$5,06 \pm 0,16$
Хит	$1,42 \pm 0,08$	$5,72 \pm 0,18$
П4ВП	$1,42 \pm 0,07$	$4,65 \pm 0,17$

В зависимости от природы полимера ПМК рутения (III) по уменьшению устойчивости располагаются в следующий ряд: Хит-Ru > ПАК-Ru > ПАА-Ru > П4ВП-Ru (таблица 1). Комплекс Хит-Ru оказался наиболее устойчивым, что можно объяснить прочным связыванием комплексного аниона рутения ($[\text{RuCl}_4]^-$) протонированными аминогруппами хитозана по типу ионной связи (уравнение 10). Комплексы ПАА-Ru и П4ВП-Ru показали наименьшую устойчивость. Это можно объяснить тем, что комплексообразование в данных системах протекает по донорно-акцепторному механизму (уравнения 8 и 9). Комплекс ПАК-Ru оказался более устойчивым, чем ПАА-Ru и П4ВП-Ru, вероятно, из-за более прочного связывания ионов рутения карбоксильной группой полимера через образование ковалентной связи (уравнение 7).

Для подтверждения предполагаемых механизмов взаимодействия полимеров с ионами металлов полученные ПМК были исследованы с помощью ИК-спектроскопии. Для сравнения снимали ИК-спектры исходных полимеров. Данные ИК-спектров полимеров и ПМК на их основе представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Данные ИК спектров исследуемых образцов

Образец	Полосы поглощения функциональных групп полимеров				
	-CONH ₂ (ПАА)	-COOH, -COO ⁻ (ПАК)	-NH ₂ (Хит)	C-N, C=C (П4ВП)	
ПАА	1656 1630	-	-	-	
ПАА-Ru	1637 1602	-	-	-	
ПАК	-	1714	-	-	
ПАК-Ru	-	1714 1619 1527	-	-	
Хит	-	-	1660 1559	-	
Хит подкисл.	-	-	1637 1532	-	
Хит-Ru	-	-	1628 1517	-	

П4ВП	-	-	-	1600
				1562
				1495
				1419
П4ВП-Ru	-	-	-	1603
				1505
				1429

ПАА демонстрирует характеристические полосы при 1656 (C=O) и 1630 cm^{-1} (NH_2) (Gaabour, et al., 2017), принадлежащие ацетамидной группе (-CONH₂) полимера, которая способна взаимодействовать с ионами металла. Смещение полос поглощения групп -C=O и -NH в ИК-спектре ПАА-Ru по сравнению с теми же полосами в ПАА подтверждает формирование полимер-металлического комплекса по донорно-акцепторному механизму (таблица 2).

ИК-спектр ПАК демонстрирует характеристическую полосу поглощения при 1714 cm^{-1} , которая относится к валентным колебаниям карбоксильной группы (-COOH) полимера (Fahmy, et al., 2015). В то же время, в спектрах образца ПАК-Ru наблюдалось появление новых пиков в области 1500-1650 cm^{-1} , которые можно отнести к карбоксилат-иону (-COO⁻), характерного для солей полиакриловой кислоты (Cukrowicz, et al., 2021) (таблица 2). Таким образом, изменения, наблюдаемые в спектрах исследуемых образцов, указывают на наличие взаимодействий между -COOH группами ПАК с ионами рутения.

В ИК-спектре хитозана наблюдаются характеристические полосы при 1660 cm^{-1} и 1559 cm^{-1} , относящиеся валентным колебаниям C=O группы (амид I) и внутривибрационным деформационным колебаниям N-H группы (амид II), соответственно (Wang, et al., 2019). Растворение хитозана в разбавленном растворе HCl приводит к протонированию аминогрупп с образованием положительно заряженного водорастворимого катионного полиэлектролита, при этом полоса колебаний -NH-групп при 1559 cm^{-1} смещается в сторону более низких частот. Дальнейшее смещение полос поглощения C=O и N-H групп хитозана, свидетельствует о взаимодействии положительно заряженных протонированных аминогрупп полимера (-NH₃⁺) с комплексными анионом металла ([RuCl₄]⁻) по типу ионной связи (таблица 2).

В спектре П4ВП обнаружены характерные полосы колебания пиридинового кольца (C=C, C-N) при 1600, 1562, 1495, 1419 cm^{-1} (Mavronasou, et al., 2022). Смещение полос поглощения C-N (с 1600 cm^{-1} до 1603 cm^{-1}) и C=C (с 1495 cm^{-1} до 1505 cm^{-1}) указывают на координационное взаимодействие пиридиновой группы П4ВП с ионами металла и образование полимер-металлического комплекса (таблица 2).

Заключение. Таким образом, исследование комплексообразования ионов рутения с азот- и кислородсодержащими полимерами (ПАА, ПАК, П4ВП, Хит) показало, что координационная сфера металлов не полностью насыщается донорными группами полимерных лигандов. Данная особенность объясняется влиянием стерических затруднений при образовании ПМК:

пространственной отдаленности функциональных групп полимеров друг от друга и ограниченной подвижностью цепей макромолекул. Результаты исследований полимеров и полимер-металлических комплексов на их основе методом ИК-спектроскопии подтвердили, что в комплексообразовании участвуют ацетамидная группа ПАА ($-\text{CONH}_2$), карбоксильная группа ПАК ($-\text{COOH}$), амино группа хитозана ($-\text{NH}_3^+$) и пиридиновая группа П4ВП. При этом хитозан и полиакриловая кислота образуют комплексы с ионным типом связи, выступая в качестве макрокатиона и макро-аниона, соответственно. Устойчивость комплексов зависит от природы взаимодействия ионов металлов с функциональными группами полимеров. Полимер-металлические комплексы с ионным типом связи (ПАК-Ru, Хит-Ru) продемонстрировали большую устойчивость по сравнению с комплексами, образованными по донорно-акцепторному механизму (ПАА-Ru, П4ВП-Ru). Значения констант устойчивости ПМК ($\lg \beta_a$ 4,6) свидетельствуют о том, что все выбранные полимеры обладают достаточно хорошей способностью связывать ионы рутения, и, соответственно, могут быть использованы в конструировании полимер-модифицированных катализаторов. Полимер-модифицированные катализаторы с ионами рутения представляют собой перспективное направление в современной каталитической химии. Их применение охватывает широкий спектр отраслей, включая органический синтез, нефтехимию, водородную энергетику, экологические технологии и фармацевтическую промышленность.

Литература

- Akram M., Bhutto S.U.A., Aftab S., Wang F., Xu X., Xia M. (2023) Ruthenium based with carbon supported catalysts for the catalytic transfer hydrogenation of furfural: A review. *Nano Energy*. V.117. P.108808. DOI: 10.1016/j.nanoen.2023.108808
- Brzezinska M., Niemeier J., Louven Y., Keller N., Palkovits R., Ruppert A.M. (2020) TiO₂ supported Ru catalysts for the hydrogenation of succinic acid: influence of the support. *Catalysis Science & Technology*. V.10. P. 6860-6869. DOI: 10.1039/D0CY01446J
- Cukrowicz S., Sitarz M., Kornaus K., Kaczmarska K., Bobrowski A., Gubernat A., Grabowska B. (2021) Organobentonites Modified with Poly(Acrylic Acid) and Its Sodium Salt for Foundry Applications. *Materials*. V.14. P.1947. DOI: 10.3390/ma14081947
- Dayan S., Arslan F., Kalaycioglu Ozpazan N. (2015) Ru(II) impregnated Al₂O₃, Fe₃O₄, SiO₂ and N-coordinate ruthenium(II) arene complexes: Multifunctional catalysts in the hydrogenation of nitroarenes and the transfer hydrogenation of aryl ketone. *Applied Catalysis B: Environmental*. V.164. P.305-315. DOI: 10.1016/j.apcatb.2014.09.025
- de Vries J.G., Puylaert P., van Heck R., Fan Y., Spannenberg A., Baumann W., Beller M., Medlock J., Bonrath W., Lefort L., Hinze S. (2017) Selective hydrogenation of α,β -unsaturated aldehydes and ketones by air-stable Ruthenium NNS complexes. *Chemistry - A European Journal*. V.23. P.8473-8481. DOI: 10.1002/chem.201700806
- Duraczynska D., Drelinkiewicz A., Serwicka E. M., Rutkowska-Zbik D., Bielańska E., Socha R., Bukowska A., Bukowski W. (2010) Preparation and characterization of RuCl₃ - Diamine group functionalized polymer. *Reactive and Functional Polymers*. V.70(6). P.382-391. DOI: 10.1016/j.reactfunctpolym.2010.03.003
- Fahmy A., Eisa W.H., Yosef M., Hassan A., Hammad H. (2015) Electrosprayed of Polyacrylic Acid/Silver Nanocomposite Thin Films and its Antimicrobial Application. *Middle East Journal of Applied Sciences*. V.5. P.395-403. DOI: 10.1155/2016/7489536
- Gaabour L.H. (2017) Spectroscopic and thermal analysis of polyacrylamide/chitosan (PAM/CS) blend loaded by gold nanoparticles. *Results in Physics*. V.7. P.2153-2158. DOI: 10.1016/j.rinp.2017.06.027

Haiyan M., Yuguang L., Hong Y., Qiang L., Minghao R., Xubi G., Ying G., Yinfeng L. (2011) Determination of Coordination Parameters of Cd²⁺ and Zn²⁺ with Polyvinyl Alcohol and Chitosan. *Journal of Macromolecular Science, Part B: Physics*. V.50. P.132-143. DOI: 10.1080/00222341003648623

Mavronasou K., Zamboulis A., Klonos P., Kyritsis A., Bikiaris D.N., Papadakis R., Deligkiozi I. (2022) Poly(vinyl pyridine) and Its Quaternized Derivatives: Understanding Their Solvation and Solid State Properties. *Polymers*. V.14(4). P.804. DOI: 10.3390/polym14040804

Park K., Padmanaban S., Kim S.-H., Jung K.-D., Yoon S. (2020) NNN Pincer-functionalized Porous Organic Polymer Supported Ru(III) as a Heterogeneous Catalyst for Levulinic Acid Hydrogenation to γ -Valerolactone. *ChemCatChem*. V.13. P.695-703. DOI: 10.1002/cctc.202001376

Wang W., Xiao Z., Huang C., Zheng K., Luo Y., Dong Y., Shen Z., Li W., Qin C. (2019) Preparation of Modified Chitosan Microsphere-Supported Copper Catalysts for the Borylation of α,β -Unsaturated Compounds. *Polymers*. V.11(9). P.1417. DOI: 10.3390/polym11091417

Wozniak B., Tin S., & Vries J.G. de. (2019) Bio-based building blocks from 5-hydroxymethylfurfural via 1-hydroxyhexane-2,5-dione as Intermediate. *Chemical Science*. V.10. P.6024-6034. DOI: 10.1039/C9SC01309A

Zheng S., Wei Z., Wozniak B., Kallmeier F., Baráth E., Jiao H., Tin S., & de Vries J. G. (2023) Synthesis of valuable benzenoid aromatics from bioderived feedstock. *Nature Sustainability*. V.6. P.1436–1445. DOI: 10.1038/s41893-023-01190-w

Талғатов Ә.Т., Жармагамбетова А.К. (2015) Определение координационных параметров полисахаридных комплексов с ионами переходных металлов. *Известия Национальной академии наук Республики Казахстан*. V.6(414). С.10-16. URL: <http://nblib.library.kz>

References

Akram M., Bhutto S.U.A., Aftab S., Wang F., Xu X., Xia M. (2023) Ruthenium based with carbon supported catalysts for the catalytic transfer hydrogenation of furfural: A review. *Nano Energy*. V.117. P.108808. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2023.108808> (in Eng.).

Brzezinska M., Niemeier J., Louven Y., Keller N., Palkovits R., Ruppert A.M. (2020) TiO₂ supported Ru catalysts for the hydrogenation of succinic acid: influence of the support. *Catalysis Science & Technology*. V.10. P. 6860-6869. DOI: <https://doi.org/10.1039/D0CY01446J> (in Eng.).

Cukrowicz S., Sitarz M., Kornaus K., Kaczmarska K., Bobrowski A., Gubernat A., Grabowska B. (2021) Organobentonites Modified with Poly(Acrylic Acid) and Its Sodium Salt for Foundry Applications. *Materials*. V.14. P.1947. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14081947> (in Eng.).

Dayan S., Arslan F., Kalaycioglu Ozpozan N. (2015) Ru(II) impregnated Al₂O₃, Fe₃O₄, SiO₂ and N-coordinate ruthenium(II) arene complexes: Multifunctional catalysts in the hydrogenation of nitroarenes and the transfer hydrogenation of aryl ketone. *Applied Catalysis B: Environmental*. V.164. P.305-315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2014.09.025> (in Eng.).

de Vries J.G., Puylaert P., van Heck R., Fan Y., Spannenberg A., Baumann W., Beller M., Medlock J., Bonrath W., Lefort L., Hinze S. (2017) Selective hydrogenation of α,β -unsaturated aldehydes and ketones by air-stable Ruthenium NNS complexes. *Chemistry - A European Journal*. V.23. P.8473-8481. DOI: <https://doi.org/10.1002/chem.201700806> (in Eng.).

Duraczynska D., Drelinkiewicz A., Serwicka E.M., Rutkowska-Zbik D., Bielańska E., Socha R., Bukowska A., & Bukowski W. (2010) Preparation and characterization of RuCl₃ - Diamine group functionalized polymer. *Reactive and Functional Polymers*. V.70(6). P.382–391. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2010.03.003> (in Eng.).

Fahmy A., Eisa W.H., Yosef M., Hassan A., Hamad H. (2015) Electrosprayed of Polyacrylic Acid/Silver Nanocomposite Thin Films and its Antimicrobial Application. *Middle East Journal of Applied Sciences*. V.5. P.395-403. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/7489536> (in Eng.).

Gaamour, L.H. (2017) Spectroscopic and thermal analysis of polyacrylamide/chitosan (PAM/CS) blend loaded by gold nanoparticles. *Results in Physics*. V.7. P.2153-2158. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2017.06.027> (in Eng.).

Haiyan M., Yuguang L., Hong Y., Qiang L., Minghao R., Xubi G., Ying G., Yinfeng L. (2011) Determination of Coordination Parameters of Cd²⁺ and Zn²⁺ with Polyvinyl Alcohol and Chitosan. *Journal of Macromolecular*

Science, Part B: Physics. V.50. P.132-143. DOI: <https://doi.org/10.1080/00222341003648623> (in Eng.).

Mavronasou K., Zamboulis A., Klonos P., Kyritsis A., Bikiaris D.N., Papadakis R., Deligkiozi I. (2022) Poly(vinyl pyridine) and Its Quaternized Derivatives: Understanding Their Solvation and Solid State Properties. *Polymers*. V.14(4). P. 804. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym14040804> (in Eng.).

Park K., Padmanaban S., Kim S.-H., Jung K.-D., Yoon S. (2020) NNN Pincer-functionalized Porous Organic Polymer Supported Ru(III) as a Heterogeneous Catalyst for Levulinic Acid Hydrogenation to γ -Valerolactone. *ChemCatChem*. V.13. P.695-703. DOI: <https://doi.org/10.1002/cctc.202001376> (in Eng.).

Talgatov E.T., Zharmagambetova A.K. (2015) Opredelenie koordinatsionnikh parametrov polisakharidnikh kompleksov s ionami perekhodnikh metallov [Determination of coordination parameters of transition metal complexes with polysaccharides]. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*. V.6(414). P.10-16. URL: http://nblib.library.kz/elib/library.kz/Jurnal/%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%8F_06-2015/E.T.Talgatov06-15.pdf (in Russian).

Wang W., Xiao Z., Huang C., Zheng K., Luo Y., Dong Y., Shen Z., Li W., Qin C. (2019) Preparation of Modified Chitosan Microsphere-Supported Copper Catalysts for the Borylation of α,β -Unsaturated Compounds. *Polymers*. V.11(9). P.1417. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym11091417> (in Eng.).

Wozniak B., Tin S., & Vries J.G. de. (2019) Bio-based building blocks from 5-hydroxymethylfurfural via 1-hydroxyhexane-2,5-dione as Intermediate. *Chemical Science*. V.10. P.6024-6034. DOI: <https://doi.org/10.1039/C9SC01309A> (in Eng.).

Zheng S., Wei Z., Wozniak B., Kallmeier F., Baráth E., Jiao H., Tin S., & de Vries J. G. (2023) Synthesis of valuable benzenoid aromatics from bioderived feedstock. *Nature Sustainability*. V.6. P.1436–1445. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01190-w> (in Eng.).

CONTENTS

A.A. Anarbayev, B.N. Kabyzbekova, J.E. Khusanov, G. M. Ormanova INVESTIGATION OF THE PROCESS OF OBTAINING A COMPLEX PHOSPHOHUMATE MINERAL FERTILIZER.....	5
G.Zh. Baisalova, A.A. Zhanybekova, A.B. Shukirbekova, B.B. Torsykbaeva, Sh.K. Utzhanova QUANTITATIVE DETERMINATION OF FLAVONOIDS IN ULMUS PUMILA LEAVES BY SPECTROPHOTOMETRIC METHOD.....	21
N. Bektenov, G. Koszhanova QUANTUM-CHEMICAL MODEL CALCULATION REVIEW OF VERMICULITE AND ITS BASED MODIFIED SORBENT.....	33
G.M. Zhusipnazarova, R. Reshmy, A.S. Dardenbayeva, Zh.B. Mukazhanova, G.B. Aubakirova PRODUCTION AND STUDY OF PROPERTIES OF BIOLOGICAL COATINGS BASED ON CELLULOSE OBTAINED FROM BARLEY AND FLAX STEMS.....	43
M. Ibrayeva, E. Sagindykova, Zh. Mukazhanova ISOLATION OF IRIDOIDS FROM <i>VERBASCUM MARSCHALLIANUM</i>	57
L.K. Kazhygeldiyeva, B.Kh. Mussabayeva, A.N. Sabitova, L.K. Orazzhanova, A.S. Seitkan DETERMINATION OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FRUIT EXTRACTS FROM <i>HIPPOPHAE RHAMNOIDES</i> L. AND <i>CRATAEGUS SANGUINEA</i> L.	68
M.B. Kambatyrov, P.A. Abdurazova, U.B. Nazarbek, Y.B. Raiymbekov FTIR SPECTROSCOPIC STUDY OF HUMIC ACIDS PRECIPITATION.....	79
N.B. Kassenova, R. Sh. Erkassov, N.N. Nurmukhanbetova, S.K. Makhanova, G.K. Bekishova THE INVESTIGATION OF SPIN-CROSSOVER IN TETRANUCLEAR IRON (II) COMPLEXES BY MAGNETIC MEASUREMENTS.....	94
B.K. Massalimova, A.S. Dardenbayeva, Zh. Mukazhanova, K.A. Shorayeva, N.V. Ostafeychuk DEVELOPMENT AND STUDY OF CATALYSTS FOR DEHYDROGENATION OF SATURATED HYDROCARBONS TO OLEFINS.....	104

D.N. Makhayeva, Sh. Zhetesbayeva, G.S. Irmukhametova, Z.A. Kenessova PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF POLYMER FILMS BASED ON IODINE COMPLEXED WITH POLY(2-ETHYL-2-OXAZOLINE).....	121
N. Merkhataly, S.B. Abeuova, S.K. Zhokizhanova, A. Sviderskiy, S.A. Kairoldin INCLUSION OF AZULENE INTO THE BACKBONE OF CONJUGATED OLIGOMERS: IMPROVEMENT OF PROTON SENSITIVITY AND ELECTRONIC ABSORPTION.....	133
A.N. Nurlybayeva, A.E. Tulegen, K.B. Bulekbayeva, D.A. Kulbayeva, G.K. Matniyazova DETERMINATION OF COAGULATION THRESHOLDS OF MOLYBDENUM-VANADIUM BLUE SOLS.....	144
E.T. Talgatov, A.A. Naizabaev, A.M. Tynyshbay, A.S. Auezkhanova, A.Z. Abilmagzhanov INVESTIGATION OF COMPLEXATION OF RUTHENIUM (III) IONS WITH POLYMERS.....	157
A.A. Tolepbergen, U. Amzeyeva, Ye. Shybyray, A. Baiseitova, J. Jenis PHYTOCHEMICAL PROFILE OF UNDERGROUND PART OF CICHORIUM INTUBYS L.	170
T.S. Khosnutdinova, A.O. Sapieva, N.A. Sultanova, Sh.A. Madieva DEVELOPMENT OF A METHOD FOR OBTAINING A FLAVONOID COMPLEX FROM THE AERIAL PART OF <i>FERULA SONGARICA</i> PALL. EX SPRENG. WITH ANTIOXIDANT ACTIVITY.....	183
D.Y. Shoganbek, S.A. Tungatarova, D.Yu. Murzin, T.S. Baizhumanova, M. Zhumabek DRY REFORMING OF METHANE ON Co-La-Al AND Co-Ce-Al CATALYSTS PREPARED BY THE SCS METHOD.....	195

МАЗМҰНЫ

А.А. Анарбаев, Б.Н. Кабылбекова, Ж.Е. Хусанов, Г.М. Орманова КҮРДЕЛІ ФОСФОГУМАТТЫ МИНЕРАЛДЫ ТЫҢАЙТҚЫШ АЛУ ПРОЦЕССИН ЗЕРТТЕУ.....	5
Г.Ж. Байсалова, А.А. Жаныбекова, А.Б. Шукирбекова, Б.Б. Торсыкбаева, Ш.К. Утжанова <i>ULMUS PUMILA</i> ЖАПЫРАҚТАРЫНДАҒЫ ФЛАВОНОИДТАР МӨЛШЕРІН СПЕКТРОФОТОМЕТРЛІК ӘДІСПЕН АНЫҚТАУ.....	21
Н. Бектенов, Г. Қосжанова ВЕРМИКУЛИТ ЖӘНЕ ОНЫҢ НЕГІЗІНДЕ МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН СОРБЕНТТІҢ КВАНТТЫ-ХИМИЯЛЫҚ МОДЕЛІН ЕСЕПТЕУГЕ ШОЛУ.....	33
Г.М. Жусипназарова, Р. Решми, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, Г.Б. Аубакирова. АРПА МЕН ЗЫҒЫР САБАҒЫНАН АЛЫНҒАН ЦЕЛЛЮЛОЗА НЕГІЗІНДЕГІ БИОЛОГИЯЛЫҚ ЖАБЫНДАРДЫҢ ДАЙЫНДАЛУЫ ЖӘНЕ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	43
М. Ибраева, Э. Сагиндыкова, Ж. Мукажанова <i>VERBASCUM MARSCHALLIANUM</i> -НАН ИРИДОИДТАРДЫ БӨЛУ.....	57
Л.К. Қажыгелдиева, Б.Х. Мұсабаева, А.Н. Сабитова, Л.К. Оразжанова, А.С. Сейтқан. <i>HIPPURHAE RHAMNOIDES</i> L. ЖӘНЕ <i>CRATAEGUS SANGUINEA</i> L. ӨСІМДІК ЖЕМІСТЕРІНІҢ ЭКСТРАКТТАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЖӘНЕ АНТИОКСИДАНТТЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН АНЫҚТАУ.....	68
М.Б. Камбатыров, П.А. Абдуразова, У.Б. Назарбек, Е.Б. Райымбеков ГУМИН ҚЫШҚЫЛДАРЫН ТҰНДЫРУ ҮРДІСІН ИҚ-СПЕКТРОСКОПИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	79
Н.Б. Касенова, Р.Ш. Еркасов, Н.Н. Нурмуханбетова, С.К. Маханова, Г.К. Бекишова МАГНИТТІК ӨЛШЕУЛЕР ӘДІСІМЕН ТЕМІРДІҢ (II) ТӨРТЯДРОЛЫ КЕШЕНДЕРІНДЕ СПИН-КРОССОВЕРДІ ЗЕРТТЕУ.....	94

- Б.К. Масалимова, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, К.А. Шораева, Н.В. Остафейчук**
КӨМІРСУТЕКТЕРДІ ОЛЕФИНДЕРГЕ ДЕГИДРЛЕУ ҮШІН
КАТАЛИЗАТОРЛАРДЫ ҚҰРУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ.....104
- Д.Н. Махаева, Ш. Жетесбаева, Ғ.С. Ирмухаметова, З.А. Кенесова**
ЙОДТЫҢ ПОЛИ(2-ЭТИЛ-2-ОКСАЗОЛИНМЕН) КЕШЕНІ НЕГІЗІНДЕ
ПОЛИМЕРЛІ ҮЛДІРЛЕРДІ АЛУ ЖӘНЕ СИПАТТАУ.....121
- Н. Мерхатұлы, С.Б. Абеуова, С.К. Жокижанова, А. Свидерский, С.А. Қайролдин**
ҚОСАРЛАНҒАНОЛИГОМЕРЛЕР НЕГІЗІНЕ АЗУЛЕНДІЕНГІЗУ: ПРОТОНҒА
СЕЗІМТАЛДЫҚ ПЕН ЭЛЕКТРОНДЫҚ СІңІРУ ДІЖАҚСАРТУ.....133
- А.Н. Нұрлыбаева, А.Е. Төлеген, Қ.Б. Бөлекбаева, Д.А. Құлбаева, Ғ.Қ. Матниязова**
МОЛИБДЕН-ВАНАДИЙ КӨК ҚОСЫЛЫСЫНЫҢ ҚОЙЫЛУ ШЕКТЕРІН
АНЫҚТАУ.....144
- Э.Т. Талғатов, А.А. Найзабаев, А.М. Тынышбай, А.С. Ауезханова, А.З. Абильмагжанов**
РУТЕНИЙ (III) ИОНДАРЫМЕН ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ КЕШЕН ТҮЗУІН
ЗЕРТТЕУ.....157
- А.А. Төлепберген, Ұ. Әмзеева, Е. Шыбырай, А. Байсеитова, Ж. Жеңіс**
SICHORIUM INTYBUS L. ӨСІМДІГІНІҢ ЖЕР АСТЫ БӨЛІГІНІҢ
ФИТОХИМИЯЛЫҚ ПРОФИЛІ.....170
- Т.С. Хоснутдинова, А.О. Сәпиева, Н.А. Сұлтанова, Ш.А. Мадиева**
АНТИОКСИДАНТТЫҚ БЕЛСЕНДІЛІККЕ ИЕ *FERULA SONGARICA* PALL. EX
SPRENG. ЖЕР ҮСТІ БӨЛІГІНЕН ФЛАВОНОИДТЫ КЕШЕНДІ АЛУ ӘДІСІН
ӘЗІРЛЕУ.....183
- Д.Е. Шоғанбек, С.А. Тунгатарова, Д.Ю. Мурзин, Т.С. Байжуманова, М. Жұмабек**
ЖТС ӘДІСІМЕН ДАЙЫНДАЛҒАН Co-La-Al ЖӘНЕ Co-Ce-Al
КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА МЕТАНДЫ ҚҰРҒАҚ РИФОРМАЛАУ.....194

СОДЕРЖАНИЕ

А.А. Анарбаев, Б.Н. Кабылбекова, Ж.Е. Хусанов, Г.М. Орманова ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ФОСФОГУМАТНОГО МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ.....	5
Г.Ж. Байсалова, А.А. Жаныбекова, А.Б. Шукирбекова, Б.Б. Торсыкбаева, Ш.К. Утжанова КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В ЛИСТЬЯХ ULMUS PUMILA СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ.....	21
Н. Бектенов, Г. Косжанова ОБЗОР КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАСЧЕТА ВЕРМИКУЛИТА И МОДИФИЦИРОВАННОГО СОРБЕНТА НА ЕГО ОСНОВЕ.....	33
Г.М. Жусипназарова, Р. Решми, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, Г.Б. Аубакирова СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ СТЕБЕЛЕЙ ЯЧМЕНЯ И ЛЬНА.....	43
М. Ибраева, Э. Сагиндыкова, Ж. Мукажанова ВЫДЕЛЕНИЕ ИРИДОИДОВ ИЗ VERBASCUM MARSCHALLIANUM.....	57
Л.К. Кажыгелдиева, Б.Х. Мусабаева, А.Н. Сабитова, Л.К. Оразжанова, А.С. Сейткан ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТОВ ПЛОДОВ РАСТЕНИЙ HIPPOPHAE RHAMNOIDES L. И CRATAEGUS SANGUINEA L	68
М.Б. Камбатыров, П.А. Абдуразова, У.Б. Назарбек, Е.Б. Райымбеков ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСАЖДЕНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ.....	79
Н.Б. Касенова, Р.Ш. Еркасов, Н.Н. Нурмуханбетова, С.К. Маханова, Г.К. Бекишова ИССЛЕДОВАНИЕ СПИН-КРОССОВЕРА В ТЕТРАЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСАХ ЖЕЛЕЗА (II) МЕТОДОМ МАГНИТНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	94

Б.К. Масалимова, А.С. Дарменбаева, Ж.Б. Мукажанова, К.А. Шораева, Н.В. Остафейчук РАЗРАБОТКА И ИЗУЧЕНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ДЕГИДРИРОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ ДО ОЛЕФИНОВ.....	104
Д.Н. Махаева, Ш. Жетесбаева, Г.С. Ирмухаметова, З.А. Кенесова ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИМЕРНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА ЙОДА С ПОЛИ (2-ЭТИЛ-2-ОКСАЗОЛИНОМ).....	121
Н. Мерхатулы, С.Б. Абеуова, С.К. Жокижанова, А. Свидерский, С.А. Кайролдин ВВЕДЕНИЕ АЗУЛЕНА В ОСНОВУ СОПРЯЖЕННЫХ ОЛИГОМЕРОВ: УЛУЧШЕНИЕ ПРОТОННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ЭЛЕКТРОННОГО ПОГЛОЩЕНИЯ.....	133
А.Н. Нурлыбаева, А.Е. Толеген, К.Б. Боекбаева, Д.А. Кульбаева, Г.К. Матниязова ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГОВ КОАГУЛЯЦИИ ЗОЛЕЙ МОЛИБДЕН-ВАНАДИЕВЫХ СИНЕЙ.....	144
Э.Т. Талгатов, А.А. Найзабаев, А.М. Тынышбай, А.С. Ауезханова, А.З. Абиьлмагжанов ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЯ ИОНОВ РУТЕНИЯ (III) С ПОЛИМЕРАМИ.....	157
А.А. Толепберген, У. Амзеева, Е. Шыбырай, А. Байсеитова, Ж. Женис ФИТОХИМИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ <i>CICHORIUM INTYBUS L.</i>	170
Т.С. Хоснутдинова, А.О. Сапиева, Н.А. Султанова, Ш.А. Мадиева РАЗРАБОТКА СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ФЛАВОНОИДНОГО КОМПЛЕКСА ИЗ НАДЗЕМНОЙ МАССЫ <i>FERULA SONGARICA PALL. EX SPRENG.</i> , ОБЛАДАЮЩЕГО АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТЬЮ.....	183
Д.Е. Шоганбек, С.А. Тунгатарова, Д.Ю. Мурзин, Т.С. Байжуманова, М. Жумабек СУХОЙ РИФОРМИНГ МЕТАНА НА КАТАЛИЗАТОРАХ CO-LA-AL И CO-SE-AL ПРИГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ СВС.....	194

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

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

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 26.03.2025.

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

13,5 п.л. Заказ 1.