

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

2024 • 3



«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 Тілекқабил 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, Корей 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 онтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

ЛЮКШИН Вячеслав Нотанович, 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-Маджида Хамдард университетінің шығыс медицина факультеті, Шығыс медицинасы колледжінің 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

КАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәліұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 7

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

QUEVEDO Nemando, 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)

Меніңктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № KZ93VPY00025418 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

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

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

ЛЮКШИН 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, акушерства 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

ЦЕЛЕТКИН Игорь Александрович, доктор медицинских наук, профессор Университета штата Монтана (США), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных 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 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 Қуантай Аьгазыевич, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 10

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

ЖУСУПОВ 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 Жабғаевич, 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 Rakhmetkazhi 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 3. Number 351 (2024), 122–136

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.302>

ӘОЖ (УДК) 541.64

ҒТАХР (МРНТИ) 31.25.15

**A.K. Toktabayeva^{1*}, R.K. Rakhmetullaeva¹, G.S. Irmukhamedova¹,
G.O. Rvaidarova², G.D. Issenova², 2024.**

¹ Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

² Kazakh Plant Protection and Quarantine Research Institute named after Zhazken

Zhiyembayev, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: Asel.Toktabayeva@gmail.com

STUDY OF THE PHYSIC-CHEMICAL PROPERTIES OF THERMOSENSITIVE COPOLYMERS BASED ON POLYETHYLENE GLYCOL

Toktabayeva Assel - Ph.D., Associate Professor, Department of Chemistry and Technology of Organic Substances, Natural Compounds and Polymers, Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: Asel.Toktabayeva@gmail.com, [http:// orcid.org/0000-0002-1313-8696](http://orcid.org/0000-0002-1313-8696);

Rakhmetullayeva Raikhan - Ph.D., Associate Professor, Department of Chemistry and Technology of Organic Substances, Natural Compounds and Polymers, Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: Raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com, [http:// orcid.org/0000-0003-1002-2046](http://orcid.org/0000-0003-1002-2046);

Irmukhametova Galya - Associate Professor, Department of Chemistry and Technology of Organic Substances, Natural Compounds and Polymers, Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: Galiya.Yrmukhametova@kaznu.edu.kz; galiya.irm@gmail.com, AF-1026-2019, 0000-0002-1264-7974, 22979722000

Rvaidarova Gulnissam Olakaevna - Head of the Laboratory of Pesticide Toxicology Kazakh Plant Protection and Quarantine Research Institute named after Zhazken Zhiyembayev, Almaty, Kazakhstan, E-mail: gulnissam@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4260-4411>;

Issenova Gulmira Dzhanybekovna - Head of the testing center for Phytosanitary laboratory analysis Kazakh Plant Protection and Quarantine Research Institute named after Zhazken Zhiyembayev, Almaty, Kazakhstan, E-mail: isenova-gulmira@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3608-3146>.

Abstract. Thermal polymer compounds were used in biotechnology in the quality of highly effective reagents from foreign sources, the availability of proteins and enzymes, in medicine for the development of medical products, as well as in electronics for reshuffle different environmental problems. In this regard, a large share is used in the study of physical and chemical properties of thermosetting polymers, their synthesis and modification of complex packaging with complementary macromolecules of specific types.

The copolymerization method can create a wide range of opportunities for obtaining thermosensitive polymers. The use of somonomers, which differ in their solubility in water, makes it possible to adjust the ratio of hydrophilic and hydrophobic joints in macros, the phase transition temperature in the polymer-cy system at wide intervals.

By the polycondensation method had received thermo sensitive polymers based on polyethylene glycol. Changes of optical density of copolymer depending on temperature have been investigated. Also, influences of ionic force have been investigated at a temperature on copolymers based on polyethylene glycol. As a result there proved that with increasing of ionic force concentration the thermo sensitive properties of copolymer increase. In order to prove formation of copolymer between polyethylene glycol and sebacic acid the IR spectrum was received. Received –COO- the carboxyl group proved polycondensation reaction passed. Following the results of work, properties of the formed copolymers give a chance to use it in chemical, biochemical and medical regions.

Keywords: Polyethylene glycol, sebacic acid, smart and thermo sensitive polymers, thermo sensitive copolymers.

**А.Қ. Тоқтабаева^{1*} Р.Қ. Рахметуллаева¹, Г.С. Ирмухаметова¹,
Г.О. Рвайдарова², Г.Д. Исенова²**

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

²Жазкен Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты, Алматы, Қазақстан.

E-mail: Asel.Toktabayeva@gmail.com

ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ НЕГІЗІНДЕГІ СОПОЛИМЕРДІҢ ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ

Тоқтабаева А.К. – х.ғ.к., әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, органикалық заттар, табиғи қосылыстар мен полимерлер химиясы және технологиясы кафедрасының доценті, Алматы, Қазақстан, E-mail: Asel.Toktabayeva@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-1313-8696>;

Рахметуллаева Р.К. – х.ғ.к., әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, органикалық заттар, табиғи қосылыстар мен полимерлер химиясы және технологиясы кафедрасының доценті, Алматы, Қазақстан, E-mail: Raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-1002-2046>;

Ирмухаметова Г.С. – әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің органикалық заттар, табиғи қосылыстар мен полимерлер химиясы және технологиясы кафедрасының доценті, Алматы, Қазақстан, E-mail: Galiya.Yrmuhametova@kaznu.edu.kz; galiya.irm@gmail.com, h-индекс 7, АҒ-1026-2019, 0000-0002-1264-7974, 22979722000;

Рвайдарова Г.О. – Жазкен Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының («Ж.Жиембаев атындағы ҚазӨҚЖКҒЗИ» ЖШС) пестицидтер токсикологиясы зертханасының меңгерушісі, Алматы қ., Қазақстан, E-mail: gulnisam@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4260-4411>;

Исенова Г.Д. – Жазкен Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институтының фитосанитарлық зертханалық талдау сынақ орталығының басшысы, Алматы, Қазақстан, E-mail: isenova-gulmira@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3608-3146>.

Аннотация. Термосезімтал полимерлі қосылыстар сыртқы орта әсеріне, төзімділігіне байланысты биотехнологияда жоғары эффективті реагент ретінде ақуыз бен ферменттерді байыту, медицинада дәрілік заттарды бөлу үшін, сонымен қатар электроникада әр түрлі экологиялық мәселелерді шешу үшін пайдаланылды. Осыған байланысты термосезімтал полимерлердің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу, оларды синтездеу және табиғаты бөлек комплементарлы макромолекулалармен комплекстүзу арқылы модификациялау үлкен сұранысқа ие болып отыр.

Сополимерлену әдісі термосезімтал полимерлерді алу барысына кең мүмкіндіктер жасай алады. Өздерінің судағы ерігіштіктері бойынша ерекшелігімен сомономерлерді қолдану макротізбектердегі гидрофильді және гидрофобты буындардың қатынасын, полимер-су жүйесіндегі фазалық ауысу температурасын кең аралықта реттеуге мүмкіндік жасайды.

Полиэтиленгликоль негізіндегі термосезімтал сополимер полиэтиленгликоль (ПЭГ) және себацин қышқылының (СҚ) поликонденсациясы әдісімен синтезделіп алынды. Алынған сополимердің турбидиметриялық титрлеу әдісімен әр түрлі температурада термосезімталдық қасиеттері зерттелінді. Сонымен қатар, полиэтиленгликоль негізіндегі сополимердің термосезімтал қасиетіне иондық күштің әсері зерттелінді. Нәтижесінде иондық күштің концентрация мөлшері өскен сайын, сополимердің термосезімталдық қасиетінің артатыны дәлелденді. Полиэтиленгликоль мен себацин қышқылының әрекеттесуінен алынған сополимердің құрылысын дәлелдеу мақсатында ИҚ-, ЯМР-спектрлері түсірілді. Алынған нәтижелер бойынша ПЭГ-СҚ сополимерінің түзілгені дәлелденді. Синтезделген ПЭГ-СҚ сополимерінің физика-химиялық қасиеттері химия, биохимия, медицина салаларында қолданылуына кең мүмкіндік беретіні анықталды.

Түйін сөздер: Полиэтиленгликоль, себацин қышқылы, ақылды, термосезімтал полимерлер, термосезімтал сополимерлер.

**А.К. Токтабаева^{1*}, Р.К. Рахметуллаева¹, Г.С. Ирмухаметова¹,
Г.О. Рвайдарова², Г.Д. Исенова²**

¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Казахстан;

²Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантин
растений имени Жазкена Жиембаева, Алматы, Казахстан.
E-mail: Asel.Toktabayeva@gmail.com

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ

Токтабаева А.К. – к.х.н., КазНУ им. аль-Фараби, доцент кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров, Алматы, Казахстан, E-mail: Asel.Toktabayeva@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-1313-8696>;

Рахметуллаева Р.К. – к.х.н., КазНУ им. аль-Фараби, доцент кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров, Алматы, Казахстан, E-mail: Raikhan.rakhmetullayeva@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0003-1002-2046>;

Ирмухаметова Г.С. – к.х.н., КазНУ им. аль-Фараби, доцент кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров, Алматы, Казахстан, E-mail: Galiya.Yrmuhametova@kaznu.edu.kz; galiya.irm@gmail.com
h-индекс 7, AF-1026-2019, 0000-0002-1264-7974, 22979722000;

Рвайдарова Г.О. – ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Жазкена Жиембаева» (ТОО «КазНИИЗиКР им. Ж. Жиембаева»), заведующий лабораторией токсикологии пестицидов, Алматы, Казахстан, E-mail: gulnisam@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4260-4411>;

Исенова Г.Д. – ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Жазкена Жиембаева» (ТОО «КазНИИЗиКР им. Ж. Жиембаева»), начальник испытательного центра фитосанитарного лабораторного анализа, Алматы, Казахстан, E-mail: isenova-gulmira@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3608-3146>

Аннотация. Термочувствительные полимерные соединения использовались в биотехнологии в качестве высокоэффективного реагента из-за воздействия внешней среды, устойчивости к обогащению белков и ферментов, в медицине для разделения лекарственных средств, а также в электронике для решения различных экологических проблем. В связи с этим большим спросом пользуются исследования физико-химических свойств термочувствительных полимеров, их синтез и модификация путем комплексообразования с комплементарными макромолекулами отдельной природы.

Сополимеризационный метод создает широкие возможности для получения термочувствительных полимеров. Благодаря своей растворимости в воде, сополимеры позволяют регулировать соотношение гидрофильных и гидрофобных сегментов в макромолекулах, а также управлять температурой фазового перехода в системе полимер-вода в широком диапазоне.

Методом поликонденсации были получены термочувствительные полимеры на основе полиэтиленгликоля. Были исследованы изменения оптической плотности сополимера в зависимости от температуры. Также, были исследованы влияния ионной силы при температуре на сополимеры на основе полиэтиленгликоля. В результате было доказано, что при повышении концентрации ионной силы термочувствительные свойства сополимера увеличиваются. Образование сополимера между полиэтиленгликолем и себациновой кислотой были доказаны ИК-, ЯМР-спектрами. Полученные результаты свидетельствуют об образовании сополимера между полиэтиленгликолем и себациновой кислотой. По исследуемым физико-химическим свойствам синтезированный сополимер ПЭГ-СК дают возможность использования в химической, биохимической и медицинской областях.

Ключевые слова: полиэтиленгликоль (ПЭГ), себациновая кислота (СК), умные, термочувствительные полимеры, термочувствительные сополимеры.

Кіріспе

Қазіргі кезде ғылым мен техниканың, технология мен медицинаның

түрлі салаларының қарқынды дамуы салдарынан полимерлі материалдарға қойылатын талаптар артуда. Осыған байланысты өндірістік жағдайда қолжетімді шикізаттан арнайы пайдалану шарттарына жауап беретін физика-химиялық қасиеттері бар полимерлі материалдар алу өзекті мәселе болып отыр. Бұл жағдайда температура әсерінен фазалық ауысуға қабілетті сызықты және торлы құрылымды термосезімтал полимерлер қызығушылық тудырып отырғаны белгілі (Azhkeyeva, 2017). Полимер термосезімтал қасиет көрсетуі үшін макромолекула дифильді болуы қажет, яғни бұл макротізбектегі гидрофильді және гидрофобты буындардың үйлесімдігінен жүзеге асады (Azhkeyeva, 2018). Бірқатар мамандардың айтуынша осындай стимулсезімтал полимерлердің негізінде өте бағалы физика-химиялық қасиеттерге ие комплекстер және көп функционалды материалдар алуға болады (Chilkoti, 2002).

Қазіргі таңда дифильді суда еритін, құрамында бір уақытта гидрофильді топтар және гидрофобты фрагменттері бар мономерлерді поликонденсация әдісімен алатын термосезімтал полимерлер аясы шектеулі. Осыған сәйкес өндірісте қол жетімді мономерлер негізінде жаңа термосезімтал полимерлер алу ғылыми, сондай-ақ практикалық жақтан маңызды мәселе болып келеді (Ford, 2000). Температураға байланысты өзгеріске ие полимерлі материалдар ғылым саласында аса үлкен қызығушылыққа ие. Құрамында гидрофобты және гидрофильді функционалдық топтары бар термосезімтал полимерлер маңызы зор (Galaev, 1993). Термосезімтал полимерлердің синтезі барысында критикалық температурасының және сыртқы орта факторларының әсерінен температурасының өзгеруі олардың әр түрлі жоғары технологияларда қолданылуына мүмкіндік береді (Karg M., 2008).

Термосезімтал полимерлі қосылыстар сыртқы орта әсеріне төзімділігіне байланысты биотехнологияда жоғары эффективті реагент ретінде ақуыз бен ферменттерді байыту, медицинада дәрілік заттарды бөлу және жақпа майдың қасиетін жақсарту үшін, сонымен қатар косметика және тағы да басқа ғылым салаларында пайдаланылады (W. Lv, 2011). Осыған байланысты термосезімтал полимерлердің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу, оларды синтездеу және табиғаты бөлек комплементарлы макромолекулалармен комплекс түзу арқылы модификациялау үлкен сұранысқа ие болып отыр (F. Wang, 2016; Juan Carlos Rueda, 2012). Сондықтан полиэтиленгликоль мен себацин қышқылы негізінде термосезімтал полимерлерді алу үлкен маңызға ие болып келеді. Қазіргі кезде термосезімтал полимерлерді қол жетімді мономерлерден синтездеп алып, олардың физика-химиялық қасиеттерін зерттеу және практикада оларды қолдану өзекті мәселелердің бірі болып табылады (Dimitrov, 2007).

Материалдар және негізгі әдістер

Бастапқы заттар мен еріткіштердің сипаттамасы:

Полиэтиленгликоль – этиленгликоль полимері, («Aldrich», Нидерландия) фирмасының өнімі, таза күйінде қолданылды. $T_{\text{тұтану}} = 455-560 \text{ К}$.

Себацин қышқылы – екі негізді карбон қышқылы, («Aldrich», Қытай) фирмасының өнімі, таза күйінде қолданылды. $T_{\text{балк.}} = 406-407 \text{ K}$, $T_{\text{кай.}} = 505 \text{ K}$.

Сополимердің синтезі:

Жұмыста полиэтиленгликоль мен себацин қышқылы негізінде термосезімтал сополимер поликонденсация әдісімен синтезделіп алынды. Синтез үш мойынды колбада азот газының үздіксіз беріліп тұруымен 175°C температурада жүргізілді. Синтез ұзақтығы 4 сағатқа созылды. Бастапқы мономер қоспасының (БМК) әр түрлі мольдік қатынасындағы [ПЭГ]:[СК] (60:40; 50:50 мол.%) сополимерлер синтезделді.

Зерттеулердің физика-химиялық әдістері:

ІК-спектроскопиялық әдіс. Сополимердің құрамындағы функционалды топтарды анықтау мақсатында полиэтиленгликоль негізіндегі термосезімтал сополимердің инфрақызыл спектрі Фурье-түрлендіргіші бар ATR/FTIR спектрометрінде («Spectrum Two IR Spectrometers», АҚШ) түсірілді. Барлық спектрлер бөлме температурасында $4000-800 \text{ см}^{-1}$ диапазонында алынған.

УК-спектроскопиялық әдіс. Алынған сополимерге температура, концентрация және иондық күштің әсерін зерттеу (UV-2401 PC Shimadzu, Жапония) қондырғысында өлшенді.

ЯМР-спектроскопиялық әдіс. Сополимердің сутек және көміртек санын анықтау мақсатында, үлгілер «Jeol» (Япония) компаниясының JNN-ECA 400 спектрометрінде түсірілді. Спектрометрдің жұмыс жиілігі ^1H и ^{13}C үшін сәйкесінше 400 және 100 МГц тең болады.

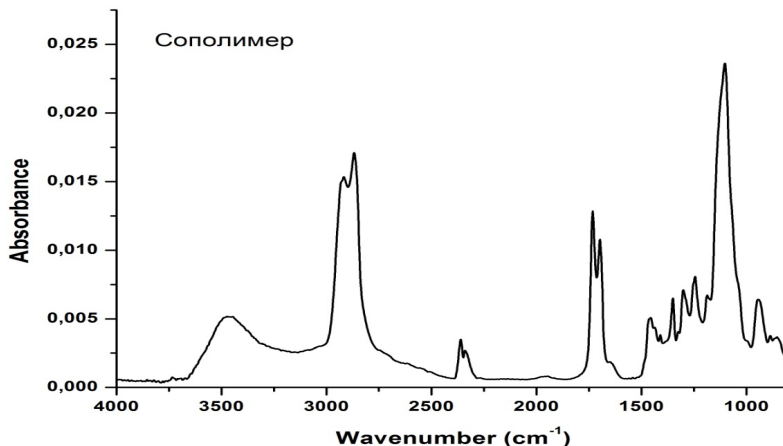
Нәтижелер

Температураға байланысты өзгеріске ие полимерлі материалдар ғылым саласында аса үлкен қызығушылыққа ие. Құрамында гидрофобты және гидрофильді функционалды топтары бар термосезімтал полимерлердің маңызы зор (S. Najebi, 2019; Qureshi M. A., 2019). Полярлы топтардың сутекті байланыс түзуі және спецификалық гидрофобты әрекеттесу арасындағы бәсекелестік қатынасы аталған полимерлердің сумен туыстығын анықтап береді. Гидрофобты әрекеттесу температураға тәуелді түрде жоғарылап отырады.

Бұл жұмыста поликонденсация әдісімен алғаш рет полиэтиленгликоль мен себацин қышқылы негізінде поликонденсация әдісімен термосезімтал сополимер алынды. Синтез үш мойынды колбада азот газының үздіксіз беріліп тұруымен 175°C температурада жүргізілді. Синтез ұзақтығы 4 сағатқа созылды. Жұмыста бастапқы мономер қоспасының (БМК) әр түрлі мольдік қатынасындағы [ПЭГ]:[СК] (60:40; 50:50 мол.%) сополимерлер синтезделді.

Полиэтиленгликоль мен себацин қышқылының әрекеттесуінен алынған сополимердің осы поликонденсация реакциясына түскенін дәлелдеу мақсатында инфра-қызыл спектрі Фурье-түрлендіргіші бар ATR/FTIR спектрометрінде түсірілді. Спектр бөлме температурасында $4000-800 \text{ см}^{-1}$ диапазонында алынған. 1-суретте көрсетілгендей, 3400 см^{-1} және 2900 см^{-1} шыңдары гидроксил тобының ассиметриялық валентті тербелістеріне сәйкес

келеді. Күрделі эфирдің валентті тербелістері $C=O$ тобы $1750-1700\text{ см}^{-1}$ және $C-O$ тобы $1275-1050\text{ см}^{-1}$ шыңдарында байқалады. Нәтижесінде алынған $-COO-$ күрделі эфир тобы полиэтиленгликоль мен себацин қышқылы негізінде поликонденсация реакциясының жүргенін дәлелдейді.



1-сурет. [ПЭГ]:[СК] сополимерінің ИК-спектрі

Сонымен қатар, ПЭГ-СК сополимерінің құрамын дәлелдеу мақсатында синтезделген сополимердің және мономерлердің ЯМР – спектрлері түсірілді. Үлгілер «Jeol» (Япония) компаниясының JNN-ECA 400 спектрометрінде түсірілді. Спектрометрдің жұмыс жиілігі 1H и ^{13}C үшін сәйкесінше 400 және 100 МГц тең болады. Түсірілім бөлме температурасында $DMCO-d_6$ еріткішінің қолданылуымен жүзеге асты. Қалдық протондар немесе дейтерирленген диметилсульфоксидтің көміртек атомдары сигналдарына қатысты химиялық ығысулар өлшенді.

Себацин қышқылының 2, а -суретте көрсетілгендей симметриялық молекулаларының ПМР спектрінде үш 1H сигналы байқалды. Химиялық ығысуы 1,20 м.ү. және интегралы 8H болатын синглет төрт орталық CH_2 –топтарға (H-6,7,8,9) жауап береді. H-5 және H-10 протондары 1,43 м.ү. жиілігінде кеңейтілген сигнал (4H) береді. Орталығы 2,14 м.ү. болатын триплет (4H) H-4,11 эквивалентіне сәйкес келеді. 2,45 және 3,32 м.ү. жиілігіндегі сигналдар еріткіш пен судың протондарын береді.

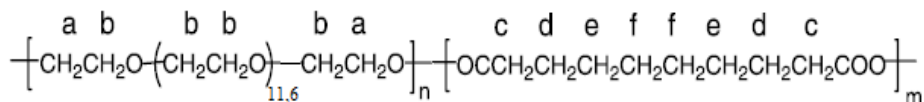
2, б-суретте көміртек спектріндегі күшті өрісті сигналдарды (25,00; 29,15 и 34,17 м.ү.) метиленді көміртек атомына жатқызуға болады. Ең жоғары жиілікті сигнал (175,03 м.ү.) C-2 және C-12 карбоксильді атомдарына жауап береді.

ПМР-спектрде (3, а-сурет) 3,47 м.ү. жиілікке тең жоғары интенсивті сигнал мономерлі буындағы метиленді топқа жатады. Ал, химиялық ығысуы 3,32 және 3,37 м.ү. жиілікке тең интенсивті сигналдарды ПЭГ-дің соңғы

фрагментінің протонына жатқызуға болады.

Көміртектік спектрінде (3, б-сурет) CH_2 -тобының сигналдары 70,31 және 72,86 м.ү. жиіліктерде көрінеді.

Зерттелініп отырған сополимердің ЯМР-спектрі келесі мономерлі буындардың түзілуімен жүзеге асты:

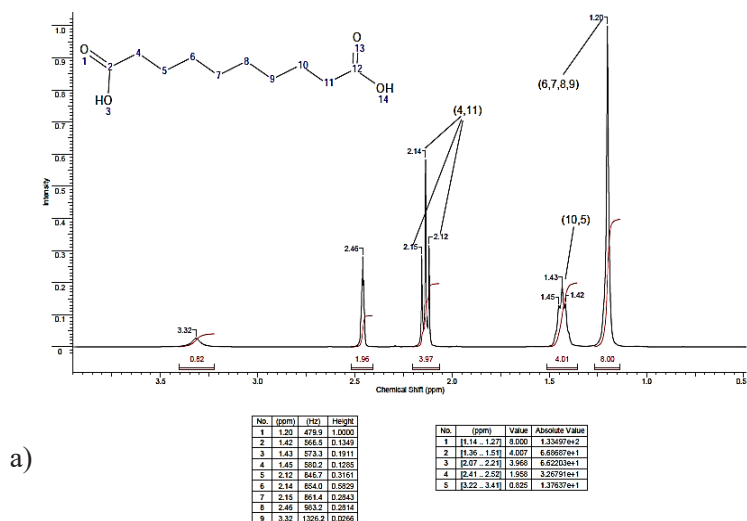


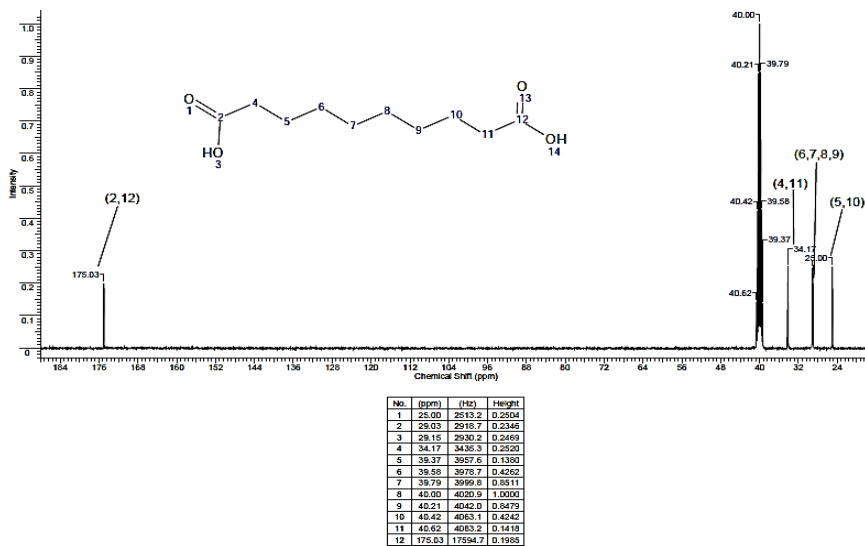
ЯМР-спектрде (4-сурет) себацин қышқылының сигналдары 1,20-1,43 және 2,12-2,25 м.ү. жиілікте қаралды. Әлсіз өрісті сигналдар (3,18-4,08 м.ү.) ПЭГ-дің метилен тобының протонына жатады.

СҚ:ПЭГ молярлық қатынасын шығару үшін әрбір мономердің бір сигналының интегралды интенсивтіліктерінің орта мәні пайдаланылды. Есептеу 4CH_2 - тобына сәйкес келетін, химиялық ығысуы $\delta=1,20\text{м.ү.}$ және $I=8.00$ тең болатын себацин қышқылының сигналы бойынша, сонымен қатар $11,6 \text{CH}_2\text{-CH}_2 + 2\text{CH}_2$ және химиялық ығысуы $\delta=3,47 \text{ м.ү.}$, $I=42,16$ тең ПЭГ-дің сигналы бойынша жүзеге асты. Сонда:

$$m : n = \frac{8}{4 \cdot 2} : \frac{42,16}{11,6 \cdot 4 + 2 \cdot 2} = 1 : 0,84 \sim 1 : 1.$$

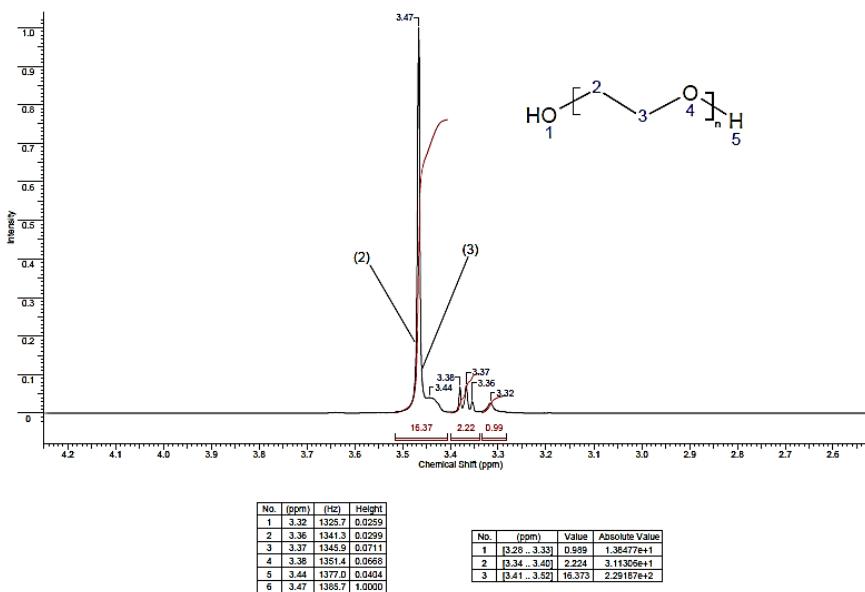
Көміртектік спектрінде (5-сурет) себацин қышқылының атомына 25,00-34,18 м.ү. облысындағы сигналдар жатады. Химиялық ығысуы 60,73; 70,31 және 72,86 м.ү. тең болатын сигналдар ПЭГ-дің көміртектік атомына қатысты. Ең жоғары жиілікті сигнал (175,03 м.ү.) карбоксильді көміртектік атомына сәйкес келеді.



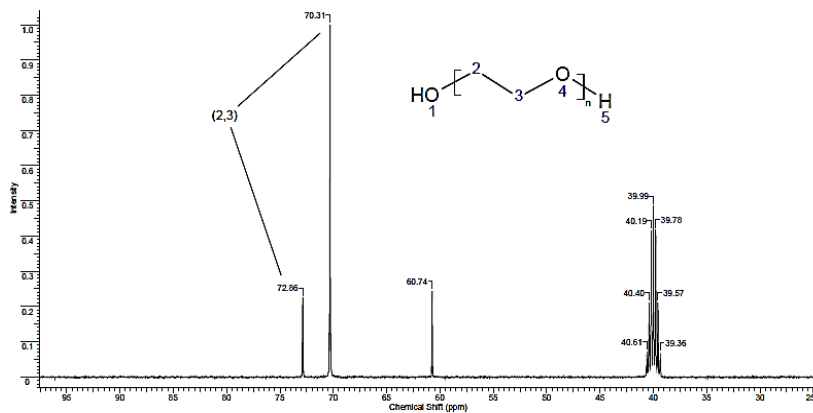


б)

2-сурет. Себацин қышқылының ¹H (а), ¹³C (б) ЯМР-спектрлері



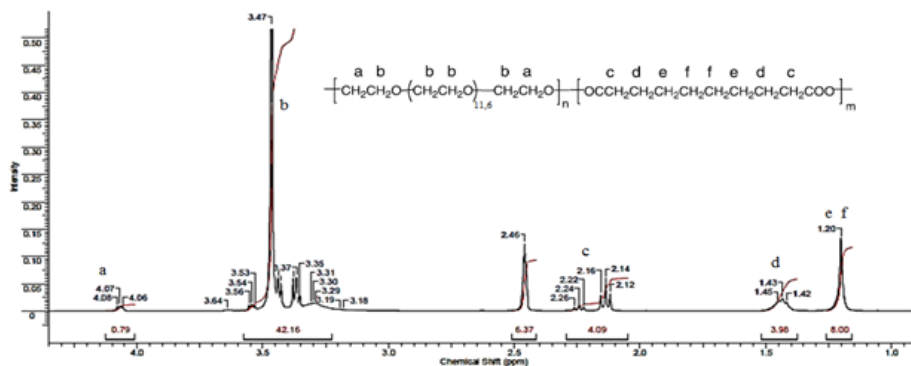
а)



б)

No.	(ppm)	(Hz)	Height
1	39.36	3956.7	0.0660
2	39.67	3977.8	0.2111
3	39.78	3966.9	0.4179
4	39.99	4019.9	0.4853
5	40.19	4040.1	0.4150
6	40.40	4061.2	0.2103
7	40.61	4082.2	0.0720
8	60.74	6105.6	0.2432
9	70.31	7067.9	1.0000
10	72.66	7324.7	0.2290

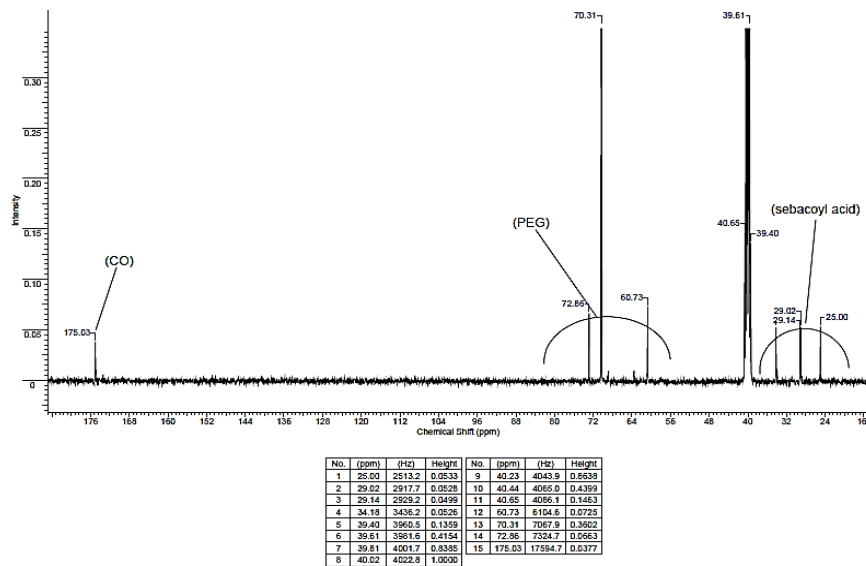
3-сурет. Полиэтиленгликольдің ^1H (а), ^{13}C (б) ЯМР-спектрлері



No.	(ppm)	(Hz)	Height	No.	(ppm)	(Hz)	Height	No.	(ppm)	(Hz)	Height
1	1.20	480.4	0.1330	11	2.46	902.7	0.1231	21	3.44	1375.2	0.0608
2	1.42	566.5	0.0156	12	3.18	1279.3	0.0022	22	3.47	1385.3	1.0000
3	1.43	573.3	0.0231	13	3.19	1277.2	0.0031	23	3.53	1411.8	0.0102
4	1.45	560.2	0.0185	14	3.29	1315.2	0.0142	24	3.54	1416.4	0.0121
5	2.12	847.2	0.0321	15	3.30	1316.9	0.0150	25	3.56	1421.4	0.0104
6	2.14	854.5	0.0603	16	3.31	1323.4	0.0133	26	3.64	1454.9	0.0022
7	2.16	861.8	0.0200	17	3.36	1340.9	0.0293	27	4.06	1621.6	0.0051
8	2.22	889.3	0.0076	18	3.37	1348.9	0.0633	28	4.07	1626.6	0.0100
9	2.24	896.6	0.0141	19	3.30	1350.9	0.0600	29	4.68	1831.2	0.0077
10	2.26	904.0	0.0070	20	3.43	1370.1	0.0516				

No.	(ppm)	Value	Absolute Value
1	(1.16 - 1.26)	0.650	3.84426e+1
2	(1.37 - 1.52)	3.975	1.91014e+1
3	(2.05 - 2.30)	4.090	1.96533e+1
4	(2.41 - 2.51)	6.374	3.06279e+1
5	(3.22 - 3.56)	42.156	2.02274e+2
6	(4.01 - 4.12)	0.760	3.75827e+0

4-сурет. [ПЭГ]:[СК] негізіндегі сополимердің ^1H ЯМР-спектрі



5-сурет. [ПЭГ]:[СК] негізіндегі сополимердің ¹³C ЯМР-спектрі

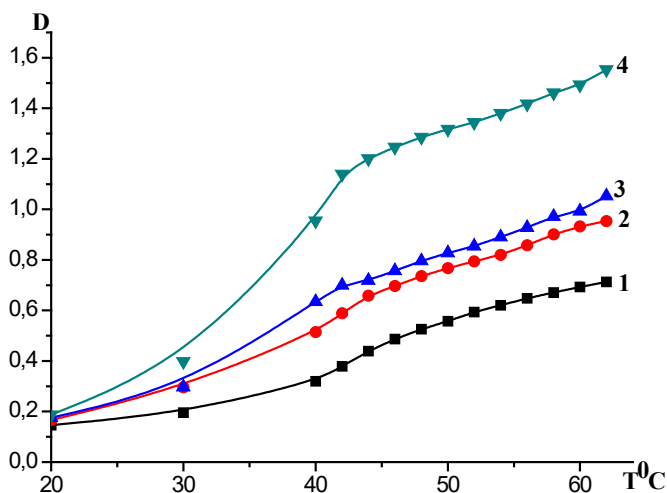
Термосезімтал полимерлердің макромолекуласындағы гидрофобты фрагменттер және судағы ерігіштікті қамтамасыз ететін – функционалды гидрофильді топтары болуы қажет. Температураның өсуімен гидрофобты әсерлесу күшейе түседі және термосезімтал полимер-су жүйесінде критикалық құбылыстардың әртүрлі әсерлесу мүмкіндігі туады.

Алғаш рет синтезделіп алынған ПЭГ-СК сополимердің термосезімталдық қасиетін анықтау мақсатында сополимердің әр түрлі температурада судағы ерітінділерінің (БМҚ [ПЭГ]:[СК] = 60:40 моль, %) фазалық ауысуы турбидиметриялық әдіспен зерттелді (6-сурет). Суреттен көрініп тұрғандай температураның өсуімен жүйенің бұлыңғырлығы бірден күшейеді, яғни температураның әсерінен сополимер жиырылып тұнбаға түсу қабілеті арта түседі. Сәйкесінше, судағы ерітінділеріндегі полиэтиленгликоль негізіндегі термосезімтал сополимердің температураның өсуімен агрегацияға қабілеттілігі олардың құрылысындағы себацин қышқылының гидрофобты компоненттерінің болуына байланысты. Полиэтиленгликольдің гидрофильді буындары сополимердің судағы ерігіштігін қамтамасыз етеді, ал себацин қышқылының буындары гидрофобты әсерлесуге қатысады, яғни температураның өсуімен сополимердің сулы ерітіндісіндегі фазалық бөлуін қабілеттендіреді.

Молекулалық деңгейдегі фазалық ауысудың себебі, гидрофобтық әсерлесулер, сонымен қатар макромолекуладағы гидрофильді топтар мен су молекулаларының арасындағы сутектік байланыстың бұзылуына байланысты. Сутектік байланыстар төменгі температурада жеткілікті түрде

мықты болып келеді, яғни макромолекулалардың ерітіндіде ассоцирленбеген күйде қалуына мүмкіндік тудырады. Ал температура артқан сайын сутектік байланыс бұзылады да, фазалық қабаттану мен полимердің сольваттық қабаттанудың дестабилизациясына әкелетін гидрофобты әсерлесу күшейеді. Сонымен қатар, сополимердің концентрация мөлшері жоғарылаған сайын, оптикалық тығыздығының мәні арта түседі.

Сонымен, алынған полиэтиленгликоль негізіндегі сополимері үшін бұлынғырлану температурасының мәні ерітіндідегі сополимерлер құрамы мен олардың концентрациясына тәуелділігі анықталды.

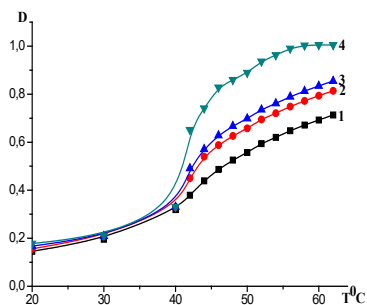


БМҚ [ПЭГ]:[СК] = 60:40 моль, %;
 [Сополимер] = 0,05 (1); 0,1 (2); 0,3 (3); 0,5 (4) %
 6-сурет. ПЭГ-СК негізіндегі сополимердің оптикалық тығыздығының температураға тәуелділігі

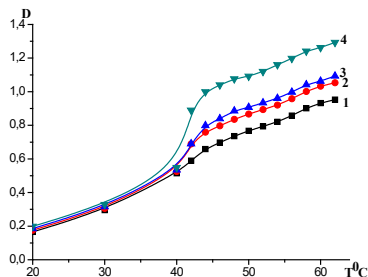
Алынған сополимердің термосезімталдық қасиеттерін зерттеу барысында иондық күштің әсері зерттелді. Нәтижелер бойынша 7 (а-г)-суреттерде полиэтиленгликоль негізіндегі термосезімтал сополимерінің термосезімталдық қасиетінің қабілеттілігіне иондық күштің әсерінің мәліметтері көрсетілген. Суреттерден көрініп тұрғандай, ортаның иондық күшінің өсуі сополимердің термосезімталдық қасиетін жоғарылатқанын көреміз, яғни бұл жүйедегі төменгі молекулалық тұздың концентрациясының өсуімен алынған полиэтиленгликоль негізіндегі сополимерге тән термосезімтал қасиеттің артуы түсіндіріледі. Яғни, төмен молекулалық тұздардың болуы фазалық ауысуына жағдай жасайтын фактор болып табылатыны дәлелденді. Бұл еріткіштің термодинамикалық сапасының төмендеуімен түсіндіріледі. Сонымен қатар, ПЭГ-СК сополимерінің концентрациясын 0,05-тен 0,5 %-ке арттырғанда оптикалық тығыздықтың мәні 1-ден 2-ге дейін

артатыны суреттерден көрініп тұр. Алынған нәтижелер бойынша, ПЭГ-СК сополимерінің термосезімталдығын арттыру үшін ерітіндінің иондық күшін және сополимердің концентрациясын арттыру қажет.

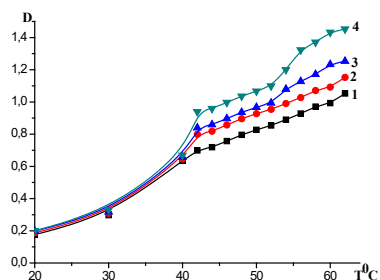
а)



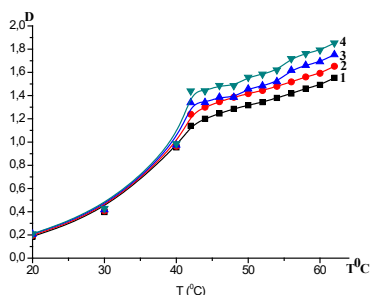
б)



в)



г)



БМК [ПЭГ]:[СК] = 60:40 моль, %;
 [NaCl] = 0 (1); 0,01 (2); 0,02 (3); 0,05 (4) моль/л;
 [Сополимер] = 0,05 (а); 0,1 (б); 0,3 (в); 0,5 (г) %

7-сурет. Сополимердің иондық күштің әсерімен температура бойынша оптикалық тығыздығының өзгерісі

Қорытынды

Сыртқы әсер табиғатына байланысты полимерлер: жылу, ортаның қышқылдығына (рН), сәуле, электр өрісіне сезімталдық қасиет көрсететіні белгілі. Осылардың ішінде, қазіргі кезде көп көңіл бөлінгені полимер ерітінділерінің жүйе температурасына байланысты фазалық өзгерістерге ұшырауы болып табылады. Термосезімтал полимерлердің сулы ерітінділері макромолекуланың дифильдігінің әсерінен төменгі критикалық еру температурасына (ТКЕТ) ие болады. Макромолекулалық кеңістік

құрылымы негізінен Ван-дер-Ваальс күшімен, сутектік байланыстармен, электростатикалық және гидрофобтық әрекеттесулермен белгілі болады. Гидрофобты тартылыс күштері температураның ауысуымен жоғарылайды. Өзіндік гидрофобтық әрекеттесу және су молекуласымен полярлы топтың сутектік байланыс түзілуінің әсерлесумен оның ынтықтығын анықтайды. Макромолекуланың полярсыз беттік ауданы сумен әрекеттесуге ұмтылады және бір-бірімен ассоциацияланады.

Қорыта келе, алғаш рет ПЭГ-СҚ негізінде жаңа суда еритін сополимер синтезделіп алынды. ИҚ-, ЯМР-спектроскопия әдістері көмегімен ПЭГ-СҚ сополимерінің құрамындағы –COO күрделі эфир тобы полиэтиленгликоль мен себацин қышқылы негізінде поликонденсация реакциясының жүргенін дәлелдейді. Жұмыста алынған ПЭГ-СҚ сополимерінің әр түрлі температурада судағы ерітінділерінің фазалық ауысуы турбидиметриялық әдіспен зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша ПЭГ-СҚ сополимерінің иондық күштің артуымен термосезімталдық қасиетінің артатыны, сонымен қатар сополимердің жайылған күйден шумақталған күйге ауысатыны дәлелденді.

Әдебиеттер

Azhkeyeva A.N., Yeligbayeva G.Zh., Shaikhutdinov Ye.M., Mun G.A., Abutalip M., Rakhmetullayeva R.K. New Thermo-Sensitive Hydrogel Based on Copolymer of 2-hydroxyethyl Acrylate and Ethyl Acrylate // Eurasian Chemico-Technological Journal - №1(19). – 2017. - P. 47-55. - <https://doi.org/10.18321/ectj502>

Azhkeyeva A.N., Yeligbayeva G.Zh., Shaikhutdinov Ye.M., Nakan U., Abutalip M., Park K., Rakhmetullayeva R.K. Synthesis of novel thermosensitive copolymers based on ethylacrylate // International Journal of Biology and Chemistry 11. № 1. – 2018. – Алматы. - С.169-177. - <https://doi.org/10.26577/ijbch-2018-1-302>

Chilkoti A., Dryhyr M.R., Meyer D.E., Raucher D. Targeted drug delivery by thermally responsive polymers // Adv. Drug. Deliv.Rev. – 2002. – Vol. 54. – P.613-630. — [https://doi:10.1016/s0169-409x\(02\)00041-8](https://doi:10.1016/s0169-409x(02)00041-8).

Ford W.T., Nishioka T., Qiu F., D'Souza F., Choi J. Dimethyl Azo(bisisobutyrate) and C60 Produce 1,4- and 1,16-Di(2-carbomethoxy-2-propyl)-1, x-dihydro[60]fullerenes // J. Org. Chem. – 2000.– Vol. 65. – P.5780. <https://doi.org/10.1021/jo000686d>

Galaev I.Yu., Mattiason B. Termoreactive water-soluble polymers, nonionic surfactants, and hydrogels as reagents in biotechnology // Enzyme Microb. Technol.– 1993.–Vol. 15. – P.354-366. — [https://doi:10.1016/0141-0229\(93\)90122-и](https://doi:10.1016/0141-0229(93)90122-и).

Karg M., Pastoriza_Santos I. and Hellweg T. Temperature, pH, and Ionic Strength Induced Changes of the Swelling Behavior of PNIPAM–Poly(allylacetic acid) Copolymer Microgels// Langmuir. – 2008. – Vol. 24. – P.6300. - <https://doi.org/10.1021/la702996p>.

W. Lv, S. Liu, W. Feng [et al.] Temperature- and Redox-Directed Multiple Self Assembly of Poly(N - Isopropylacrylamide) Grafted Dextran Nanogels // Macromol. Rapid Commun. – 2011. – Vol. 32, is. 14. – P. 1101–1107. DOI: 10.1002/marc.201100112

F. Wang, G. Xia, X. Lang [et al.] Influence of the graft density of hydrophobic groups on thermo-responsive nanoparticles for anti-cancer drugs delivery // Colloids Surfaces B Biointerfaces. – 2016. – Vol. 148. – P. 147–156. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2016.08.042

Juan Carlos Rueda, Estuardo Campos, Hartmut Komber, Stefan Zschoche, Liane Häussler & Brigitte Voit. Reversibly Switchable pH- and Thermoresponsive Core-Shell Nanogels Based on Poly(NiPAAm)- graft -poly(2-carboxyethyl-2-oxazoline)s // Macromol. Chem. Phys. – 2012. – Vol. 213, is. 2. – P. 215–226. <https://doi.org/10.1080/15685551.2013.840471>

Dimitrov I., Trzebicka B., Muller A., Dworak A., Tsvetanov C. B. Thermosensitive water-soluble copolymers with doubly responsive reversibly interacting entities // *Prog. Polym.Sci.* – 2007. – Vol. 32.№11. – P.1275-1343. -<https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2007.07.001>.

Near-infrared light remote-controlled intracellular anti-cancer drug delivery using thermo/pH sensitive nanovehicle / Y. Qin, J. Chen, Y. Bi [et al.] // *Acta Biomater.* – 2015. – Vol. 17. – P. 201–209. DOI: 10.1016/j.actbio.2015.01.026

S. Hajebi, N. Rabiee, M. Bagherzadeh [et al.]. Stimulus-responsive polymeric nanogels as smart drug delivery systems// *Acta Biomater.* – 2019. – Vol. 92. – P. 1–18.

Qureshi M. A., Khatoun F. Different types of smart nanogel for targeted delivery // *J. Sci. Adv. Mater. Devices.* – 2019. – Vol. 4, is. 2. – P. 201–212. DOI:10.1016/j.jsamd.2019.04.004

References

Azhkeyeva A.N., Yeligbayeva G.Zh., Shaikhutdinov Ye.M., Mun G.A., Abutalip M., Rakhmetullayeva R.K. New Thermo-Sensitive Hydrogel Based on Copolymer of 2-hydroxyethyl Acrylate and Ethyl Acrylate // *Eurasian Chemico-Technological Journal* - №1(19). – 2017. - P. 47-55. - <https://doi.org/10.18321/ectj502>

Azhkeyeva A.N., Yeligbayeva G.Zh., Shaikhutdinov Ye.M., Nakan U., Abutalip M., Park K., Rakhmetullayeva R.K. Synthesis of novel thermosensitive copolymers based on ethylacrylate // *International Journal of Biology and Chemistry* 11. № 1. – 2018. – Алматы. - C.169-177. - <https://doi.org/10.26577/ijbch-2018-1-302>

Chilkoti A., Dryhyr M.R., Meyer D.E., Raucher D. Targeted drug delivery by thermally responsive polymers // *Adv. Drug. Deliv.Rev.* – 2002. – Vol. 54. – P.613-630. — [https://doi:10.1016/s0169-409x\(02\)00041-8](https://doi:10.1016/s0169-409x(02)00041-8).

Ford W.T., Nishioka T., Qiu F., D'Souza F., Choi J. Dimethyl Azo(bisisobutyrate) and C60 Produce 1,4- and 1,16-Di(2-carbomethoxy-2-propyl)-1, x-dihydro[60]fullerenes // *J. Org. Chem.* – 2000.– Vol. 65. – P.5780. <https://doi.org/10.1021/jo000686d>.

Galaev I.Yu., Mattiason B. Termoreactive water-soluble polymers, nonionic surfactants, and hydrogels as reagents in biotechnology // *Enzyme Microb. Technol.*– 1993.–Vol. 15. – P.354-366. — [https://doi:10.1016/0141-0229\(93\)90122-н](https://doi:10.1016/0141-0229(93)90122-н).

Karg M., Pastoriza Santos I. and Hellweg T. Temperature, pH, and Ionic Strength Induced Changes of the Swelling Behavior of PNIPAM–Poly(allylacetic acid) Copolymer Microgels// *Langmuir.* – 2008. – Vol. 24. – P.6300. - <https://doi.org/10.1021/la702996p>

W. Lv, S. Liu, W. Feng [et al.] Temperature- and Redox-Directed Multiple Self Assembly of Poly(N - Isopropylacrylamide) Grafted Dextran Nanogels // *Macromol. Rapid Commun.* – 2011. – Vol. 32, is. 14. – P. 1101–1107. DOI: 10.1002/marc.201100112

F. Wang, G. Xia, X. Lang [et al.] Influence of the graft density of hydrophobic groups on thermo-responsive nanoparticles for anti-cancer drugs delivery // *Colloids Surfaces B Biointerfaces.* – 2016. – Vol. 148. – P. 147–156. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2016.08.042

Juan Carlos Rueda, Estuardo Campos, Hartmut Komber, Stefan Zschoche, Liane Häussler & Brigitte Voit. Reversibly Switchable pH- and Thermo-responsive Core-Shell Nanogels Based on Poly(NiPAAm)- graft -poly(2-carboxyethyl-2-oxazoline)s // *Macromol. Chem. Phys.* – 2012. – Vol. 213, is. 2. – P. 215–226. <https://doi.org/10.1080/15685551.2013.840471>

Dimitrov I., Trzebicka B., Muller A., Dworak A., Tsvetanov C. B. Thermosensitive water-soluble copolymers with doubly responsive reversibly interacting entities // *Prog. Polym.Sci.* – 2007. – Vol. 32.№11. – P.1275-1343. -<https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2007.07.001>.

Near-infrared light remote-controlled intracellular anti-cancer drug delivery using thermo/pH sensitive nanovehicle / Y. Qin, J. Chen, Y. Bi [et al.] // *Acta Biomater.* – 2015. – Vol. 17. – P. 201–209. DOI: 10.1016/j.actbio.2015.01.026

S. Hajebi, N. Rabiee, M. Bagherzadeh [et al.]. Stimulus-responsive polymeric nanogels as smart drug delivery systems// *Acta Biomater.* – 2019. – Vol. 92. – P. 1–18.

Qureshi M. A., Khatoun F. Different types of smart nanogel for targeted delivery // *J. Sci. Adv. Mater. Devices.* – 2019. – Vol. 4, is. 2. – P. 201–212. DOI:10.1016/j.jsamd.2019.04.004

CONTENTS

PHYSICAL

- B.Zh. Abdikarimov, A.Zh. Seitmuratov, Z.A. Ergalauova**
MATHEMATICAL MODELS OF RELAXATION TIMES OF
INHOMOGENEOUS LIQUIDS ALONG CRITICAL DIRECTIONS.....5
- E.A. Dmitriyeva, E.A. Bondar, I.A. Lebedev, K.K. Yelemessov,
A.E. Kemelbekova**
ANTI-REFLECTIVE COATINGS BASED ON TIN OXIDE.....16
- A.A. Zhadyranova, U. Ismail, Zh. Beisekeyeva, G. Bekova, U. Ualikhanova,**
STUDY OF THE FREEZING QUINTESENCE OF LATE-TIME SPACE
EXPANSION IN $F(R, L_m)$ GRAVITY.....26
- N. Ussipov, A. Akhmetali, M. Zaidyn, A. Akniyazova, A. Sakan,
G. Subebekova**
ENTROPY OF GRAVITATIONAL WAVES.....47

CHEMISTRY

- A.Z. Abilmagzhanov, N.S. Ivanov, I. E. Adelbayev, O.S. Kholkin**
DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR THE PURIFICATION
OF ALKANOLAMINE SOLUTIONS.....57
- A. Auyeshov, K. Arynov, A. Dikanbayeva, A. Tasboltayeva**
INTERACTION OF SERPENTINITE FROM THE ZHITIKARA DEPOSIT
WITH STOICHIOMETRIC AMOUNT OF SULFURIC ACID.....70
- A.S. Dauletbayev, K.A. Kadirbekov, S.O. Abilkasova, L.M. Kalimoldina,
Zh.S. Mukhatayeva**
PURIFICATION OF WASTE SOLUTIONS GENERATED DURING
URANIUM PRODUCTION WITH POLYMER FLOCCULANTS.....83
- L.D. Volkova, N.A. Zakarina, O.K. Kim, A.K. Akurpekova, A.V.
Gabdrakipov, T.V.Kharlamova**
INFLUENCE OF MODIFICATION OF KAOLINITES BY ALUMINUM
OXIDE ON THE CRACKING ACTIVITY OF PETROLEUM RESIDUE.....96
- Zh. Kairbekov, T.Z. Akhmetov, M.Z. Esenalieva, I.M. Dzheldybaeva,
S.M. Suimbayeva, M.Zh. Zhomart**
SELECTIVE HYDROGENATION OF ISOPRENE, PIPERYLENE AND THEIR
MIXTURES ON SKELETAL NICKEL CATALYSTS.....108

**A.K. Toktabayeva, R.K. Rakhmetullaeva, G.S. Irmukhamedova,
G.O. Rvaidarova, G.D. Issenova**

STUDY OF THE PHYSIC-CHEMICAL PROPERTIES OF
THERMOSENSITIVE COPOLYMERS BASED ON POLYETHYLENE
GLYCOL.....122

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

Б.Ж. Абдикаримов, А.Ж. Сейтмуратов, З.А. Ергалауова
БІРТЕКТІ ЕМЕС СҰЙЫҚТАРДЫҢ КРИТИКАЛЫҚ БАҒЫТТАР
БОЙЫНДАҒЫ РЕЛАКСАЦИЯ УАҚЫТЫ БОЙЫНША МАТЕМАТИКАЛЫҚ
МОДЕЛЬДЕРІ.....5

**Е.А. Дмитриева, Е.А. Бондарь, И.А. Лебедев, К.К. Елемесов,
А.Е. Кемелбекова**
ҚАЛАЙЫ ОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ ШАҒЫЛЫСТЫРУҒА ҚАРСЫ
ЖАБЫНДАР.....16

**А.А. Жадыранова, У. Исмаил, Ж.М. Бейсекеева, Г.Т. Бекова,
У.А. Уалиханова**
 $F(R, L_m)$ ГРАВИТАЦИЯДАҒЫ КЕШ ҒАРЫШТЫҚ КЕҢЕЮДІҢ
МҰЗДАТЫЛҒАН КВИНТЕССЕНЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ.....26

**Н. Усипов, А. Ахметәлі, М. Зайдын, А. Акниязова, А. Сақан,
Г. Сүбебекова**
ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ЭНТРОПИЯСЫ.....47

ХИМИЯ

А.З. Абильмагжанов, Н.С. Иванов, И.Е. Адельбаев, О.С. Холкин
АЛКАНОЛАМИН ЕРІТІНДІЛЕРДІ ТАЗАЛАУДЫҢ
АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ.....57

А. Ауешов, К. Арынов, А. Диканбаева, А. Тасболтаева
«ЖІТІҚАРА» КЕНОРНЫНЫҢ СЕРПЕНТИНИТІНІҢ КҮКІРТ
ҚЫШҚЫЛЫНЫҢ СТЕХИОМЕТРИЯЛЫҚ МӨЛШЕРІМЕН
ӘРЕКЕТТЕСУІ.....70

**Ә.С. Дәулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилкасова,
Л.М. Калимолдина, Ж.С. Мұқатаева**
УРАН ӨНДІРУ БАРЫСЫНДА ТҮЗІЛЕТІН ҚАЙТАРЫМДЫ
ЕРІТІНДІЛЕРДІ ПОЛИМЕРЛІ ФЛОКУЛЯНТТАРМЕН ТАЗАЛАУ.....83

**Л.Д. Волкова, Н.А. Закарина, О.К. Ким, А.К. Акурпекова,
А.В. Габдракипов Т.В.Харламова**
КАОЛИНИТТЕРДІ АЛЮМИНИЙ ОКСИДІМЕН ТҮРЛЕНДІРУДІҢ
ҚАЛДЫҚ МҰНАЙ ҚОРЫМДАРЫНЫҢ КРЕКИНГТЕГІ
БЕЛСЕНДІЛІККЕ ӘСЕРІ.....96

**Ж. Каирбеков, Т.З.Ахметов, М.З. Есеналиева, И.М. Джелдыбаева,
С. М. Суймбаева, М.Ж. Жомарт**
ИЗОПРЕНДІ, ПИПЕРИЛЕНДІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚОСПАЛАРЫН
ҚАҢҚАЛЫ НИКЕЛЬ КАТАЛИЗАТОРЛАРЫНДА ТАЛҒАМПАЗДЫ
ГИДРЛЕУ.....108

**А.Қ. Тоқтабаева, Р.Қ. Рахметуллаева, Г.С. Ирмухаметова,
Г.О. Рвайдарова, Г.Д. Исенова**
ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ НЕГІЗІНДЕГІ СОПОЛИМЕРДІҢ
ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....122

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Б.Ж. Абдикаримов, А.Ж. Сейтмуратов, З.А. Ергалауова
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ВРЕМЕН РЕЛАКСАЦИИ
НЕОДНОРОДНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ВДОЛЬ КРИТИЧЕСКИХ
НАПРАВЛЕНИЙ.....5

**Е.А. Дмитриева, Е.А. Бондарь, И.А. Лебедев, К.К. Елемесов,
А.Е. Кемелбекова**
АНТИОТРАЖАЮЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ОЛОВА.....16

**А.А. Жадыранова, У. Исмаил, Ж.М. Бейсекеева, Г.Т. Бекова, У.А.
Уалиханова**
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАМОРОЖЕННОЙ КВИНТЭССЕНЦИИ ПОЗДНЕГО
КОСМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ В $F(R, L_m)$ ГРАВИТАЦИИ.....26

**Н. Усипов, А. Ахметәлі, М. Зайдын, А. Акниязова*, А. Сақан,
Г. Сүбебекова**
ЭНТРОПИЯ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН.....47

ХИМИЯ

А.З. Абиьлмагжанов, Н.С. Иванов, И.Е. Адельбаев, О.С. Холкин
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ
РАСТВОРОВ АЛКАНОЛАМИНОВ.....57

А. Ауешов, К. Арынов, А. Диканбаева, А. Тасболтаева
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СЕРПЕНТИНИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ
"ЖИТИКАРА" СО СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИМ КОЛИЧЕСТВОМ
СЕРНОЙ КИСЛОТЫ.....70

**А.С. Даулетбаев, К.А. Кадирбеков, С.О. Абилкасова, Л.М. Калимолдина,
Ж.С.Мукатаева**
ОЧИСТКА ОБОРОТНЫХ РАСТВОРОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ
ПРОИЗВОДСТВЕ УРАНА ПОЛИМЕРНЫМИ ФЛОКУЛЯНТАМИ.....83

**Л.Д. Волкова, Н.А. Закарин, О.К. Ким, А.К. Акурпекова,
А.В. Габдракипов, Т.В.Харламова**
ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ КАОЛИНИТОВ ОКСИДОМ
АЛЮМИНИЯ НА АКТИВНОСТЬ В КРЕКИНГЕ ОСТАТОЧНОГО
НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ.....96

**Ж. Каирбеков, Т.З. Ахметов, М.З. Есеналиева, И. М. Джелдыбаева,
С.М. Суймбаева*, М.Ж. Жомарт**
СЕЛЕКТИВНОЕ ГИДРИРОВАНИЕ ИЗОПРЕНА, ПИПЕРИЛЕНА И ИХ
СМЕСЕЙ НА СКЕЛЕТНЫХ НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ.....108

**А.К. Токтабаева, Р.К. Рахметуллаева, Г.С. Ирмухаметова, Г.О. Рвайдарова,
Г.Д. Исенова**
ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОПОЛИМЕРОВ
НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ.....122

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). 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

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 12.12.2023.

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

9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.

*РОО «Национальная академия наук РК» 050010,
Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-19*