

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

2023 • 1

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

# БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

REPORTS  
OF THE NATIONAL 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 оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

**ЛОКШИН Вячеслав Нотанович**, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродукторлық 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

**ЦЕЛЕТКИН 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

**ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрділұлы**, 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 Hernando**, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), Н = 28

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

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

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

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № 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>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2023  
Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

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

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

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

**СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, 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

**ЩЕПЕТКИН 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 ветеринарной медицины ТОО «Научно-производственный центр животноводства и ветеринарии» (Нур-Султан, Казахстан), Н = 1

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

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

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

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

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

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

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

**ХАРИН Станислав Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстано-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>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023

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

## 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>

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

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str., Almaty.

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY  
OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
ISSN 2224-5227  
Volume 345, Number 1 (2023), 314–331  
<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.204>

UDC 544.7

© **A.A. Sharipova<sup>1</sup>, A.B. Isaeva<sup>1,2\*</sup>, M. Lotfi<sup>3</sup>, M.O. Issakhov<sup>2</sup>, A.A. Babayev<sup>2</sup>,  
S.B. Aidarova<sup>2</sup>, G.M. Madybekova<sup>4</sup>, 2023**

<sup>1</sup>Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Kazakh-British Technical University, Almaty, Kazakhstan;

<sup>3</sup>Jundi-Shapur University of Technology, Dezful, Iran;

<sup>4</sup>South Kazakhstan State Pedagogical University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: isa-asev@mail.ru

## ANTI-TURBULENT MATERIALS BASED ON SURFACTANTS AND NANOPARTICLES

**Sharipova Altynai Azigarovna** — PhD. Research professor. Satbayev university. 050013. Almaty, Kazakhstan

E-mail: a\_sharipova85@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-2217-9975>;

**Isaeva Asem Bolatbekovna** — PhD. Scientific researcher. Kazakh-British Technical University. 050000 Almaty, Kazakhstan

E-mail: isa-asev@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6727-0257>;

**Marzieh Lotfi** — assistant professor of Jundi-Shapur university of Technology. Dezful, Iran.

E-mail: marzyeh.lotfi@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-7381-7343>;

**Issakhov Miras Orynbasaruly** — PhD-student. Kazakh-British Technical University. 050000. Almaty, Kazakhstan

E-mail: mir001@gmail.com;

**Babaev Alpamys Altayevich** — PhD-student. Kazakh-British Technical University. 050000. Almaty, Kazakhstan

E-mail: a\_babayev@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-9375-2206>;

**Aidarova Saule Baylyarovna** — Doctor of chemical sciences, professor. Kazakh-British Technical University. 050000 Almaty, Kazakhstan

E-mail: ainano9999@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5115-5879>;

**Madybekova Galiya Madybekovna** — candidate of chemical sciences, associate professor. South Kazakhstan State Pedagogical University. 160012. Shymkent, Kazakhstan

E-mail: galiya56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1970-8143>.

**Abstract.** An urgent problem of the oil and gas industry in terms of trunk oil pipelines is the presence of turbulent flow in pipelines that require more energy to transport liquids, which leads to inefficiency in pipeline conversion. Reducing the formation of turbulence leads not only to an increase in energy efficiency but also to an increase in the capacity of pipelines. One of the most effective methods of increasing the capacity of trunk pipelines is the use of certain chemicals, namely anti-turbulent additives that reduce friction resistance, or PTP. The presence of small amounts of PTP can lead to a significant reduction in friction in the turbulent

flow in the pipeline and, therefore, can reduce the injection capacity and increase the throughput of the pipeline system. Additives that reduce hydraulic resistance are very important both when drilling oil wells and when servicing pumping equipment in pipelines. Today, many PTP products from various manufacturers are available. One of the biggest problems is that modern calculation methods do not provide an accurate determination of the effect of the hydrodynamic efficiency of the additive on its concentration. To determine this value, only the results of pilot testing of additives on the pipeline section where they are supposed to be used are used. In this regard, there is considerable interest in the comprehensive research and development of new additives that reduce fluid resistance, which can effectively save energy during the transportation of oil and other fluids. This article provides a brief overview of this topic and discusses methods for improving anti-turbulent materials based on surfactants and nanoparticles.

**Key words:** anti-turbulent material, surfactants, nanoparticles, anti-turbulent additives, pipelines

**Financing:** The work was carried out within the framework of the project of the Committee of Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan under the project: AP13068028 “Colloid-chemical approach to the creation of anti-turbulent materials based on surfactants with nanoparticles for oil pipelines”.

**Conflict of interest:** The authors declare that there is no conflict of interest.

© А.А. Шарипова<sup>1</sup>, А.Б. Исаева<sup>1,2\*</sup>, М. Лотфи<sup>3</sup>, М.О. Исахов<sup>2</sup>,  
А.А. Бабаев<sup>2</sup>, С.Б. Айдарова<sup>2</sup>, Г.М. Мадыбекова<sup>4</sup>, 2023

<sup>1</sup>Satbayev university, Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup>Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы, Қазақстан.

<sup>3</sup>Jundi-Shapur University of Technology, Dezful, Iran;

<sup>4</sup>Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті,  
Шымкент, Қазақстан.

E-mail: isa-asev@mail.ru

## БЕТТІК БЕЛСЕНДІ ЗАТТАР МЕН НАНОБӨЛШЕКТЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ТУРБУЛЕНТКЕ ҚАРСЫ МАТЕРИАЛДАР

**Шарипова Алтынай Азигаровна** — PhD, зерттеуші профессор. Satbayev University. 050013. Алматы, Қазақстан

E-mail: a\_sharipova85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2217-9975>;

**Исаева Асем Болатбекқызы** — PhD. Қазақстан-Британ техникалық университетінің ғылыми қызметкері. 050000. Алматы, Қазақстан

E-mail: isa-asev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6727-0257>;

**Лотфи Марзи** — PhD. Джунди Шапур технологиялық университетінің ассистенті. Дезфул, Иран

E-mail: marzyeh.lotfi@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7381-7343>;

**Исахов Мирас Орынбасарұлы** — PhD докторант. Қазақстан-Британ техникалық университеті. 050000. Алматы, Қазақстан

E-mail: mir001@gmail.com;

**Бабаев Алпамыс Алтайұлы** — PhD докторант. Қазақстан-Британ техникалық университеті. 050000 Алматы, Қазақстан

E-mail: a\_babayev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9375-2206>;

**Айдарова Сауле Байляровна** — химия ғылымдарының докторы, профессор. Қазақстан-Британ техникалық университеті. 050000. Алматы, Қазақстан

E-mail: ainano9999@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5115-5879>;

**Мадыбекова Галия Мадыбековна** — химия ғылымдарының кандидаты, доцент. Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті. 160012. Шымкент, Қазақстан

E-mail: galiya56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1970-8143>.

**Аннотация.** Магистральдық мұнай құбырлары бөлігінде мұнай-газ өнеркәсібінің өзекті проблемасы сұйықтықты тасымалдау үшін көбірек энергияны қажет ететін құбырларда турбулентті ағынның болуы болып табылады, бұл құбырларды түрлендірудің тиімсіздігіне әкеледі. Турбуленттіліктің азаюы энергия тиімділігінің жоғарылауына ғана емес, сонымен қатар құбырлардың өткізу қабілеттілігінің артуына әкеледі. Магистральдық құбырлардың өткізу қабілетін арттырудың ең тиімді әдістерінің бірі-белгілі бір химиялық заттарды, атап айтқанда үйкеліске төзімділікті төмендететін турбулентке қарсы қоспаларды немесе РТР қолдану. Аз мөлшерде РТР болуы құбырдағы турбулентті ағындағы үйкелістің айтарлықтай төмендеуіне әкелуі мүмкін, сондықтан айдау қуатын төмендетіп, құбыр жүйесінің өткізу қабілетін арттыруы мүмкін. Гидравликалық кедергіні төмендететін қоспалар мұнай ұңғымаларын бұрғылау кезінде де, құбырлардағы

сорғы жабдықтарына қызмет көрсету кезінде де өте маңызды. Бүгінгі таңда әртүрлі өндірушілердің көптеген РТР өнімдері бар. Ең үлкен проблемалардың бірі-қазіргі есептеу әдістері қоспаның гидродинамикалық тиімділігінің оның концентрациясына әсерін дәл анықтауды қамтамасыз етпейді. Бұл мәнді анықтау үшін оларды қолдану болжанатын құбыр учаскесіндегі қоспаларды пилоттық тестілеу нәтижелері ғана пайдаланылады. Осыған байланысты, мұнай мен басқа сұйықтықтарды тасымалдау кезінде энергияны тиімді үнемдей алатын сұйықтыққа төзімділікті төмендететін жаңа қоспаларды жан-жақты зерттеу және әзірлеу үлкен қызығушылық тудырады. Бұл мақалада осы тақырып бойынша қысқаша шолу жасалады және беттік белсенді заттар мен нанобөлшектерге негізделген турбулентке қарсы материалдарды жақсарту әдістері қарастырылады.

**Түйін сөздер:** турбулентке қарсы материал, беттік белсенді заттар, нанобөлшектер, турбулентке қарсы қоспалар, құбырлар

**Қаржыландыру:** Жұмыс Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Ғылым комитетінің АР13068028 «БАЗ бар беттік-белсенді заттар негізінде антитурбуленттік материалдарды құруға коллоидты-химиялық тәсіл» жобасы бойынша жүзеге асырылды. мұнай құбырларына арналған нанобөлшектер».

**Мүдделер қақтығысы:** Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

© А.А. Шарипова<sup>1</sup>, А.Б. Исаева<sup>1,2\*</sup>, М. Лотфи<sup>3</sup>, М.О. Исахов<sup>2</sup>,  
А.А. Бабаев<sup>2</sup>, С.Б. Айдарова<sup>2</sup>, Г.М. Мадыбекова<sup>4</sup>, 2023

<sup>1</sup>Satbayev university. Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup>Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Казахстан;

<sup>3</sup>Jundi-Shapur University of Technology, Dezful, Iran;

<sup>4</sup>Южно-Казахстанский государственный педагогический университет,  
Шымкент, Казахстан.

E-mail: isa-asev@mail.ru

## ПРОТИВОТУРБУЛЕНТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПАВ И НАНОЧАСТИЦ

**Шарипова Алтынай Азигаровна** — PhD, профессор-исследователь. Satbayev University. 050013. Алматы, Казахстан

E-mail: a\_sharipova85@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2217-9975>;

**Исаева Асем Болатбекқызы** — PhD, научный сотрудник. Казахстанско-Британский Технический Университет. 050000. Алматы, Казахстан

E-mail: isa-asev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6727-0257>;

**Лотфи Марзи** — PhD, ассистент-профессор Технологического университета Джунди-Шапур. Дезфул, Иран

E-mail: marzyeh.lotfi@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7381-7343>;

**Исахов Мирас Орынбасарұлы** — PhD докторант. Казахстанско-Британский Технический Университет. 050000. Алматы, Казахстан

E-mail: mir001@gmail.com;

**Бабаев Алпамыс Алтайұлы** — PhD докторант. Казахстанско-Британский технический университет. 050000. Алматы, Казахстан

E-mail: a\_babayev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9375-2206>;

**Айдарова Сауле Байляровна** — доктор химических наук, профессор. Казахстанско-Британский Технический Университет. 050000. Алматы, Казахстан

E-mail: ainano9999@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5115-5879>;

**Мадыбекова Галия Мадыбековна** — кандидат химических наук, доцент. Южно-Казахстанский государственный педагогический университет. 160012. Шымкент, Казахстан

E-mail: galiya56@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1970-8143>.

**Аннотация.** Актуальной проблемой нефтегазовой промышленности в части магистральных нефтепроводов является наличие турбулентного потока в трубопроводах, в которых требуется больше энергии для транспортировки жидкости, что приводит к неэффективности преобразования трубопроводов. Уменьшение образования турбулентности приводит не только к повышению энергоэффективности, но и к увеличению пропускной способности трубопроводов. Одним из наиболее эффективных методов увеличения пропускной способности магистральных трубопроводов является применение определенных химических веществ, а именно противотурбулентных присадок, уменьшающих сопротивление трения, или противотурбулентных присадок. Присутствие небольших количеств противотурбулентных присадок может привести к значительному снижению трения в турбулентном потоке в трубопроводе и, следовательно, может

снизить мощность нагнетания и увеличить пропускную способность системы трубопроводов. Присадки, снижающие гидравлическое сопротивление, очень важны как при бурении нефтяных скважин, так и при обслуживании насосного оборудования в трубопроводах. Сегодня доступно множество продуктов противотурбулентных присадок от различных производителей. Одна из самых больших проблем заключается в том, что современные методы расчета не обеспечивают точного определения влияния гидродинамической эффективности добавки на ее концентрацию. Для определения этого значения используются только результаты пилотного тестирования добавок на участке трубопровода, где предполагается их применение. В этой связи представляет значительный интерес всестороннее исследование и разработки новых присадок, снижающих сопротивление жидкости, которые могут эффективно сэкономить энергию при транспортировке нефти и других флюидов. В данной статье представлен краткий обзор по данной тематике и рассматриваются методы улучшения противотурбулентных материалов на основе поверхностно-активных веществ и наночастиц.

**Ключевые слова:** противотурбулентный материал, поверхностно-активные вещества, наночастицы, противотурбулентные присадки, трубопроводы

**Финансирование:** Работа выполнена в рамках проекта КН МНиВО РК по проекту: AP13068028 «Коллоидно-химический подход к созданию противотурбулентных материалов на основе поверхностно-активных веществ с наночастицами для нефтепроводов».

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## **Введение**

Современные трубопроводы протяженностью в десятки, сотни и тысячи километров транспортируют огромные объемы жидкости. В условиях постоянно растущего спроса мировой экономики на энергоносители важной задачей является увеличение пропускной способности нефтепроводов. До сегодняшнего дня эта проблема решалась за счет строительства более крупных трубопроводов, а также за счет увеличения количества и производительности насосов и, следовательно, увеличения давления на выходе нефтеперекачивающих станций. Однако на современном этапе развития отрасли трубопроводного транспорта нефти для этого метода возникают ограничения. Это происходит из-за необходимости обеспечения безопасности на определенных участках системы, где ограничения на давление в трубопроводе создают ограничение на пропускную способность всего трубопровода (De Sousa и др., 2017; Priyanka и др., 2016).

Как известно, доля трубопроводного транспорта, особенно для основной транспортировки углеводородов, составляет около 56 % для доставки природного газа, 41 % для транспортировки нефти и 4 % для

транспортировки нефтепродуктов (De Sousa и др., 2017). Учитывая, что углеводороды являются одним из стратегически важных носителей энергии в топливно-энергетическом комплексе (ТЭК), роль магистрального транспорта в обеспечении функционирования различных секторов экономики становится очевидной.

По мнению исследователей, снижение энергопотребления может быть достигнуто за счет экономии (уменьшения) электроэнергии для привода магистральных насосов, а именно (De Sousa и др., 2017):

- снижение гидравлического сопротивления трубопровода посредством периодической очистки или применения противотурбулентных присадок;
- оптимизация режимов перекачки с использованием современных методов регулирования производительности насоса;
- снижение потерь электроэнергии в распределительных сетях и действующем оборудовании;
- перевод энергоснабжения на современные энергосберегающие технологии. Между тем, существуют также способы снижения потерь электроэнергии при трубопроводной транспортировке газа и нефти за счет (Priyanka и др., 2016).

Таким образом, на сегодняшний день одной из основных задач в области трубопроводного транспорта нефти является увеличение пропускной способности трубопровода без повышения давления на выходе из насосной станции. Использование так называемых антитурбулентных присадок сегодня становится средством решения этой проблемы. Эти добавки представляют собой соединения высокомолекулярных полимеров, которые при введении в поток нефти приводят к уменьшению турбулентных завихрений в пристенном слое потока. За счет этого снижается коэффициент гидравлического сопротивления и, следовательно, при поддержании давления на выходе из насосной станции увеличивается пропускная способность масла в системе (Japper-Jaafar и др., 2010; Manzhai и др., 2014).

Однако использование таких веществ влечет за собой ряд сопутствующих задач по определению оптимальной концентрации добавки в зависимости от параметров системы и антитурбулентных агентов. Природа эффекта снижения коэффициента гидравлического сопротивления является сложной. Поэтому уравнения, описывающие влияние концентрации и свойств полимерных добавок на поток жидкости, часто являются эмпирическими, и их решение требует использования численных методов расчета (Abubakar и др., 2014; Karami и др., 2012). В (Han и др., 2017) рассматривается природа эффекта, и в качестве возможных антитурбулентных агентов предлагаются различные соединения. Рассматривались как природные, так и синтетические полимерные соединения, такие как поли (окись этилена), поли (акриловая кислота), полиакриламид, поли (N-винилформамид) и камеди. В ходе работы также были предложены некоторые перспективные области применения таких веществ. В исследовании (Dai и др., 2015) рассматривается эффект

деградации молекулы полимера, приводящий к снижению турбулентных свойств добавки. В качестве альтернативы полимерным агентам предлагается использование поверхностно-активных веществ, которые могут действовать как антитурбулентные агенты. Комбинации поверхностно-активных веществ с полиолефином были исследованы на чувствительность к деградации при движении в турбулентном потоке. Было показано, что такие комбинации снижают износ антитурбулентных агентов.

Использование противотурбулентных присадок (ПТП) на основе высокомолекулярных линейных полимеров может повысить производительность трубопровода, сократить количество насосных станций, снизить рабочие давления и снизить энергозатраты на перекачку за счет предотвращения возникновения турбулентностей в потоке перекачиваемой жидкости. Полимерные макромолекулы в составе противотурбулентной добавки сглаживают пульсации давления в потоке, обратимо накапливая энергию за счет упругой деформации. Чем больше молярная масса макромолекул, тем больше энергии они могут накапливать, что приводит к повышению эффективности добавки с увеличением молекулярной массы полимера. Следует отметить, что эффективность снижения гидродинамического сопротивления зависит не только от молекулярной массы, но и от длины макромолекулы (Николаев и др., 2021).

#### **Материалы и основные методы**

В работе авторов (Abubakar и др., 2014) на основе проведенных исследований был сделан вывод о том, что при разработке объектов трубопроводного транспорта одним из основных критериев является эксплуатационная надежность. Последнее, по мнению авторов, становится все более ответственной и важной задачей в современной промышленности. Эксплуатационная надежность способствует внедрению инноваций в систему добычи нефти и газа, а также улучшению параметров надежности технологических систем.

Анализ работ в зарубежных рецензируемых научных журналах показал, что многие исследования направлены на предотвращение и минимизацию коррозии в стальных трубопроводах и резервуарах. Так, в (Karami и др., 2012) предложено применение времяпролетной дифракции (TOFD) для исследования сварных соединений с неравномерной толщиной стенок вертикальных стальных резервуаров. В данной работе научно обоснован один из метрологических методов повышения надежности трубопроводов и резервуаров для транспортировки и хранения нефти. Авторы следующей работы (Nap и др., 2017) провели полный анализ возможности использования супергидрофобных покрытий для защиты стальных трубопроводов в нефтегазовой промышленности.

В исследовании (Dai и др., 2015) рассматривается эффект деградации молекулы полимера, приводящий к снижению турбулентных свойств добавки. В качестве альтернативы полимерным агентам предлагается

использование поверхностно-активных веществ, которые могут действовать как антитурбулентные агенты. Комбинации поверхностно-активных веществ с полиолефином были исследованы на чувствительность к деградации при движении в турбулентном потоке. Было показано, что такие комбинации снижают износ антитурбулентных агентов. В диссертации (Русинов и др., 2016) всесторонне рассматривается проблема движения как однофазного, так и двухфазного потока нефть-вода по трубам различного диаметра. Основным применением этого исследования является, прежде всего, возможность повышения коэффициента извлечения нефти из месторождения, поскольку поверхностно-активные вещества в настоящее время активно используются с этой целью при добыче нефти. С точки зрения трубопроводной транспортировки нефти представленные зависимости не позволяют провести математическое моделирование процесса.

В (Edomwonyi-Otu и др., 2015) рассмотрена эффективность применения современной противотурбулентной присадки “M FLOWTREAT” марки С. Было проведено экспериментальное исследование эффективности добавки в зависимости от снижения давления на выходе насоса и увеличения расхода жидкости в системе. Эксперимент проводился в четырех рабочих режимах с концентрацией добавки 0, 10, 20, 30 частей на миллион. Результаты исследований показали целесообразность использования противотурбулентных агентов. Однако задача математического моделирования для расчета наиболее эффективной концентрации добавки в зависимости от параметров системы и трубопровода не решена. Задача математического моделирования процесса транспортировки нефти по трубопроводу с использованием противотурбулентных присадок рассмотрена в (Nikolaev и др., 2018). Была изучена эффективность современных добавок в зависимости от их концентрации. В качестве математической модели была предложена система нелинейных уравнений, которые были решены с использованием численного метода Ньютона-Рафсона. Получены зависимости коэффициента полезного действия от концентрации добавки. Однако представленные уравнения выведены для рассматриваемых типов добавок и не являются универсальными.

Эффект возникает в слоях потока жидкости вблизи стенки трубы, где происходит так называемое слоение движения частиц жидкости, т.е. уменьшение турбулентности пристенного слоя. Это приводит к увеличению пропускной способности трубопровода при постоянном давлении насосов или к снижению энергопотребления насосов при сохранении первоначальной производительности трубопровода. Механизм этого эффекта показан на рисунке 1 (Bogdevičius и др., 2013).

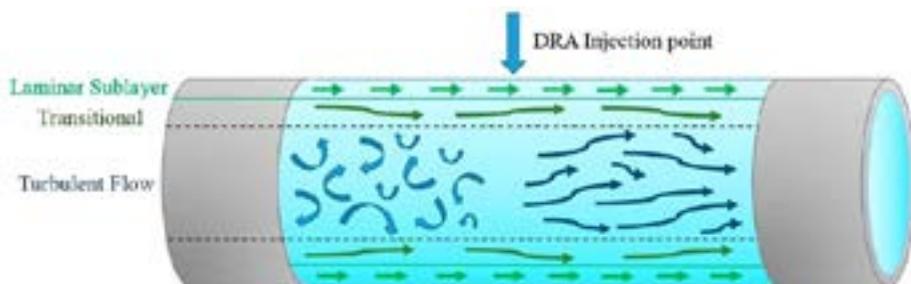


Рис 1. Схематическое изображение эффекта снижения турбулентности потока при введении полимерных добавок (Bogdevičius и др., 2013)  
(Fig. 1. Schematic representation of the effect of reducing flow turbulence with the introduction of polymer additives (Bogdevičius and others, 2013))

Существуют различные теории, объясняющие природу процессов, происходящих при введении полимерных добавок в поток жидкости:

- Ориентация молекул жидкости вокруг макромолекул полимеров с образованием структур, снижающих гидравлическое сопротивление внутри потока за счет гашения турбулентных вихрей.

- Адсорбция молекул полимера стенками трубопровода и сглаживание шероховатости стенок с образованием пленки.

- Придание свойств неньютоновских жидкостей растворам высокомолекулярных полимеров, таких как псевдопластичность. Эффективная вязкость таких жидкостей уменьшается с увеличением объемов перекачки. Кроме того, концентрация антитурбулентных полимерных агентов составляет миллионные доли от общего объема раствора. Поэтому взаимодействие полимерных макромолекул не проявляется. Однако, если концентрация активного компонента повышена, может произойти слипание, что приведет к снижению эффективности таких веществ (Jubran и др., 2005).

Эффективность применения противотурбулентных присадок определяется молекулярной массой активного полимера и рабочими параметрами трубопровода (расход, диаметр трубопровода, температура, вязкость перекачиваемой нефти и т.д.). В случае применения противотурбулентных присадок в трубопроводах возникает проблема определения его эффективности, которая рассчитывается по формуле (1)

$$\Psi = \frac{\lambda_0 - \lambda_f}{\lambda_0} \cdot 100 \% = \left( 1 - \frac{\Delta P_f \cdot Q_0^2}{\Delta P_0 \cdot Q_f^2} \right) \cdot 100 \% \quad (1)$$

где  $\lambda_f$ ,  $\lambda_0$  – коэффициенты гидравлического сопротивления при подаче масла с присадкой и без нее,  $\Delta P_f$ ,  $\Delta P_0$  – потери давления при подаче масла с присадкой и без нее,  $Q_f$ ,  $Q_0$  – расход масла с присадкой и без нее (Hong и др., 2015).

Таким образом, эффективность противотурбулентной добавки определяется после ее применения на определенном участке трубопровода в зависимости от увеличения производительности и/или снижения давления на выходе насосной станции.

Современные полимерные добавки должны в первую очередь отвечать требованиям экономической эффективности. Поэтому в разных странах используются разные противотурбулентные присадки. Но во всех случаях лидерами в этой области являются специализированные растворы высокомолекулярных соединений с линейной молекулярной структурой. Например, бренды FLO-XL, FLOMXA, M- FLOWTREAT, PT-Flyde и др. В таких добавках содержание активного полимера достигает 25 % (Balabukha и др., 2020). Влияние полимерных добавок на снижение коэффициента гидравлического сопротивления  $\lambda$  было исследовано в работах (Akhmetov и др., 2021; Алябьев и др., 2018). По данным экспериментов, с движением воды в трубопроводах с добавлением полимеров коэффициент гидравлического сопротивления  $\lambda$  при турбулентном режиме движения жидкости можно рассчитать по формуле:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -21g \left[ \left( \frac{2gv^2}{v\sqrt{\lambda}} \right)^{\beta/5.75} \left( \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{\Delta c}{3.701} \right) \right] \quad (2)$$

где  $V^*c$  – пороговая динамическая скорость (м/с), при которой начинается снижение потери давления,  $\beta$  – коэффициент, зависящий от типа полимера и его концентрации.

Например, для полиакриламида рекомендуется принимать  $V^*c = 0,05$  м/с, а  $\beta$  при  $(0,005 \% < C < 0,012 \%)$  вычислять по эмпирической формуле:

$$\beta = 1000C \quad (3)$$

где  $C$  – объемная концентрация полимера (%). Когда  $C = 0$ ;  $\beta = 0$ , т.е. в отсутствие полимерной добавки, уравнение (2) преобразуется в хорошо известную формулу Колбрука – Уайта:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -21g \left( \frac{2.51}{Re\sqrt{\lambda}} + \frac{\Delta c}{3.701} \right) \quad (4)$$

т.е. одно из уравнений гидравлики для определения  $\lambda$  при движении жидкости без полимерных добавок.

Уравнение (2) позволяет включить в расчет как параметры трубопроводной системы, так и параметры полимерной добавки. Поэтому он перспективен для расчета оптимальной концентрации добавки. Однако вычисление по этому уравнению осложняется тем фактом, что из-за его эмпирического характера

решение уравнения (2) включает в себя перечисление большого количества значений.

*Эффективность противотурбулентных присадок*

Современный процесс транспортировки нефти невозможно представить без использования противотурбулентных присадок (ПТП). Сегодня на рынке присутствует значительное число ПТП разных производителей. Одна из основных сложностей для заказчика заключается в том, что современные методы расчетов не позволяют точно определить зависимость гидродинамической эффективности присадки от ее концентрации. Эта величина определяется лишь по результатам опытно-промышленных испытаний присадки на том участке трубопровода, где планируется ее использование.

Так как основным показателем ПТП считается гидродинамическая эффективность, т.е. способность снижать потери на трение в пристеночной области, в таком случае непосредственно понимание четкого ее значимости, а также считается основным фактором. Однако ни имеющиеся современные методы гидравлического расчета трубопроводов, в том числе вместе с применением специальных компьютерных проектов, ни лабораторные способы оценки гидравлической эффективности не позволяют приобретать конкретных связей эффективности от концентрации присадки — с целью любого трубопровода и любой присадки данная величина устанавливается экспериментально. В практике попадаются эпизоды достаточно существенных отклонений прогнозируемых, а также подлинных научно-технических характеристик трубопроводной перекачки с вычисленных смыслов, вплотную вплоть до абсолютного недоступности результата. Данная особенность противотурбулентных добавок разъясняется многочисленными факторами: числом Рейнольдса, компонентным составом перекачиваемой жидкости, ее физико-химическими данными, протяженностью трубопровода, а также др. Из-за данного важным обстоятельством допуска добавки к промышленному применению является экспериментальное подтверждение производительности при помощи опытно-промышленных тестирований в этом месте трубопровода, где планируется ее использование (Белоусов, 1980).

Эффективность снижения турбулентного сопротивления при использовании ПТП зависит от множества различных факторов: реологических свойств, молекулярной массы полимера, структуры макромолекулы, концентрации присадки, свойств растворителя (нефтепродукта), температуры и других условий перекачки. Представляет интерес изучение закономерностей влияния указанных факторов на гидравлическую эффективность ПТП. В настоящее время исследования факторов, влияющих на эффективность ПТП, в основном проводятся экспериментальными методами. К ним относятся опытные исследования на стендовых и промышленных трубопроводах, лабораторных реометрах (Ян, 2020).

*Противотурбулентные присадки, состоящие из полимеров*

Поскольку в трубах большого диаметра даже высоковязкая нефть

транспортируется, как правило, в турбулентном режиме течения, то для снижения гидравлического сопротивления могут применяться полимерные ПТП. Кроме хорошей растворимости, полимер должен обладать высокой молекулярной массой, чтобы реализовались условия для снижения гидравлического сопротивления. Традиционные присадки на основе полимеров высших олефинов, которые используются для снижения сопротивления легкой нефти и дизельного топлива, в тяжелой нефти работают не всегда. Причина в том, что последняя содержит большое количество асфальтенов, смол и высокомолекулярных парафинов, которые препятствуют их растворению. Особенно это касается асфальтенов, которые представляют собой, по сути, мельчайшие графитовые пластинки, к которым присоединены углеводородные заместители.

Способность снижать сопротивление течения имеют многие высокомолекулярные вещества, которые условно можно разделить на три класса:

- синтетические или природные карбоцепные полимеры;
- координационные полимеры;
- высокомолекулярные нефтяные остатки.

Влияние высокомолекулярных соединений на явление снижения турбулентного трения определяется их химическим составом, строением, молекулярной массой, молекулярно-массовым распределением и конформацией.

Порядок расположения атомов в молекулах полимера основывается на общих принципах теории строения органических соединений. В частности, в полимерных цепях с ковалентными связями в большинстве случаев соблюдается постоянство межатомных расстояний и валентных углов.

Полимерная макромолекула может быть построена из симметричных звеньев, в этом случае исключается возможность изомерии. Несимметричные мономерные звенья могут соединяться в полимерную цепь упорядоченно по типу «голова к хвосту»

Успехи полимерной химии последних лет позволяют осуществлять в промышленных условиях целенаправленный синтез стереорегулярных полимеров с заранее заданным строением полимерной цепи и требуемым комплексом свойств.

Молекула любого вещества имеет химическое строение, которому соответствует строго определенное пространственное расположение атомов (конфигурация). Устойчивыми конфигурациями являются цепи стереорегулярных полимеров синдиотактического, изотактического, цис или транс-строения. Превращение одной конфигурации этих полимеров в другую простым поворотом звеньев без разрыва химических связей невозможно.

Изменение формы макромолекул под влиянием теплового движения или под действием внешнего поля, не сопровождающееся разрывом химических связей, называется конформационным превращением. Формы молекул,

переходящие друг в друга без разрыва химических связей, называются конформациями (поворотными изомерами).

На эксплуатационные показатели противотурбулентных присадок, из числа которых наиболее часто применяются FLO MXA, Necadd-477, M-FLOWTREAT, PT FLYDE-H и др., могут влиять:

- режим течения потока;
- молекулярные и теплофизические свойства рабочего тела (вязкость);
- температура перекачиваемой среды;
- диаметр трубопровода;
- содержание в потоке асфальтосмолопарафиновых веществ (АСПВ) и проч. Стоит также отметить, что присадки эффективны только в турбулентном потоке, т. е. при значениях числа Рейнольдса больше критического.

В настоящее время используются следующие методы исследования для изучения факторов, влияющих на эффективность снижения сопротивления в турбулентном потоке с небольшими добавками агентов, снижающих сопротивление полимеров, а также на разрушение пути последних из-за воздействия касательных напряжений:

- теоретические исследования механизма подавления турбулентности на основе совместного решения уравнения Навье-Стокса и определяющей модели вязкоупругости полимера;
- экспериментальные исследования механизма подавления турбулентности на основе совместного решения уравнения Навье-Стокса и определяющей модели вязкоупругости полимера;
- численное моделирование с использованием прямого численного моделирования (DNS), уравнения Навье-Стокса со средним числом Рейнольдса (RANS) или данных о внутренней микроструктуре раствора с антитурбулентной добавкой, основанных на данных, полученных в результате реологических экспериментов и лазерной технологии.

#### *Ламинарные и турбулентные режимы*

Первый вид движения, при котором частицы следуют по отчетливо видимым траекториям, представляющим плавные, лишь слегка изменяющиеся со временем, кривые, называется ламинарным, этот вид движения был рассмотрен в предыдущей главе.

Более распространен второй вид движения с хаотически переплетенными и быстро изменяющимися во времени траекториями, с поперечными и, даже, попятными по отношению к общему движению жидкости перемещениями отдельных малых объемов. Такое нерегулярное, имеющее в малых своих частях случайный характер движение называется турбулентным.

На самом деле, как показывают многочисленные исследования, турбулентное движение, как бы ни было оно сложно по своей внутренней структуре, подчиняется общим законам динамики непрерывной среды, в частности установленным в предыдущей главе уравнениям динамики вязкой сжимаемой или несжимаемой жидкости в нестационарной их форме. В то же

время не имеет смысла точная постановка вопроса о разыскании решений этих уравнений при строго поставленных начальных и граничных условиях. Действительно, в обстановке неограниченного роста сколь угодно малых возмущений самые, ничтожные отклонения от поставленных граничных и начальных условий (неточности в изготовлении поверхности обтекаемого тела, предыдущая история потока и др.) могут привести к столь значительным изменениям решений уравнений, что за ними исчезнут все достоинства "строгой" постановки задачи. Пользоваться упрощенной геометризацией формы обтекаемых тел или каналов и не учитывать наличия начальных возмущений в потоке можно лишь в тех случаях, когда поток устойчив и существует уверенность, что сделанные малые ошибки в постановке задачи приведут к столь же малым ошибкам в ее решении; это и делалось ранее при рассмотрении ламинарных движений. Для исследования турбулентных движений приходится применять особые, характерные для существа рассматриваемого явления приемы, связанные с заменой действительного движения некоторой упрощенной схемой осредненного в пространстве и времени движения, которое примерно так же относится к истинному, как ламинарное движение - к представляющему его внутреннюю структуру хаотическому молекулярному. Эта аналогия сыграла свою роль в истории создания законов осредненного турбулентного движения жидкости.

Прежде чем перейти к выводу основных уравнений осредненного движения, рассмотрим несколько детальнее явление перехода ламинарного движения в турбулентное.

Из предыдущего вытекает, что вопрос об определении условий перехода ламинарного движения в турбулентное сводится к решению задачи об устойчивости ламинарного движения и указанию границы потери этой устойчивости. Не имея возможности останавливаться на весьма сложной математической теории устойчивости ламинарных движений, удовольствуемся изложением некоторых важных для практики выводов этой теории.

### **Выводы**

Таким образом, рассмотрены и обсуждены экспериментальные и теоретические исследования увеличения пропускной способности трубопровода с использованием антитурбулентных присадок с полимерными добавками и наночастицами. Были рассмотрены основные решения по повышению энергоэффективности нефтепроводного транспорта. На основе обзора были определены ключевые ограничивающие факторы и наиболее перспективные решения для увеличения пропускной способности магистральных нефтепроводов. Это позволило улучшить расчет эффективности противотурбулентной добавки с ПАВ и наночастицами по всей области эффективной концентрации. Разработка новых методов синтеза необходима для того, чтобы сделать противотурбулентные добавки более доступными, эффективными, прежде чем они получат широкое применение.

ЛИТЕРАТУРА

Абубакар А., Аль-Хашми А., Аль-Вахаби Т., Аль-Вахаби Ю., Аль-Аджди А., Эшрати М., 2014 — *Абубакар А., Аль-Хашми А., Аль-Вахаби Т., Аль-Вахаби Ю., Аль-Аджди А.*, Роль полимеров. Снижающих лобовое сопротивление, в однофазных и многофазных потоках. *Эшрати М.* // Adv. мех. англ. – 2014. – 6. doi.org/10.1155/2014/2020 202073.

Алябьев А.С., Дехтяр Э.Ф., Кабанов О.П., Осипов Г.В., 2018 — *Алябьев А.С., Дехтяр Э.Ф., Кабанов О.П., Осипов Г.В.* Противотурбулентная добавка. –2018. RU2667913C1. <https://patents.google.com/patent/RU2667913C1/ru>.

Ахметов С., Ахметов Н., Икласова Ж., Зайдемова Ж., 2021 — *Ахметов С., Ахметов Н., Икласова Ж., Зайдемова Ж.* Энергосберегающие технологии при транспортировке нефти и газа // E3S Web of Conferences, – 2021. – 288. – 01051. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128801051>.

Балабуха А., Зверева В., 2020 — *Балабуха А., Зверева В.* Оценка эффективности антитурбулентных присадок при нефтепроводном транспорте. Ключевые тенденции в транспортных инновациях // E3S Web Conf. – 2005. – V.157. – 02005. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015702005>.

Белоусов Ю.П., 1980 — *Белоусов Ю.П.* Противотурбулентные присадки к углеводородным жидкостям, - 1980, Новосибирск, Наука;

Богдьявичюс М., Янутене Ю., Йоникас К., Гусейновене Э., Дракиас М., 2013 — *Богдьявичюс М., Янутене Ю., Йоникас К., Гусейновене Э., Дракиас М.* // Журнал вибротехники, – 2018, с. – 15(1). – Рр. 419–427. ISSN (печать) 1392–8716.

Dai X., Li G., Li J., Xin Y., Yang G., Zhang Y., 2015 — Synthesis of graphene–transition metal oxide hybrid nanoparticles and their application in various fields. // 2-й Международный семинар по материаловедению и компьютерным наукам (в Китае).

Де Соуза К.А., Ромеро О.Дж., 2017 — *Де Соуза К.А., Ромеро О.* // Латиноамериканский журнал энергетических исследований 4(1). –Рр. 17–29. DOI: 10.21712/lajer.2017 v4.n1, (на англ.).

Edomwonyi-Otu L.C., 2015 — *Edomwonyi-Otu L.C.* Снижение сопротивления водонефтяных потоков, докторская диссертация (факультет химического машиностроения Университетского колледжа Лондона, – 2015 г. (на английском языке).

Джаппер-Джаафар А., М. Эскудые Б., Пул Р. Дж., 2010 — *Джаппер-Джаафар А., М. Эскудые Б., Пул Р.* // Journal Non-Newtonian Fluid Mechanics, – 2010. – 161. – Рр. 86–93. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015702005>.

Джубран Б.А., Зуригат Ю.Х., Гусен М.Ф.А., 2005 — *Джубран Б.А., Зуригат Ю.Х., Гусен М.Ф.А.* // Нефтяная наука и технология, – 205. – 23. DOI: 10.1081/LFT-200038223.

Карамидж. Х.Р., Маула Д., Нонньютон Дж., 2012 — *Карамидж. Х.Р., Маула Д., Нонньютон Дж.* Исследование влияния различных параметров на снижение перепада давления в трубопроводах для сырой нефти с помощью агентов, снижающих сопротивление // Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics. Гидромеханика, – 2012, – 177(178). – Рр. 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.jnnfm.2012.04.001>.

DOI: 10.3390/pr5020024.

Манжай В.Н., Le Grand М.С., Абдусалимов А.В., 2014 — *Манжай В.Н., Le Grand М.С., Абдусалимов А.В.* // Конф. ИОР. Серия: Науки о Земле и окружающей среде, – 2014. – 21. DOI: 10.1088/1755-1315/21/1/012028.

Николаев А.К., Деменин Е.С., Плотникова К.И., 2021 — *Николаев А.К., Деменин Е.С., Плотникова К.И.* Исследование применения противотурбулентных и депрессорных присадок при трубопроводном транспорте высоковязкой нефти // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2021, – 4(124). – Рр. 54–57. DOI: 10.33285/1999-6934-2021-4(124)-54-57.

Николаев А.К., Зарипова Н.А., Ерашов А.А., Деменин Е.С., 2018 — *Николаев А.К., Зарипова Н.А., Ерашов А.А., Деменин Е.С.* // ИОР Conf. Серия: Науки о Земле и окружающей среде. – 2018. – 194. DOI:10.1088/1755-1315/194/8/082029.

Приянка Э.Б., Махесвари К., Минакшиприя Б., 2016 — *Приянка Э.Б., Махесвари К.,*

Минакиширия Б. // Журнал прикладных исследований и технологий. – 2016. – 14. ISSN: 1665–6423. № 04-2003-041513244000-203.

Русинов П.Г., Балашов А.В., Нифантьев И.Е., 2016 — Русинов П.Г., Балашов А.В., Нифантьев И.Е. Антитурбулентная добавка и способ ее получения, патент. –2016. – № 10. RU(11)2 579 588(13)C1. 10.04.2016.

Хан В.Дж., Донг Ю.З., Чой Х.Дж., 2017 — Хань В.Дж., Донг Ю.З., Чой Х.Дж. // Процессы, – 2017. – 5(2). – С. 24. DOI:10.3390/pr5020024.

Хонг Ч.Х., Джанг Ч.Х., Чой Х.Дж., 2015 — Хонг Ч.Х., Джанг Ч.Х., Чой Х. // J.Polymers, – 2015. – 7. – Рр. 1279–1298. DOI: 10.3390/polym7071279. (на китайском).

Ян Ч., 2020 – Ян Ч. Оценка влияния разрушения пути противотурбулентными добавками на их гидравлическую эффективность, диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, – 2020.

## REFERENCES

Abubakar A., Al-Hashmi A., Al-Wahaibi T., Al-Wahaibi Y., Al-Ajmi A., Eshrati M., 2014 — Abubakar A., Al-Hashmi A., Al-Wahaibi T., Al-Wahaibi Y., Al-Ajmi A. Roles of drag reducing polymers in single- and multi-phase flows Eshrati M. // Adv. Mech. Eng. –2014. –6. doi.org/10.1155/2014/20202073.

Akhmetov S., Akhmetov N., Iklasova Zh., Zaydemova Zh., 2021 — Akhmetov S., Akhmetov N., Iklasova Zh., Zaydemova Zh., Energy-saving technologies for oil and gas transportation // E3S Web of Conferences –2021. –288. –01051. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128801051.

Alyabyev A.S., Dekhtyar E.F., Kabanov O.P., Osipov G.V., 2018 — Alyabyev A.S., Dekhtyar E.F., Kabanov O.P., Osipov G.V. Anti-turbulence additive. –2018. RU2667913C1. https://patents.google.com/patent/RU2667913C1/ru.

Balabukha A., Zvereva V., 2020 — alabukha A., Zvereva V. Evaluation of the effectiveness of anti-turbulent additives in the oil pipeline transportation. Key Trends in Transportation Innovation, // E3S Web Conf., – 2005. – V.157, – 02005. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015702005.

Belousov Yu.P., 1980 — Belousov Yu.P. Anti-turbulence additives for hydrocarbon liquids, –1980, Novosibirsk, Nauka;

Bogdevičius M., Janutėnienė J., Jonikas K., Guseinoviėnė E., Drakšas M., 2013 — Bogdevičius M., Janutėnienė J., Jonikas K., Guseinoviėnė E., Drakšas M. // Journal of Vibroengineering, –2018. – 15(1). – Pp. 419–427. ISSN (Print) 1392-8716.

Dai X., Li G., Li J., Xin Y., Yang G., Zhang Y., Synthesis of graphene–transition metal oxide hybrid nanoparticles and their application in various fields 2015 — // 2nd International Workshop on Materials Engineering and Computer Sciences (in China).

De Sousa C.A., Romero O.J., 2017 — De Sousa C.A., Romero O. // atin American Journal of Energy Research 4(1). –Pp. 17–29. DOI: 10.21712/lajer 2017.v4 n1, (in Eng.).

Edomwonyi-Otu L.C., 2015 — Edomwonyi-Otu L.C. Drag reduction in oil-water flows, PhD Thesis (Department of Chemical Engineering University College London. –2015 (in Eng.).

Han W.J., Dong Y.Z., Choi H.J., 2017 — Han W.J., Dong Y.Z., Choi H.J. // Processes, –2017. – 5(2). – P.24. DOI: 10.3390/pr5020024.

Hong C.H., Jang C.H., Choi H.J., 2015 — Hong C.H., Jang C.H., Choi H. // J. Polymers. –2015. – 7. – Pp. 1279–1298. DOI: 10.3390/polym7071279. (in China).

Japper-Jaafar A., M. Escudier B., Poole R.J., 2010 — Japper-Jaafar A., M. Escudier B., Poole R. // Journal Non-Newtonian Fluid Mechanics, –2010. –161. – Pp. 86–93. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015702005.

Jubran B.A., Zurigat Y.H., Goosen M.F.A., 2005 — Jubran B.A., Zurigat Y.H., Goosen M.F.A. // Petroleum Science and Technology. – 205, – 3. DOI: 10.1081/LFT-200038223.

Karami H.R., Mowla D., Nonnewton J., 2012 — Karami H.R., Mowla D., Nonnewton J. Investigation of the effects of various parameters on pressure drop reduction in crude oil pipelines by drag reducing agents // Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics. Fluid Mech., –2012. –177(178). –Pp. 37–45. https://doi.org/10.1016/j.jnnfm.2012.04.001.

Manzhai V.N., Le Grand M.C., Abdousaliyev A.V., 2014 — *Manzhai V.N., Le Grand M.C., Abdousaliyev A.V.* // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, –2014.– 21. DOI: 10.1088/1755-1315/21/1/012028.

Nikolaev A.K., Demenin E.S., Plotnikova K.I., 2021 — *Nikolaev A.K., Demenin E.S., Plotnikova K.I.* Study of the use of anti-turbulent and depressant additives in pipeline transport of high-viscosity oil, // Equipment and technologies for the oil and gas complex. – 2021. - 4(124). Pp. 54–57. DOI: 10.33285/1999-6934-2021-4(124)-54-57.

Nikolaev A.K., Zaripova N.A., Erashov A.A., Demenin E.S., 2018 — *Nikolaev A.K., Zaripova N.A., Erashov A.A., Demenin E.S.* // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. –2018. –194. DOI: 10.1088/1755-1315/194/8/082029.

Priyanka E.B., Maheswari C., Meenakshipriya B., 2016 — *Priyanka E.B., Maheswari C., Meenakshipriya B.* // Journal of Applied Research and Technology. –2016, – 14. ISSN: 1665–6423. № 04-2003-041513244000-203.

Rusinov P.G., Balashov A.V., Nifantiev I.E., 2016 — *Rusinov P.G., Balashov A.V., Nifantiev I.E.* Anti-turbulent additive and method for its production, patent. –2016. – № 10. RU (11) 2 579 588(13) C1, 04/10/2016.

Yan Ch., 2020 – *Yan Ch.* Evaluation of the influence of track destruction of anti-turbulent additives on their hydraulic efficiency, thesis for the degree of candidate of technical sciences, - 2020.

## CONTENTS

## BIOTECHNOLOGY

<b>B.Z. Abdeliev, D. Baiboz</b> STUDY OF GENETIC DIVERSITY OF PATHOGENIC MICROORGANISMS.....	5
<b>D. Zhanabergenova, Zh.Zh.Chunetova, B.A. Zhumabaeva</b> GENETIC ANALYSIS OF THE TYPES OF DEVELOPMENT OF MUTANT LINES FROM COMMON WHEAT VARIETIES.....	13
<b>M.G. Kairova, P.V. Vesselova, G.M. Kudabayeva, G.T. Sitpayeva</b> POPLAR SPECIES IN KAZAKHSTAN AND SOME GENOTYPING PROBLEMS.....	24
<b>M.T. Kargayeva, Kh.A. Aubakirov, B.I. Toktosunov, S.D. Mongush, A.Kh. Abdurasulov, D.A. Baimukanov</b> BIOLOGICAL FEATURES OF MILKING MARES OF LOCAL EURASIAN BREEDS.....	33
<b>S. Manukyan</b> ANISOTROPY OF MICROORGANISMS IN DIFFERENT PARTS OF DUTCH CHEESE MASS PRODUCED BY TWO-SIDED PRESSING.....	43
<b>A.A. Nussupova, S.B. Dauletbaeva</b> STUDY OF PRODUCTIVITY AND LEAF RUST RESISTANCE OF WHEAT ISOGENIC LINES.....	52
<b>V.G. Semenov, V.G. Tyurin, A.V. Luzova, E.P. Simurzina, A.P. Semenova</b> SCIENTIFIC AND PRACTICAL JUSTIFICATION OF THE USE OF IMMUNOTROPIC AGENTS IN THE PREVENTION AND TREATMENT OF COW MASTITIS.....	68
<b>Ye.A. Simanchuk, G.J. Sultangazina, A.N. Kuprijanov</b> NATURAL OVERGROWTH OF THE DUMP SITES OF MINING ENTERPRISES IN THE KOSTANAY REGION.....	82

## PHYSICAL SCIENCES

<b>Zh.K. Aimasheva, D.V. Ismailov, Z.A. Oman, B.G. Orynbai</b> SYNTHESIS OF FULLERENES IN ANC DISCHARGE AND THEIR PURIFICATION FROM IMPURITIES.....	96
---	----

<b>E.B. Arinov, L.R. Kundakova, N.A. Ispulov, A.K. Seitkhanova, A.Zh. Zhumabekov</b> THE SOLUTION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS FOR ELASTIC DISTURBANCES IN THE CYLINDRICAL COORDINATE SYSTEM WITH REGARD TO THE INERTIAL COMPONENTS.....	108
<b>D.M. Zharylgapova, A.Zh. Seytmuratov</b> SHORT-RANGE RADIO COMMUNICATION SYSTEMS CALCULATION.....	125
<b>V.Yu. Kim, I.M. Izmailova, A.Z. Umirbayeva, A. Beket, B. Talgatuly</b> AN ASTRONOMICAL CALENDAR. A PROGRAM AND ALGORITHMS.....	136
<b>N.O. Koylyk, A. Dalelkhankyzy, G.A. Kaptagay, A. Kokazhaeva, N.B. Shambulov</b> GROUP-THEORETICAL RESEARCH COLLECTIVE STATES OF MULTI-NUCLEON NUCLEAR SYSTEMS.....	148
<b>A. Marasulov, I.I. Safarov, M.Kh. Tessaev, G.A. Abdraimova, A.S. Tolep</b> PROPERTIES OF SURFACE WAVES IN A VISCOELASTIC HOLLOW CYLINDER.....	164
<b>A.Zh. Omar, A.B. Manapbayeva, M.T. Kyzgarina, T. Komeshe, N.Sh. Alimgazinova</b> STUDIES OF REGIONS IN THE AQUILA MOLECULAR CLOUD BY THE METHOD OF CO SELECTIVE DISSOCIATION.....	180
<b>A.J. Ospanova, G.N. Shynykulova, N.N. Shynykulova, Y.B. Jumanov</b> ACTION OF EXTERNAL MAGNETS ON A THREE-PHASE ELECTRIC GENERATOR.....	192
<b>Shomshekova S.A.</b> A REVIEW OF MACHINE LEARNING APPLICATIONS IN ASTRONOMY AND ASTROPHYSICS.....	206

## **CHEMISTRY**

<b>G.B. Begimbayeva, R.O. Orynbassar, A.K. Zhumabekova</b> ON THE IMPACT OF STORAGE TIME ON THE COMPOSITION OF TECHNOLOGICAL LIME FOR FERROALLOY PRODUCTION.....	216
--	-----

<b>N.B. Zhumadilda, N.G. Gemejiyeva, Zh.Zh. Karzhaubekova, N.A. Sultanova</b> PHYTOCHEMICAL INVESTIGATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF <i>HEDYSARUM SONGORICUM</i> BONG.....	229
<b>S.A. Dzhumadullaeva, A.B. Bayeshov, A.V. Kolesnikov</b> CATALYTIC SYNTHESIS OF CARBOXYLIC ACID HYDRAZIDES OF VARIOUS STRUCTURES.....	243
<b>M.M. Zinalieva, Z.Zh. Seidakhmetova, E.K. Assembayeva, D.E. Nurmukhanbetova, A.N. Aralbaeva</b> THE STUDY OF THE BIOLOGICAL VALUE OF CURD CHEESES ENRICHED WITH HERBAL SUPPLEMENTS.....	254
<b>M.R. Mamedova, A.B. Ibraimov, K. Ashimuly, S.S. Yegemova, M.B. Alimzhanova</b> VALIDATION OF THE METHODOLOGY FOR THE ANALYSIS OF ENDOCRINE DESTRUCTORS IN WATER.....	265
<b>S.S. Mendigaliyeva, I.S. Irgibaeva, N.N. Barashkov, T.V. Sakhno, A.A. Aldongarov</b> SYNTHESIS AND APPLICATION OF NANOTRACERS BASED ON MIXED IRON-COBALT OXIDE FOR EVALUATION OF THE QUALITY OF MIXING IN LIQUID FEED.....	282
<b>Zh.D. Tanatarova, E.K. Assembayeva, Z.Zh. Seidakhmetova, D.E. Nurmukhanbetova, A.B. Toktamyssova</b> STUDY OF QUALITY AND SAFETY OF PROBIOTIC DAIRY PRODUCTS.....	293
<b>A. Tukibayeva, R. Pankiewicz, A. Zhylysbayeva, G. Adyrbekova, D. Asylbekova</b> SPECTROSCOPIC AND SEMIEMPIRICAL INVESTIGATIONS OF LASALOCID ESTER WITH 2,2'-TRITHIOETHANOL (LasTio) AND ITS COMPLEXES WITH MONOVALENT CATIONS.....	304
<b>A.A. Sharipova, A.B. Isaeva, M. Lotfi, M.O. Issakhov, A.A. Babayev, S.B. Aidarova, G.M. Madybekova</b> ANTI-TURBULENT MATERIALS BASED ON SURFACTANTS AND NANOPARTICLES.....	314

**МАЗМҰНЫ**

**БИОТЕХНОЛОГИЯ**

**Б.З. Абделиев, Д. Байбоз**  
ПАТОГЕНДІК МИКРООРГАНИЗМДЕРДІҢ ГЕНЕТИКАЛЫҚ  
ӘРТҮРЛІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....5

**Д. Жаңаберженова, Ж.Ж. Чунетова, Б.А. Жумабаева**  
ЖАЗДЫҚ ЖҰМСАҚ БИДАЙ СОРТТАРЫНАН АЛЫНҒАН МУТАНТТЫ  
ЛИНИЯЛАРДЫҢ ДАМУ ТИПТЕРІНЕ ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТАЛДАУ.....13

**М.Ж. Каирова, П.В. Веселова, Г.М. Кудабаяева, Г.Т. Ситпаева**  
ҚАЗАҚСТАННЫҢ ТЕРЕК ТҮРЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ  
ГЕНОТИПТЕУ МӘСЕЛЕСІ.....24

**М.Т. Каргаева, Х.А. Аубакиров, Б.И. Токтосунов, С.Д. Монгуш,  
А.Х. Абдурасулов, Д.А. Баймуканов**  
ЕУРАЗИЯНЫҢ ЖЕРГІЛІКТІ ТҰҚЫМДАРЫНЫҢ САУЫН БИЕЛЕРІНІҢ  
БИОЛОГИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....33

**С.С. Манукян**  
ЕКІ ЖАҚТЫ ПРЕСС АРҚЫЛЫ ӨНДІРІЛГЕН ГОЛЛАНДИЯ ІРІМШІГІ  
МАССАСЫНЫҢ ӘРТҮРЛІ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ  
МИКРООРГАНИЗМДЕРДІҢ АНИЗОТРОПИЯСЫ.....43

**А.А. Нусупова, С.Б. Даулетбаева**  
БИДАЙДЫҢ ИЗОГЕНДІ ЛИНИЯЛАРЫНЫҢ ӨНІМДІЛІГІ МЕН  
ҚОҢЫР ТАТҚА ТӨЗІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ.....52

**В.Г. Семенов, В.Г. Тюрин, А.В. Лузова, Е.П. Симурзина, А.П. Семенова**  
СИБИРЛАРДА МАСТИТЕТТІҢ АЛДЫН АЛУ ЖӘНЕ ЕМДЕУ ҮШІН  
ИММУНОТРОПТЫҚ ДӘРІЛЕРДІ ҚОЛДАНУДЫҢ  
ҒЫЛЫМИ-ПРАКТИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕУІ.....68

**Е.А. Симанчук, Г.Ж. Сұлтанғазина, А.Н. Куприянов**  
ҚОСТАНАЙ ОБЛЫСЫНЫҢ ТАУ КЕН ӨНДІРУ ӨНЕРКӘСІБІ  
КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ҮЙІНДІЛЕРІНІҢ ТАБИҒИ ӨСУІ.....82

**ФИЗИКА**

**Ж.К. Аймашева, Д.В. Исмаилов, З.Ә. Оман, Б.Ғ. Орынбай**  
ФУЛЛЕРЕННІҢ ДОҒАЛЫҚ РАЗРЯДТАҒЫ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ  
ОНЫ ҚОСПАЛАРДАН ТАЗАРТУ.....96

<b>Е.Б. Аринов, Л.Р. Кундакова, Н.А. Испулов, А.К. Сейтханова, А.Ж. Жумабеков</b> ЦИЛИНДРЛІК КООРДИНАТАЛАР ЖҮЙЕСІНДЕ ИНЕРЦИЯЛЫҚ ҚОСЫЛҒЫШТАРДЫ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, СЕРПІМДІ АУЫТҚУЛАР ҮШІН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІ ШЕШУ.....	108
<b>Д.М. Жарылғапова, А.Ж. Сейтмұратов</b> ҚЫСҚА АРАЛЫҚТАҒЫ РАДИОБАЙЛАНЫС ЖҮЙЕЛЕРІН ЕСЕПТЕУ....	125
<b>В.Ю. Ким, И.М. Измайлова, А.Ж. Умирбаева, А. Бекет, Б. Талғатұлы</b> АСТРОНОМИЯЛЫҚ КҮНТІЗБЕ. БАҒДАРЛАМА ЖӘНЕ АЛГОРИТМДЕР.....	136
<b>Н.О. Қойлық, А. Далелханқызы, Г.Ә. Қаптағай, А.Б. Кокажаева, Н.Б. Шамбулов</b> КӨП НУКЛОНДЫ ЯДРОЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІҢ ҰЖЫМДЫҚ КҮЙІН ТЕОРИЯЛЫҚ–ТОПТЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	148
<b>А. Марасулов, И.И. Сафаров, М.Х. Тешаев, Г.А. Абдраимова, Ә.С. Төлеп</b> ТҮТҚЫР-СЕРПІМДІ ҚУЫС ЦИЛИНДРДЕГІ БЕТТІК ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ.....	164
<b>А.Ж. Омар, А.Б. Манапбаева, М.Т. Кызгарина, Т. Көмеш, Н.Ш. Алимгазинова</b> AQUILA МОЛЕКУЛАЛЫҚ БҰЛТЫНЫҢ АЙМАҚТАРЫН СО ТАҢДАМАЛЫ ДИССОЦИАЦИЯСЫ ӘДІСІМЕН ЗЕРТТЕУ.....	180
<b>А.Ж. Оспанова, Г.Н. Шиникулова, Н.Н. Шиникулова, Е.Б. Джуманов</b> ҮШФАЗАЛЫ ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРЛАРЫНА СЫРТҚЫ МАГНИТТЕРДІҢ ӘСЕР.....	192
<b>С.А. Шомшекова</b> АСТРОНОМИЯ ЖӘНЕ АСТРОФИЗИКА САЛАЛАРЫНДА МАШИНАМЕН ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУ БОЙЫНША ШОЛУ.....	206
<b>ХИМИЯ</b>	
<b>Г.Б. Бегимбаева, Р.О. Орынбасар, А.К. Жумабекова</b> ФЕРРОҚОРЫТПА ӨНДІРІСІНДЕГІ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӘКТИҢ ҚҰРАМЫНА САҚТАУ УАҚЫТЫНЫҢ ӘСЕРІ.....	216
<b>Н.Б. Жұмаділда, Н.Г. Гемеджиева, Ж.Ж. Қаржаубекова, Н.А. Сұлтанова</b> <i>HEDYSARUM SONGORICUM</i> BONG. БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІ ЗАТТАРЫНЫҢ ФИТОХИМИЯЛЫҚ ТАЛДАУ.....	229

<b>С.А. Жұмаділлаева, А.Б. Баешов, А.В. Колесников</b> ҚҰРЫЛЫСЫ ӨРТҮРЛІ КАРБОН ҚЫШҚЫЛДАРЫ ГИДРАЗИДТЕРІНІҢ КАТАЛИТТІК СИНТЕЗІ.....	243
<b>М.М. Зиналиева, З.Ж. Сейдахметова, Э.К. Асембаева, Д.Е. Нурмуханбетова, А.Н. Аралбаева</b> ӨСІМДІК ТЕКТІ ҚОСПАЛАРМЕН БАЙТЫЛҒАН СҮЗБЕ ІРІМШІКТЕРДІҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН ЗЕРТТЕУ.....	254
<b>М.Р. Мамедова, А.Б. Ибраимов, К. Ашимулы, С.С. Егемова, М.Б. Алимжанова</b> СУДАҒЫ ЭНДОКРИНДЫҚ ДИСТРУКТОРЛАРДЫ ТАЛДАУ ӘДІСТЕМЕСІН ВАЛИДАЦИЯЛАУ.....	265
<b>С.С. Мендіғалиева, И.С. Иргібаева, Н.Н. Барашков, Т.В. Сахно, А.А. Алдонгаров</b> СҮЙЫҚ АЗЫМДА АРАЛАСТЫРУ САПАСЫН БАҒАЛАУ ҮШІН АРАС ТЕМІР-КОБАЛТ ОКСИДІНІҢ НЕГІЗІНДЕГІ НАНОТРЕКЕРЛЕРДІ СИНТЕЗІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ.....	282
<b>Ж.Д. Танатарова, Э.К. Асембаева, З.Ж. Сейдахметова, Д.Е. Нурмуханбетова, А.Б. Токтамысова</b> ПРОБИОТИКАЛЫҚ СҮТ ӨНІМДЕРІНІҢ САПАСЫ МЕН ҚАУІПСІЗДІГІН ЗЕРТТЕУ.....	293
<b>А.С. Тукибаева, Р. Панкевич, А. Жылысбаева, Г. Адырбекова, Д. Асылбекова</b> ЛАЗАЛОЦИДТІҢ 2,2'-ТРИТИОЭТАНОЛМЕН ЭФИРИН (LasTio) ЖӘНЕ ОНЫҢ МОНОВАЛЕНТТІ КАТИОНДАРМЕН КОМПЛЕКСТЕРІН СПЕКТРОСКОПИЯЛЫҚ ЖӘНЕ ЖАРТЫЛАЙ ЭМПИРИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУ.....	304
<b>А.А. Шарипова, А.Б. Исаева, М. Лотфи, М.О. Исахов, А.А. Бабаев, С.Б. Айдарова, Г.М. Мадыбекова</b> БЕТТІК БЕЛСЕНДІ ЗАТТАР МЕН НАНОБӨЛШЕКТЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ТУРБУЛЕНТКЕ ҚАРСЫ МАТЕРИАЛДАР.....	314

**СОДЕРЖАНИЕ****БИОТЕХНОЛОГИЯ****Б.З. Абделиев, Д. Байбоз**ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ПАТОГЕННЫХ  
МИКРООРГАНИЗМОВ.....5**Д. Жаңаберженова, Ж.Ж. Чунетова, Б.А. Жумабаева**ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТИПОВ РАЗВИТИЯ МУТАНТНЫХ ЛИНИЙ  
ОТ СОРТОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ.....13**М.Ж. Каирова, П.В. Веселова, Г.М. Кудабаева, Ситпаева Г.Т.**ВИДЫ ТОПОЛЯ В КАЗАХСТАНЕ И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ  
ГЕНОТИПИРОВАНИЯ.....24**М.Т. Каргаева, Х.А. Аубакиров, Б.И. Токтосунов, С.Д. Монгуш,****А.Х. Абдурасулов, Д.А. Баймуканов**  
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОЙНЫХ КОБЫЛ МЕСТНЫХ  
ПОРОД ЕВРАЗИИ.....33**С.С. Манукян**АНИЗОТРОПИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ В РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ  
ГОЛЛАНДСКОЙ СЫРНОЙ МАССЫ, ВЫРАБОТАННОЙ  
ДВУХСТОРОННИМ ПРЕССОВАНИЕМ.....43**А.А. Нусупова, С.Б. Даулетбаева**ИЗУЧЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ  
К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ ИЗОГЕННЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ.....52**В.Г. Семенов, В.Г. Тюрин, А.В. Лузова, Е.П. Симурзина, А.П. Семенова**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ  
ИММУНОТРОПНЫХ СРЕДСТВ В ПРОФИЛАКТИКЕ  
И ТЕРАПИИ МАСТИТА КОРОВ.....68**Е.А. Симанчук, Г.Ж. Султангазина, А.Н. Куприянов**ЕСТЕСТВЕННОЕ ЗАРАСТАНИЕ ОТВАЛОВ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
КОСТАНАЙСКОЙ ОБЛАСТИ.....82**ФИЗИКА****Ж.К. Аймашева, Д.В. Исмаилов, З.Э. Оман, Б.Ф. Орынбай**СИНТЕЗ Фуллеренов в дуговом разряде и  
их очистка от примесей.....96

<b>Е.Б. Аринов, Л.Р. Кундакова, Н.А. Испулов, А.К. Сейтханова, А.Ж. Жумабеков</b> РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ УПРУГИХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ С УЧЕТОМ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ.....	108
<b>Д.М. Жарылгапова, А.Ж. Сейтмуратов</b> РАСЧЕТ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ МАЛОЙ ДАЛЬНОСТИ.....	125
<b>В.Ю. Ким, И.М. Измайлова, А.Ж. Умирбаева, А. Бекет, Б. Талгатулы</b> АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ. ПРОГРАММА И АЛГОРИТМЫ.....	136
<b>Н.О. Койлык, А. Далелханқызы, Г.Ә. Қаптағай, А.Б. Кокажаева, Н.Б. Шамбулов</b> ТЕОРЕТИКО–ГРУППОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЛЕКТИВНЫХ СОСТОЯНИЙ МНОГОНУКЛОННЫХ ЯДЕРНЫХ СИСТЕМ.....	148
<b>А. Марасулов, И.И. Сафаров, М.Х. Тешаев, Г.А. Абдраимова, А.С. Тулеп</b> СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В ВЯЗКО-УПРУГОМ ПОЛОМ ЦИЛИНДРЕ.....	164
<b>А.Ж. Омар, А.Б. Манапбаева, М.Т. Кызгарина, Т. Комеш, Н.Ш. Алимгазина</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИКОЙ С СЕЛЕКТИВНОЙ ДИССОЦИАЦИИ ОБЛАСТЕЙ МОЛЕКУЛЯРНОГО ОБЛАКА AQUILA.....	180
<b>А.Ж. Оспанова, Г.Н. Шиникулова, Н.Н. Шиныкулова, Е.Б. Джуманов</b> ВОЗДЕЙСТВИЕ ВНЕШНИХ МАГНИТОВ НА ТРЕХФАЗНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ.....	192
<b>С.А. Шомшекова</b> ОБЗОР ПО ПРИМЕНЕНИЮ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В АСТРОНОМИИ И АСТРОФИЗИКЕ.....	206

## **ХИМИЯ**

<b>Г.Б. Бегимбаева, Р.О. Орынбасар, А.К. Жумабекова</b> О ВОЗДЕЙСТВИИ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ НА СОСТАВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗВЕСТИ ДЛЯ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	216
---	-----

<b>Н.Б. Жумадила, Н.Г. Гемеджиева, Ж.Ж. Каржаубекова, Н.А. Султанова</b> ФИТОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ <i>HEDYSARUM SONGORICUM</i> BONG.....	229
<b>С.А. Джумадуллаева, А.Б. Баешов, А.В. Колесников</b> КАТАЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ГИДРАЗИДОВ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ РАЗЛИЧНОГО СТРОЕНИЯ.....	243
<b>М.М. Зиналиева, З.Ж. Сейдахметова, Э.К. Асембаева, Д.Е. Нурмуханбетова, А.Н. Аралбаева</b> ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ТВОРОЖНЫХ СЫРОВ, ОБОГАЩЕННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ.....	254
<b>М.Р. Мамедова, А.Б. Ибраимов, К. Ашимулы, С.С. Егемова, М.Б. Алимжанова</b> ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДОЛОГИИ АНАЛИЗА ЭНДОКРИННЫХ ДЕСТРУКТОРОВ В ВОДЕ.....	265
<b>С.С. Мендигалиева, С. Иргибаетова, Н.Н. Барашков, Т.В. Сахно</b> СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ ОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА И КОБАЛЬТА В КАЧЕСТВЕ НАНОТРЕЙСЕРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СМЕШИВАНИЯ В ЖИДКИХ КОРМАХ.....	282
<b>Ж.Д. Танатарова, Э.К. Асембаева, З.Ж. Сейдахметова, Д.Е. Нурмуханбетова, А.Б. Токтамысова</b> ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПРОБИОТИЧЕСКИХ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ.....	293
<b>А.С. Тукибаева, Р. Панкевич, А. Жылысбаева, Г. Адырбекова, Д. Асылбекова</b> СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ И ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФИРА ЛАЗАЛОЦИДА С 2,2'-ТРИТИОЭТАНОЛОМ ( <i>LasTio</i> ) И ЕГО КОМПЛЕКСОВ С ОДНОВАЛЕНТНЫМИ КАТИОНАМИ.....	304
<b>А.А. Шарипова, А.Б. Исаева, М. Лотфи, М.О. Исахов, А.А. Бабаев, С.Б. Айдарова, Г.М. Мадыбекова</b> ПРОТИВОТУРБУЛЕНТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПАВ И НАНОЧАСТИЦ.....	314

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

**[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)  
ISSN 2518-1483 (Online), ISSN 2224-5227 (Print)  
<http://reports-science.kz/index.php/en/archive>**

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК Р. Жәліқызы

Редакторы: М.С. Ахметова, Д.С. Аленов

Верстка на компьютере Г.Д. Жадырановой

Подписано в печать 30.03.2023.

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

22,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.