

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

2023 • 4



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ  
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

# БАЯНДАМАЛАРЫ

## ДОКЛАДЫ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ  
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН»  
ЧФ «ХАЛЫҚ»

## REPORTS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
«Halyk» Private Foundation

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK



## ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в *Astana IT University*, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «*USTEM Robotics*» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «*Almaty Digital Ustaz*».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и Wos и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,  
Благотворительный Фонд «Халык»!**

Б А С Р Е Д А К Т О Р :

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

Р Е Д А К Ц И Я Л Ы Қ А Л Қ А :

**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 Хамдар 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

**ТИГИНИЯНУ 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 Hernando**, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), Н = 28

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

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

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

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

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

«Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының баяндамалары»

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

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» Республикалық қоғамдық бірлестігі (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 29.07.2020 ж. берілген № КЗ93VPY00025418 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

**ЦЕПЕТКИН 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 Куантай Авгазыевич**, 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 Нургали Жаббаевич**, 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

**RAMANKULOVA 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 4. Number 348 (2023), 69–79

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.243>

UDC 536.223

IRSTI 29.17.19

© **A. Kassymov<sup>1\*</sup>, A. Adylkanova<sup>1</sup>, A. Bektemissov<sup>1</sup>, K. Astemessova<sup>2</sup>,  
G. Turlybekova<sup>2</sup>, 2023**

<sup>1</sup>Shakarim University of Semey, Semey, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Kazakh National Technical University named K.I. Satbayev,  
Almaty, Kazakhstan;

E-mail: [kassymov.asb@gmail.com](mailto:kassymov.asb@gmail.com)

## **INTENSIFICATION OF HEAT TRANSFER IN HYBRID SOLAR COLLECTORS BY USING NANOFUIDS AS A COOLANT**

**Kassymov Askar** — PhD, acting associate professor. Shakarim University of Semey. 071412. Semey, Kazakhstan

E-mail: [kassymov.asb@gmail.com](mailto:kassymov.asb@gmail.com). ORCID: 0000-0002-1983-6508;

**Adylkanova Ainur**—PhD student, Shakarim University of Semey. 071412. Semey, Kazakhstan E-mail: [aiko6a8383@mail.ru](mailto:aiko6a8383@mail.ru). ORCID: 0009-0006-6068-3941;

**Bektemissov Anuar**—PhD student, Shakarim University of Semey. 071412. Semey, Kazakhstan E-mail: [anuar.bektemissov@icloud.com](mailto:anuar.bektemissov@icloud.com). ORCID: 0000-0002-0364-4632;

**Astemessova Kalamkas** — PhD, senior lecturer. Kazakh National Technical University named K.I. Satbayev. 050013. Almaty, Kazakhstan

E-mail: [k.astemessova@satbayev.university](mailto:k.astemessova@satbayev.university). ORCID: 0000-0002-4143-6084;

**Turlybekova Gulzhan** — candidate of technical sciences, senior lecturer. Kazakh National Technical University named K.I. Satbayev. 050013, Almaty, Kazakhstan

E-mail: [g.turlybekova@satbayev.university](mailto:g.turlybekova@satbayev.university). ORCID: 0000-0001-5522-4931.

**Abstract.** Intensification of heat transfer is one of the most important problems of modern thermophysics. One of the modern methods for intensification of heat exchange process is the use of coolants based on nanofluids. They are attracting attention due to their potential to improve heat transfer in various systems, particularly in the field of solar energy. In this work, the thermal conductivity of nanofluids based on TiO<sub>2</sub> and CuO nanoparticles was studied. Various concentrations of TiO<sub>2</sub> and CuO nanoparticles in the range from 0.5 to 2% were studied at temperatures of 293–333 K in a mixture of bidistilled water, ethylene glycol/bidistilled water, stabilized with the surfactant cetyltrimethylammonium bromide (CTAB). The optimal concentration of CTAB, equal to 0.7%, was determined experimentally. To evaluate the stability of nanofluids, zeta potential and hydrodynamic particle size were measured. As a result of thermophysical measurements, a significant increase

in the thermal conductivity of nanofluids relative to the base fluid was discovered. The largest increase was observed at a mass concentration of nanoparticles of 2% for both  $\text{TiO}_2$  and  $\text{CuO}$  in all mixtures. With a further increase in the concentration of nanoparticles, problems with the stability of the resulting solutions were observed. Comparison of the obtained thermal conductivity values of  $\text{TiO}_2$  and  $\text{CuO}$  nanofluids was made. Both  $\text{TiO}_2$  and  $\text{CuO}$  nanofluids showed an increase in thermal conductivity coefficient for each mass concentration, while the  $\text{CuO}$ -based nanofluid has a higher thermal conductivity than  $\text{TiO}_2$ -based one. The results of this work can be useful in determining the technological regimes of the coolant in hybrid solar collectors, developing new models of solar panels and other applications of thermophysics.

**Keywords:** heat transfer, thermal conductivity, nanofluid, hybrid solar collector, coolant, zeta-potential.

*This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP19678220).*

© А. Касымов<sup>1\*</sup>, А. Адылканова<sup>1</sup>, А. Бектемисов<sup>1</sup>, К. Астемесова<sup>2</sup>,  
Г. Турлыбекова<sup>2</sup>, 2023

<sup>1</sup>Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Семей, Қазақстан;

<sup>2</sup>Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: kassymov.asb@gmail.com

## ЖЫЛУ ТАСЫМАЛДАҒЫШ РЕТІНДЕ НАНОСҰЙЫҚТЫҚТАРДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ГИБРИДТІ КҮН КОЛЛЕКТОРЛАРЫНДАҒЫ ЖЫЛУ АЛМАСУДЫ ҚАРҚЫНДАТУ

**Касымов Аскар Багдатович** – PhD, қауымдастырылған профессор м.а. Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті. 071412. Семей, Қазақстан

E-mail: kassymov.asb@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1983-6508;

**Адылканова Айнур Жарылқасыновна** – PhD докторант. Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті. 071412. Семей, Қазақстан

E-mail: aikoba8383@mail.ru. ORCID: 0009-0006-6068-3941;

**Бектемисов Ануар Алмасбекович** – PhD докторант. Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті. 071412. Семей, Қазақстан

E-mail: anuar.bektemissov@icloud.com. ORCID: 0000-0002-0364-4632;

**Астемесова Каламкас Сериковна** – PhD, аға оқытушы. Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, 050013, Алматы, Қазақстан

E-mail: k.astemessova@satbayev.university. ORCID: 0000-0002-4143-6084;

**Турлыбекова Гулжан Капасовна** – техника ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы. Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, 050013, Алматы, Қазақстан

E-mail: g.turlybekova@satbayev.university. ORCID: 0000-0001-5522-4931.

**Аннотация.** Жылу алмасуды қарқындату қазіргі заманғы жылу физиканың ең маңызды міндеттерінің бірі болып табылады. Жылу алмасу процесін қарқындатуының заманауи әдістерінің бірі наносұйықтықтар



негізіндегі жылу тасымалдағыштарды қолдану болып табылады. Олар әртүрлі жүйелерде, әсіресе күн энергиясы саласында жылу беруді жақсарту әлеуетіне байланысты өзіне назар аударды. Бұл жұмыста  $TiO_2$  және  $CuO$  нанобөлшектері негізіндегі наносұйықтықтардың жылу өткізгіштігі зерттелді.  $TiO_2$  және  $CuO$  нанобөлшектерінің 0,5-тен 2%-ға дейінгі диапазондағы әртүрлі концентрациясы цетилтриметиламмоний бромиді (ЦТАБ) беттік белсенді затымен тұрақтандырылған бидистилденген су, этиленгликоль/ бидистилденген су қоспасы 293-333 К аралығындағы температурадасында зерттелді. ЦТАБ-тың 0,7% тең оңтайлы концентрациясы эксперименталды түрде табылды. Наносұйықтықтардың тұрақтылығын бағалау үшін олардың дзета потенциалы және гидродинамикалық бөлшектердің өлшемі анықталды. Жылу физикалық өлшеулер нәтижесінде наносұйықтықтардың негізгі сұйықтыққа қатысты жылу өткізгіштігінің айтарлықтай жоғарылауы анықталды. Ең үлкен өсім барлық қоспалардағы  $TiO_2$  және  $CuO$  үшін де 2% нанобөлшектердің массалық концентрациясында байқалды. Нанобөлшектердің концентрациясының одан әрі жоғарылатқан кезде алынған ерітінділердің тұрақтылығында мәселелер орын алғаны байқалды.  $TiO_2$  және  $CuO$  наносұйықтықтарының алынған жылу өткізгіштік мәндерінің салыстыруы жүргізілді.  $TiO_2$  және  $CuO$  наносұйықтықтары әрбір массалық концентрация үшін жылу өткізгіштік коэффициентінің жоғарылауын көрсетті, ал  $CuO$  негізіндегі наносұйықтық  $TiO_2$ -ге қарағанда жоғары жылу өткізгіштікке ие болғаны анықталды. Бұл жұмыстың нәтижелері гибриді күн коллекторларындағы жылу тасымалдағыштың технологиялық режимдерін анықтауда, күн панельдерінің жаңа үлгілерін әзірлеуде және жылу физиканың басқа қолданбаларында пайдалы болуы мүмкін.

**Түйін сөздер:** жылу алмасу, жылу өткізгіштік, наносұйықтық, гибриді күн коллекторы, жылу тасымалдағыш, дзета-потенциал.

*Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетімен қаржыландырылады (грант № AP19678220).*

© А. Касымов<sup>1\*</sup>, А. Адылканова<sup>1</sup>, А. Бектемисов<sup>1</sup>, К. Астемесова<sup>2</sup>,  
Г. Турлыбекова<sup>2</sup>, 2023

<sup>1</sup> Университет имени Шакарима города Семей, Семей, Казахстан;

<sup>2</sup> Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан.;

E-mail: kassymov.asb@gmail.com

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ГИБРИДНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОЖИДКОСТЕЙ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ**

**Касымов Аскар Багдатович** – PhD, и.о. ассоциированного профессора. Университет имени Шакарима города Семей. 071412. Семей, Казахстан  
E-mail: kassymov.asb@gmail.com. ORCID: 0000-0002-1983-6508;

**Адылканова Айнур Жарылкасыновна** – PhD докторант. Университет имени Шакарима города Семей. 071412. Семей, Казахстан

E-mail: aikooba8383@mail.ru. ORCID: 0009-0006-6068-3941;

**Бектемисов Ануар Алмасбекович** – PhD докторант. Университет имени Шакарима города Семей. 071412. Семей, Казахстан

E-mail: anuar.bektemissov@icloud.com. ORCID: 0000-0002-0364-4632;

**Астемесова Каламкас Сериковна** – PhD, старший преподаватель. Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева. 050013, Алматы, Казахстан

E-mail: k.astemessova@satbayev.university. ORCID: 0000-0002-4143-6084;

**Турлыбекова Гулжан Капасовна** – кандидат технических наук, старший преподаватель. Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева. 050013, Алматы, Казахстан

E-mail: g.turlybekova@satbayev.university. ORCID: 0000-0001-5522-4931.

**Аннотация.** Интенсификация теплообмена является одной из важнейших задач современной теплофизики. Одним из современных методов интенсификации теплообменного процесса является использование теплоносителей на основе наножидкостей. Они привлекают внимание благодаря своему потенциалу улучшения теплопередачи в различных системах, в частности в области солнечной энергетики. В данной работе исследована теплопроводность наножидкостей на основе наночастиц  $\text{TiO}_2$  и  $\text{CuO}$ . Исследованы различные концентрации наночастиц  $\text{TiO}_2$  и  $\text{CuO}$  в диапазоне от 0,5 до 2 % при температурах 293-333 К в смеси бидистиллированная вода, этиленгликоль/бидистиллированная вода, стабилизированных поверхностно-активным веществом цетилтриметиламмония бромид (ЦТАБ). Оптимальная концентрация ЦТАБ, равная 0,7% была определена экспериментальным путем. Для оценки стабильности наножидкостей было произведено измерение дзета-потенциала и гидродинамического размера частиц. В результате теплофизических измерений было обнаружено значительное увеличение теплопроводности наножидкостей по отношению к базовой жидкости. Наибольший рост наблюдался при массовой концентрации наночастиц 2% как для  $\text{TiO}_2$ , так и для  $\text{CuO}$  во всех смесях. При дальнейшем увеличении концентрации наночастиц наблюдались проблемы со стабильностью полученных растворов. Проведено сравнение полученных значений теплопроводности наножидкостей  $\text{TiO}_2$  и  $\text{CuO}$ . Наножидкости как  $\text{TiO}_2$ , так и  $\text{CuO}$  показали рост коэффициента теплопроводности для каждой массовой концентрации, при этом наножидкость на основе  $\text{CuO}$  обладает более высокой теплопроводностью, чем  $\text{TiO}_2$ . Результаты данной работы могут быть полезны при определении технологических режимов теплоносителя в гибридных солнечных коллекторах, разработке новых моделей солнечных панелей и других приложениях теплофизики.

**Ключевые слова:** теплообмен, теплопроводность, наножидкость, гибридный солнечный коллектор, теплоноситель, дзета-потенциал.

*Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19678220).*

## Introduction

Kazakhstan has significant potential for solar energy due to its vast land area and abundant sunlight, especially in the southern regions. There are some ways to utilize solar energy: using solar photovoltaic (PV) systems, solar water heating. The most widely used equipment to catch solar radiation is using PV systems, that allows not only to generate electricity but also to use the heat of sun. Solar panels, also known as PV panels, are devices that convert sunlight into electricity. The main drawback of solar panel is its surface heating. It results in decreased efficiency, so it is necessary to withdraw the heat. Hybrid solar collectors combine different solar technologies to improve energy efficiency and provide a more reliable source of energy. It is designed to capture and utilize solar energy for various applications, including electricity generation, heating, cooling, and hot water production (Fig.1). In recent years, the number of research on intensifying heat transfer in solar collectors using nanofluid coolants has increased significantly (Farhana et al., 2019; Goel et al., 2020; Olia et al., 2019; Younis et al., 2018; Zayed et al., 2019). Popular heat transfer agents, providing heat exchange, are liquids based on ethylene glycol or propylene glycol.

In the framework of literature review many materials for nanofluid preparation was considered and it was found that  $\text{TiO}_2$  and  $\text{CuO}$  particles looks most promising (Arifin et al., 2022; Liu et al., 2006).  $\text{TiO}_2$  and  $\text{CuO}$  nanofluids show significant increase in thermal conductivity (Ali et al., 2018; Ali, Sajid, Arshad, 2017; Das et al., 2016; Saydi et al., 2023; Wang et al., 1999).

Nanoparticles in a liquid suspension coagulate due to the imbalance of electrostatic repulsion forces caused by the surface charge of nanoparticles and the forces of mutual attraction of molecules. To prevent agglomeration surfactants are added. There are different types of surfactants: anionic, cationic etc. The effect of surfactants depends on surfactant type, its concentration and nanofluid preparation conditions (Al-Waeli et al., 2019). One of the methods for predicting the stability of a nanofluid is to determine its zeta potential, which is the value of the surface charge of nanoparticles in the liquid. There is a direct relationship between zeta potential and nanofluid stability (Vandsburger, 2009).

Additional information about the state of a colloidal system can be obtained by studying the diameters of nanoparticles in a liquid. The process of precipitation of colloidal agglomerations occurs when the particle diameter reaches more than 100 microns (Henze et al., 2006:391).

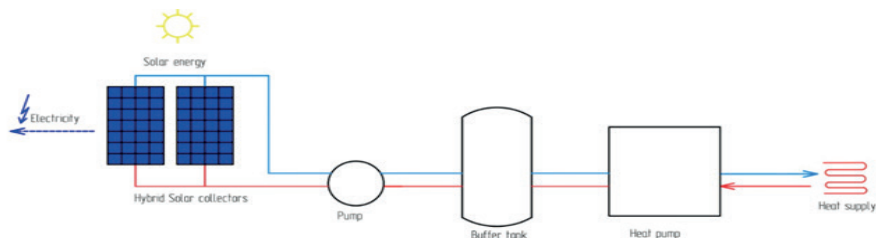


Fig. 1. Hybrid solar collector

However most of the papers consider thermal properties of pure nanofluids. Thermal conductivities of  $\text{TiO}_2$  and  $\text{CuO}$  nanoparticles stabilized by surfactants are not considered in depth. This work is intended to fill this gap, since the addition of surfactants affects the thermophysical properties of nanofluids.

### Materials and methods

Nanofluids were prepared by two-step method by magnetic stirring and ultrasonication during the different periods of time. Duration of each process was found experimentally, until required particle size in solutions and their stability were provided. Nanoparticles were bought from Sigma Aldrich supplier. Double-distilled water (DDW) water was produced in the laboratory of the university. Ethylene glycol was bought from the chemical reagent manufacturer («Damu-Chemistry» LLP). CTAB surfactant was chosen as the most suitable for this type of nanoparticles.

Quantitative analysis of  $\text{TiO}_2$  and  $\text{CuO}$  nanoparticles were made using «INCA Energy 250» energy dispersive spectrometer of the Jeol JSM-6390LV scanning electron microscope.

Average particles sizes and zeta-potential of the solutions were investigated by Zetasizer Nano ZS90 (Malvern Instruments Ltd., UK) on the basis of dynamic light scattering method.

Thermal conductivity was measured by TEMPOS Thermal Properties Analyzer (METER group, Inc. USA). KS-3 sensor was used to determine the properties of nanofluids.

### Results and discussion

Results of elemental analysis are shown in the Figs.2-3:  $\text{TiO}_2$  and  $\text{CuO}$  nanoparticles purity are equal to 98% and 99% respectively. There was insignificant amount of borium and bromide in spectrum results. However, their mass fraction was negligible.

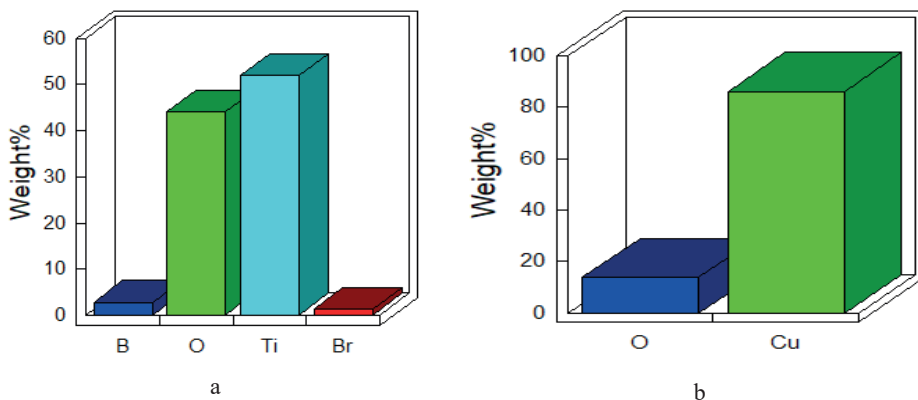


Fig. 2. Quantitative analysis in terms of weight for  $\text{TiO}_2$  (a) and  $\text{CuO}$  (b) nanoparticles

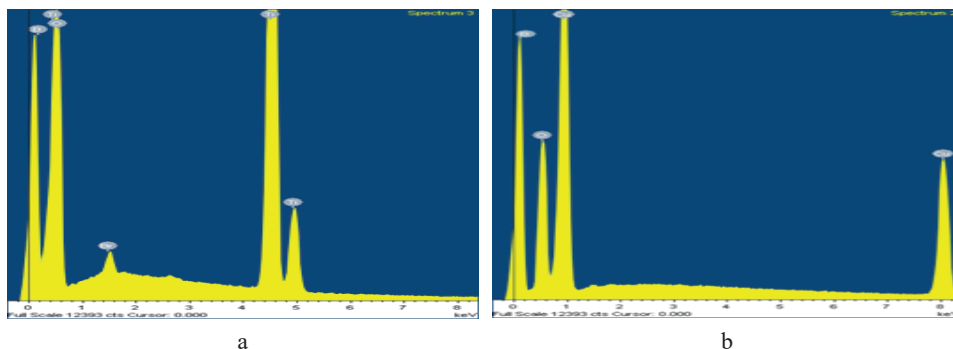


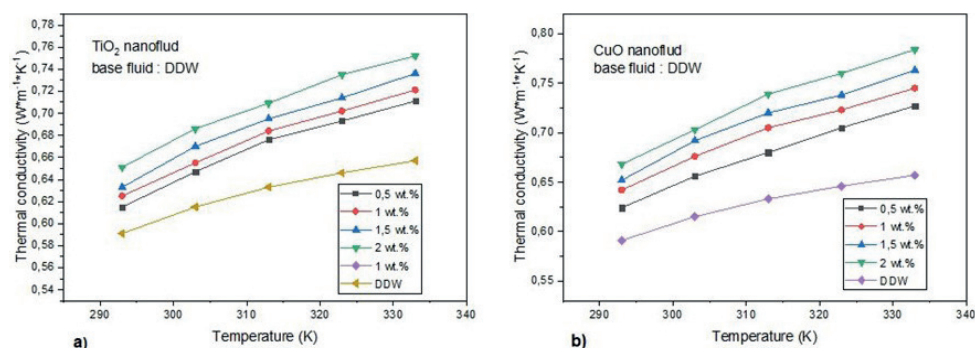
Fig. 3. Quantitative analysis of TiO<sub>2</sub> (a) and CuO (b) samples (spectrum)

An important stability factor, in addition to the consistency of the base liquid, is the zeta potential and particle size in the nanofluid. EG/DDW-based (50:50 %) nanofluids were investigated on zeta potential and particle size due to more stable condition. The zeta potential for TiO<sub>2</sub> takes the value of -25mV, for CuO -31 mV.

The distribution of particles according to size was obtained by dynamic light scattering method. The highest size density of TiO<sub>2</sub> particles lies in the range of 35-45 nm. Small agglomerations at the level of 2% are observed in particles with a hydrodynamic diameter of 110-120 nm. For CuO the particle distribution takes values of 45-55 nm. A series of experiments showed that the most optimal CTAB surfactant concentration is 0.7%

After the quality of the source materials and the required particle size were ensured, thermal conductivity measurements of the nanofluids were taken. Double-distilled water, a mixture of ethylene glycol/double-distilled water in a ratio of 50:50%, a mixture of ethylene glycol/double-distilled water in a ratio of 30:70% were used as a based fluid.

An increase in the thermal conductivity of the nanofluids is observed in 3 variants of the base fluid for TiO<sub>2</sub> and CuO (Fig. 4-6).



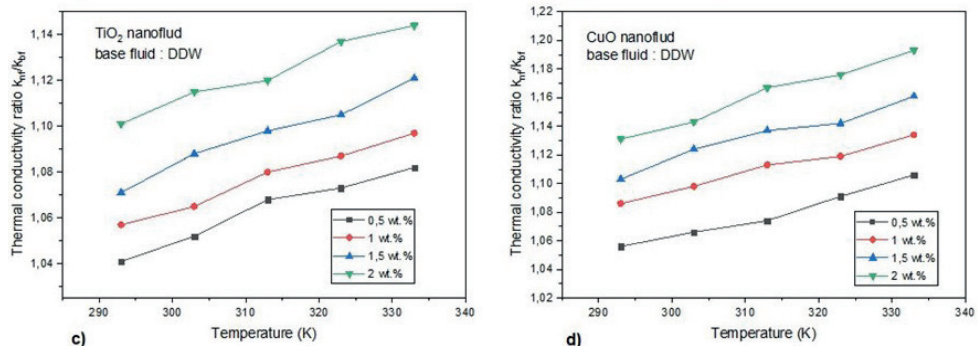


Fig. 4. Thermal conductivity coefficients and thermal conductivity ratio for base fluid DDW:  
 a) thermal conductivity of TiO<sub>2</sub> b) thermal conductivity of CuO  
 c) thermal conductivity ratio of TiO<sub>2</sub> d) thermal conductivity ratio of CuO

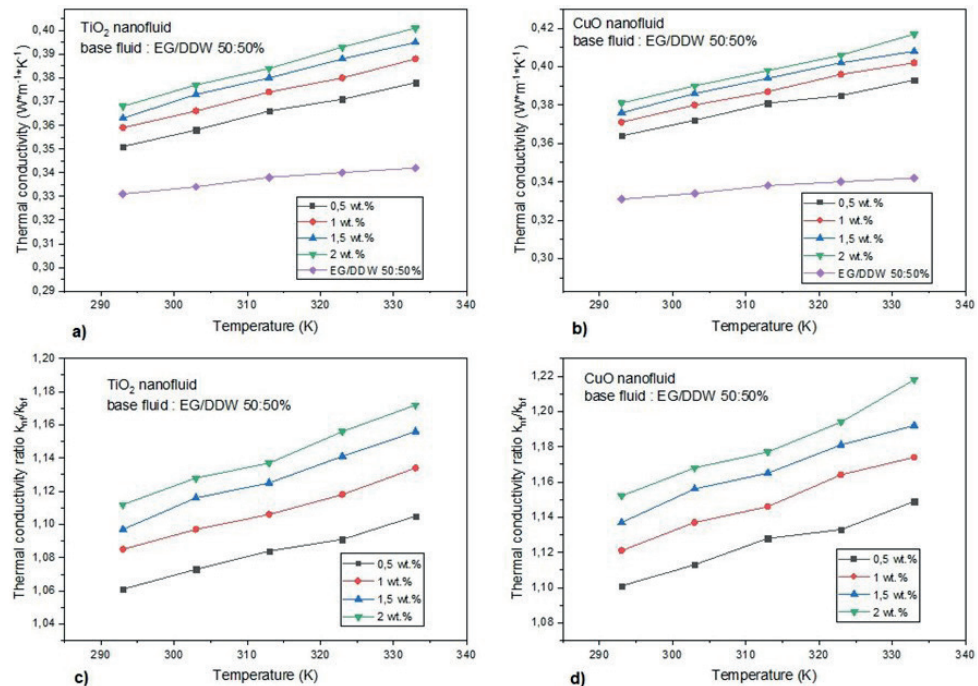


Fig. 5. Thermal conductivity coefficients and thermal conductivity ratio for base fluid EG/DDW 50:50%:

- a) thermal conductivity of TiO<sub>2</sub> b) thermal conductivity of CuO
- c) thermal conductivity ratio of TiO<sub>2</sub> d) thermal conductivity ratio of CuO

Fig. 4 shows the obtained thermal conductivity of TiO<sub>2</sub> and CuO nanofluids based on double-distilled water (DDW). For TiO<sub>2</sub> (Fig. 4 a, c), there is an increase in the thermal conductivity coefficient in terms of nanofluid temperature ranging from 293 to 333 K for 0,5 wt.% mass concentration by an average of 6,3%, while for 2 wt.% by 12,3%. For every 0.5 wt. % the thermal conductivity coefficient increases



by 2%. CuO demonstrates higher thermal conductivity coefficients compared to  $\text{TiO}_2$  (Fig. 4 b,d). For 0,5 wt. % mass concentration the increase is on average 7,9%, and 2 wt. % solution shows an increase in the thermal conductivity coefficient by 16,2%. For an increase in the mass concentration of CuO by 0,5%, the increase in the thermal conductivity coefficient is on average 2,8%.

Using a mixture of EG and double-distilled water as a base liquid shows a significant increase compared to distilled water (Figs. 5-6).

For the base liquid EG/DDW 50:50% (Fig. 5), the increase in the thermal conductivity coefficient of  $\text{TiO}_2$  (Fig.5 a,c) for each mass concentration at a certain temperature of the nanofluid is on average 11,5%, while the thermal conductivity growth in comparison with bidistilled water based nanofluid is 9% (Fig.5 a,c). For CuO the values become 15,5 % and 12,1%, respectively. The maximum increase for this base liquid is observed for 2 wt. % concentration. At a nanofluid temperature of 333 K for  $\text{TiO}_2$  and CuO, this figure gets 17,2% and 21,8% versus 14.4% and 19.3% compared with bidistilled water based nanofluid.

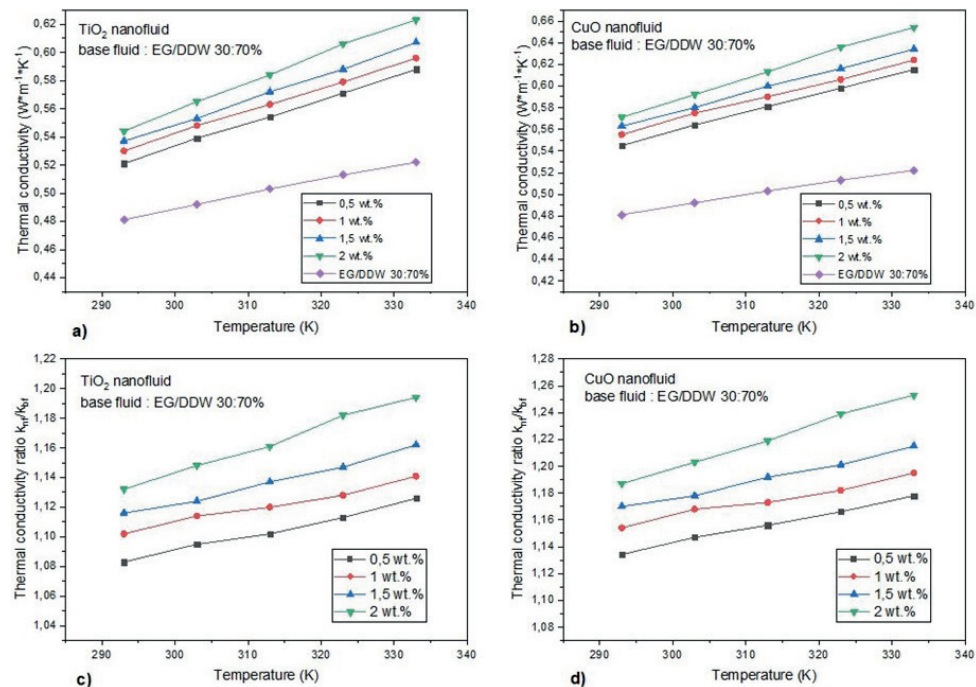


Fig. 6. Thermal conductivity coefficients and thermal conductivity ratio for base fluid EG/DDW 30:70%:

- a) thermal conductivity of  $\text{TiO}_2$  b) thermal conductivity of CuO
- c) thermal conductivity ratio of  $\text{TiO}_2$  d) thermal conductivity ratio of CuO

In case of reducing the ethylene glycol ratio to 30%, there is an increase in the thermal conductivity coefficient of the nanofluid comparing to a 50% ethylene glycol concentration (Fig. 6). The average increase in the thermal conductivity

coefficient of the considered mass concentrations for  $\text{TiO}_2$  is 13,1%, for  $\text{CuO}$  18,5%. An increase in mass concentration by 0.5% has a similar increase in the thermal conductivity coefficient as in the case of the double-stilled water as base fluid: by 2 % for  $\text{TiO}_2$ , by 2,1% for  $\text{CuO}$ .

A clear dependence of the increase in the thermal conductivity coefficient of the nanofluid on concentration and temperature was revealed. The difference in thermal conductivity coefficient for different nanoparticles is due to different thermophysical properties of nanoparticles. The increase in thermal conductivity of a nanofluid based on a mixture of EG: DDW is much higher than the effective thermal conductivity based on double-distilled water due to the viscosity properties of ethylene glycol, which ensures some stability of the solution.

### Conclusion

Problem of heat transfer enhancement in hybrid solar collectors can be solved using nanofluids as cooling agent. It was found that CTAB stabilized  $\text{TiO}_2$  and  $\text{CuO}$  nanofluids can successfully increase heat exchange rate in such systems. Thermal conductivity coefficients of nanofluids at various mass concentrations and temperatures were experimentally obtained. Mass concentration of nanoparticles contribution is more significant in thermal conductivity performance than temperature factor. But technological regime of solar panels implies that coolant undergoes temperatures up to 333 K. Thus, thermal properties of coolants under such conditions were determined. The increase in thermal conductivity for each specific case is shown in the graphs above. Thermal conductivity enhancement makes it possible to improve the current-voltage characteristic under operating conditions due to the intensification of heat transfer.

It is planned to continue research to determine the viscosity of nanofluids to identify the features of the hydrodynamics of nanofluids under various working conditions.

### REFERENCES

- Ali H. M. et al. (2018) Preparation techniques of  $\text{TiO}_2$  nanofluids and challenges: a review, *Applied Sciences*, 8: 587. DOI: 10.3390/app8040587 (in Eng.).
- Ali H. M., Sajid M. U., Arshad A. (2017) Heat transfer applications of  $\text{TiO}_2$  nanofluids, *Application of titanium dioxide*. DOI: 10.5772/intechopen.68602 (in Eng.).
- Al-Waeli A. H. A. et al. (2019) Evaluation and analysis of nanofluid and surfactant impact on photovoltaic-thermal systems, *Case Studies in Thermal Engineering*, 13:100392. DOI: 10.1016/j.csite.2019.100392 (in Eng.).
- Arifin Z. et al. (2022) The application of  $\text{TiO}_2$  nanofluids in photovoltaic thermal collector systems, *Energy Reports*, 8:1371-1380. DOI: 10.1016/j.egy.2022.08.070 (in Eng.).
- Das P. K. et al. (2016) Synthesis and characterization of  $\text{TiO}_2$ -water nanofluids with different surfactants, *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 75: 341-348. DOI: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2016.05.011(in Eng.).
- Duangthongsuk, W., & Wongwises, S. (2009) Heat transfer enhancement and pressure drop characteristics of  $\text{TiO}_2$ -water nanofluid in a double-tube counter flow heat exchanger, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 52: 2059–2067. DOI :10.1016/j.ijheatmasstransfer.2008.10.023 (in Eng.).

Goel N., Taylor R. A., Otanicar T. (2020) A review of nanofluid-based direct absorption solar collectors: Design considerations and experiments with hybrid PV/Thermal and direct steam generation collectors, *Renewable Energy*, 145: 903-913. DOI: 10.1016/j.renene.2019.06.097 (in Eng.).

Henze M. Waste water treatment: Transl. from English/Hentze M., Armoes P., La-Cour-Jansen J., Arvan E. – 2006 (in Russ.).

Farhana K. et al. (2019) Improvement in the performance of solar collectors with nanofluids — A state-of-the-art review, *Nano-Structures & Nano-Objects*, 18: 100276. DOI: 10.1016/j.nanos.2019.100276 (in Eng.).

Liu M. S. et al. (2006) Enhancement of thermal conductivity with CuO for nanofluids, *Chemical Engineering & Technology: Industrial Chemistry-Plant Equipment-Process Engineering-Biotechnology*, 29: 72-77. DOI:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2006.02.012 (in Eng.).

Olia H. et al. (2019) Application of nanofluids in thermal performance enhancement of parabolic trough solar collector: state-of-the-art, *Applied Sciences*, 9: 463. DOI: 10.3390/app9030463 (in Eng.).

Saydi H. et al. (2023) Experimental investigation of viscosity and thermal conductivity of ethylene glycol/water nanofluid containing low volume concentration of CuO nanoparticles, MWCNT and their mixture, *Colloid & Nanoscience Journal* 1: 7-15. DOI: 10.52547/CNJ.1.1.7 (in Eng.).

Vandsburger L. (2009) Synthesis and covalent surface modification of carbon nanotubes for preparation of stabilized nanofluid suspensions (in Eng.).

X. Wang, X. Xu, S. Choi. (1999) Thermal conductivity of nanofluid mixture, *J. Therm. Phys. Heat Transfer*, 13: 474–480. DOI: 10.2514/2.6486 (in Eng.).

Younis A. et al. (2018) The influence of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZnO-H<sub>2</sub>O nanofluid on the thermodynamic performance of photovoltaic-thermal hybrid solar collector system, *InnovEner Res.*, 7: 2576-1463.1000187. DOI: 10.4172/2576-1463.1000187 (in Eng.).

Zayed M. E. et al. (2019) Factors affecting the thermal performance of the flat plate solar collector using nanofluids: A review, *Solar Energy*, 182: 382-396. DOI: 10.1016/j.solener.2019.02.054 (in Eng.).

**МАЗМҰНЫ**  
**ФИЗИКА**

<b>Н. Ж. Ахметова, Н.А. Сандибаева, Е.С. Сапажанов</b> ФИЗИКА БОЙЫНША БІЛІМ БЕРУДІ ЖАҚСARTУ ҮШІН ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ИНТЕРАЦИЯЛАУ.....	7
<b>Е.Ж. Бегалиев, А.Ж. Сейтмуратов, Г.Б. Исаева, Ф.Ж.Наметкулова</b> ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ЖОҒАРҒЫ ОҚУ ОРЫНДАРЫНДА ФИЗИКА КУРСЫНДА АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ.....	18
<b>А.А.Жадыранова, Р. Нурмахан</b> МЕТРИКАСЫ $\Pi_1 \neq 0$ ҮШІН АССОЦИАТИВТІ ТЕНДЕУІНІҢ ИЕРАРХИЯСЫ.....	28
<b>Г.И. Жанбекова, А.Қ. Қозыбай, Г. Б. Исаева, К.К Нухраметова</b> ҚАЗІРГІ ЗАМАН ТАЛАБЫНА СӘЙКЕС «АВТОКӨЛІК ЖӨНЕ АВТОКӨЛІК ШАРШУШЫЛЫҒЫ» МАМАНДЫҒЫНА ФИЗИКА КУРСЫН ОҚЫТУ.....	41
<b>С.Б. Дубовиченко, Н.А. Буркова, А.С. Ткаченко, Д.М. Зазулин</b> <sup>10</sup> B РАДИЯЛЫҚ ПРОТОНДЫ ТҮСІРУ ҚАРҚЫМЫ.....	59
<b>А. Касымов, А. Адылканова, А. Бектемисов, К. Астемесова, Г. Турлыбекова</b> ЖЫЛУ ТАСЫМАЛДАҒЫШ РЕТІНДЕ НАНОСҰЙЫҚТЫҚТАРДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ГИБРИДТІ КҮН КОЛЛЕКТОРЛАРЫНДАҒЫ ЖЫЛУ АЛМАСУДЫ ҚАРҚЫНДАТУ.....	69
<b>Ф.Д. Наметкулова, Е.А. Оспанбеков, А.К. Сугирбекова</b> ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕР ШЫҒАРУ ПРАКТИКУМЫНЫҢ МАЗМҰНДЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	80
<b>Б.Д. Оразов, Г.Б. Исаева</b> БОЛАШАҚ ФИЗИКА МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ "МОЛЕКУЛАЛЫҚ ФИЗИКА" КУРСЫН ОҚЫТУ БАРЫСЫНДА КӘСІБИ ДАЙЫНДЫҒЫН ЖЕТІЛДІРУ.....	93
<b>Н.А. Сандибаева, Н. Ж. Ахметова, Ж.С.Байымбетова.</b> ФИЗИКАНЫҢ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ ЖАҒДАЙЫНДА СТУДЕНТТЕРДІҢ ЗЕРТТЕУ ҚҰЗЫРЕТТІЛІГІН ДАМУ.....	102
<b>Серік А., Құспанов Ж., Идрисов Н., Бисенова М., Даулбаев Ч.</b> ӘР ТҮРЛІ ҚҰРАМ МЕН ҚҰРЫЛЫМНАН ТҰРАТЫН БІР ӨЛШЕМДІ ТАЛШЫҚТАРДЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	114
<b>В. М. Терещенко</b> ПЛАНЕТАЛАРЫ БАР, 5 G-ЖҰЛДЫЗДАРДЫҢ СПЕКТРЛЕРІНДЕГІ АБСОЛЮТТІ ЭНЕРГИЯНЫҢ ТАРАЛУЫ.....	127

## **ХИМИЯ**

<b>А. Асанов, С.А. Мамешева, А.А. Асанов</b> СУ РЕСУРСТАРЫН САҚТАУДА ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН САЗДЫ ГИДРОДИСПЕРСИЯНЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	136
<b>Г. Асылбекова, М. Сатаев, Ш. Кошкарбаева, И. Перминова, П.А. Абдуразава</b> КОМПОЗИТТІК ҚАПТАМАЛАР: МАТЕРИАЛДАРДЫ, ӘДІСТЕРДІ ЖӘНЕ ҚОЛДАНБАЛАРДЫ КЕШЕНДІ ШОЛУ.....	148
<b>Н. Дузбаева, М. Ибраева, К. Қабдысалим, Ж. Мукажанова, А. Adhikari</b> HYSSOPUS CUSPIDATUS ӨСІМДІГІНІҢ ЭФИР МАЙЛАРЫНЫҢ ҚҰРАМЫ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІ.....	169
<b>Г. Тилеуов, А. Копжасарова, Б. Бекбауов, Ғ.И. Исаев, Ш.К. Шапалов</b> ЖЕРГІЛІКТІ МЕРГЕЛЬДЕРДЕН СОРБЕНТТЕРДІ АЛУ ҮШІН ФИЗИКА-ХИМИЯЛЫҚ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	179

## СОДЕРЖАНИЕ ФИЗИКА

<b>Н. Ж. Ахметова, Н.А. Сандибаева, Е.С. Сапажанов</b> ИНТЕГРАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ.....	7
<b>Э.Ж. Бегалиев, А.Ж. Сейтмуратов, Г.Б. Исаева, Ф.Ж. Наметкулова</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КУРСЕ ФИЗИКИ В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗАХ.....	18
<b>А.А. Жадыранова, Р. Нурмахан</b> ИЕРАРХИЯ УРАВНЕНИЯ АССОЦИАТИВНОСТИ С МЕТРИКОЙ $P_{11} \neq 0$ .....	28
<b>Г.И. Жанбекова, А.К. Козыбай, Г.Б. Исаева, К.К. Нурахметова</b> ОБУЧЕНИЕ КУРСУ ФИЗИКИ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «АВТОМОБИЛЬ И АВТОМОБИЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО» В СООТВЕТСТВИИ С СОВРЕМЕННЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ.....	41
<b>С.Б. Дубовиченко, Н.А. Буркова, А.С. Ткаченко, Д.М. Зазулин</b> СКОРОСТЬ РАДИАЦИОННОГО ЗАХВАТА ПРОТОНОВ НА $^{10}\text{В}$ .....	59
<b>А. Касымов, А. Адылканова, А. Бектемисов, К. Астемесова, Г. Турлыбекова</b> ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ГИБРИДНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРАХ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОЖИДКОСТЕЙ В КАЧЕСТВЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ.....	69
<b>Ф.Д. Наметкулова, Е.А. Оспанбеков, А.К. Сугирбекова</b> СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРАКТИКУМА ПО РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ.....	80
<b>Б.Д. Оразов, Г.Б. Исаева</b> ПОВЫШЕНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ ПО КУРСУ ПРЕПОДАВАНИЯ «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА».....	93
<b>Н.А. Сандибаева, Н. Ж. Ахметова, Ж.С.Байымбетова</b> РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	102
<b>Серік А., Куспанов Ж., Идрисов Н., Бисенова М., Даулбаев Ч.</b> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОМЕРНЫХ ВОЛОКОН С РАЗНООБРАЗНЫМИ СОСТАВАМИ И СТРУКТУРОЙ.....	114
<b>В. М. Терещенко</b> АБСОЛЮТНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ В СПЕКТРАХ 5 G-ЗВЕЗД, ОБЛАДАЮЩИХ ПЛАНЕТАМИ.....	127



**ХИМИЯ**

<b>А. Асанов, С.А. Мамешова, А.А. Асанов</b> ОСОБЕННОСТИ ГИДРОДИСПЕРСИИ ГЛИНЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	136
<b>Г. Асылбекова, М. Сатаев, Ш. Кошкарбаева, И. Перминова, П. Абдуразова</b> КОМПОЗИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ: КОМПЛЕКСНЫЙ ОБЗОР МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ И ПРИМЕНЕНИЙ.....	148
<b>Н. Дузбаева, М. Ибраева, К. Кабдысальым, Ж. Мукажанова, А. Adhikari</b> КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЭФИРНОГО МАСЛА РАСТЕНИЯ NYSSOPUS CUSPIDATUS.....	169
<b>Г. Тилеуов, А. Копжасарова, Б. Бекбауов, Г.И. Исаев , Ш.К. Шапалов</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕСТНЫХ МЕРГЕЛЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТОВ.....	179

**CONTENTS  
PHYSICAL**

<b>N. Zh. Akhmetova, N.A. Sandibayeva, Y.S. Sapazhanov</b> INTEGRATION OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES TO IMPROVE EDUCATION IN PHYSICS.....	7
<b>E.Zh. Begaliyev, A.Zh. Seitmuratov, G.B. Issayeva, F.Zh. Nametkulova</b> USE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE COURSE OF PHYSICS IN PEDAGOGICAL HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS.....	18
<b>A.A. Zhadyranova, R. Nurmakhan</b> THE HIERARCHY OF ASSOCIATIVITY EQUATIONS WITH THE METRIC $\Pi_{11} \neq 0$ .....	28
<b>G.I. Zhanbekova, A.K. Kozybay, G.B. Issayeva, K.K. Nurakhmetova</b> TEACHING A PHYSICS COURSE IN THE SPECIALTY "AUTOMOBILE AND AUTOMOTIVE MANAGEMENT" IN ACCORDANCE WITH MODERN REQUIREMENTS.....	41
<b>S.B. Dubovichenko, N.A. Burkova, A.S. Tkachenko, D.M. Zazulin</b> REACTION RATE OF RADIATIVE CAPTURE PROTON BY $^{10}\text{B}$ .....	59
<b>A. Kassymov, A. Adylkanova, A. Bektemissov, K. Astemessova, G. Turlybekova</b> INTENSIFICATION OF HEAT TRANSFER IN HYBRID SOLAR COLLECTORS BY USING NANOFUIDS AS A COOLANT.....	69
<b>F. Nametkulova, E. Ospanbekov, A.Sugirbekova</b> SUBSTANTIVE FEATURES OF THE WORKSHOP ON SOLVING PHYSICAL PROBLEMS.....	80
<b>B.D. Orazov, G.B. Issayeva</b> IMPROVING THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE TEACHERS OF PHYSICS IN THE COURSE OF TEACHING "MOLECULAR PHYSICS".....	93
<b>N.A. Sandibayeva, N. Zh. Akhmetova, Zh.S.Baiymbetova</b> DEVELOPING STUDENT RESEARCH PROFICIENCY IN THE CONTEXT OF THE DIGITAL TRANSFORMATION OF PHYSICS EDUCATION.....	102
<b>A. Serik, Zh. Kuspanov, N. Idrisov, M. Bissenova, Ch. Daulbayev</b> COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF ONE-DIMENSIONAL FIBERS WITH DIFFERENT COMPOSITIONS AND STRUCTURES.....	114
<b>V. M. Tereschenko</b> ABSOLUTE ENERGY OF DISTRIBUTION IN THE SPECTRA OF 5 G-STARS POSSESSING PLANETS.....	127

## CHEMISTRY

<b>A. Assanov, S.A. Mameshova, A.A. Assanov</b> FEATURES OF HYDRODISPERSION OF CLAY USED TO CONSERVE WATER RESOURCES.....	136
<b>G. Assylbekova, M. Sataev, Sh. Koshkarbayeva, I. Perminova, P. Abdurazova</b> COMPOSITE COATINGS: A COMPREHENSIVE REVIEW OF MATERIALS, METHODS AND APPLICATIONS.....	148
<b>N. Duzbayeva, M. Ibrayeva, K. Kabdysalym, Zh. Mukazhanova, A. Adhikari</b> COMPONENT COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OIL OF HYSSOPUS CUSPIDATUS PLANTS.....	169
<b>G. Tileuov, A. Kopzhassarova, B. Bekbauov, G.I. Issayev, SH.K. Shapalov</b> INVESTIGATION OF PHYSICO-CHEMICAL FEATURES LOCAL MARLS FOR OBTAINING SORBENTS.....	179

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

**[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)**

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

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

Подписано в печать 12.12.2023.

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

9,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.