

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

2022 • 2

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 репродуктология орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 8

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

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

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 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 № 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, 2022
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 Искендрович, доктор биологических наук, профессор, академик НАН РК, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева (Нур-Султан, Казахстан), Н = 12

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

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

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

МАЛЬМ 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 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 Жабгаевич, 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, 2022

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, 2022

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 2, Number 342 (2022), 108-121

<https://doi.org/10.32014/2022.2518-1483.152>

UDC 530.182.1

IRSTI 27.35.55; 27.31.21

A. Zhumageldina^{1,2*}, K. Yesmakhanova^{1,2}

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan;

²Ratbay Myrzakulov Eurasian International Centre for Theoretical
Physics, Nur-Sultan, Kazakhstan.

E-mail: ainurzhumageldina@gmail.com

SHIFTED NONLOCAL NONLINEAR SCHRODINGER AND MAXWELL-BLOCH EQUATION: DARBOUX TRANSFORMATION AND SOLUTION

Abstract. Integrable equations are used extensively as sample for explaining physical phenomena in many aspects of science such as plasma physics, fluid mechanics, solid state physics, optical fibers, chemical physics. At present, many theoretical works concentrate more on the practical feasibility of integrable equations. One such significant practically implementable system is the coupled system of the nonlinear Schrodinger (NLS) and Maxwell-Bloch (MB) equations.

In this work, motivated by the ideas of Musslimani and Ablowitz, shifted nonlocal nonlinear Schrodinger and Maxwell-Bloch equations (NLS-MB) were defined. Lax pair formulation for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equation was presented. Detailed proof of the Darboux transformation was given. Solution for nonlocal nonlinear Schrodinger and Maxwell-Bloch equation was derived.

The idea of the method of nonlocal symmetry is establishing the relationship between local equations and the corresponding nonlocal equations, choosing the corresponding symmetry in order to study their properties and solutions. From the forms of symmetry, there are various differences in the coupling of the time and space between these nonlocal and local equations. Consequently, new physical phenomena may appear, and new physical applications can be created. In addition, having a Lax

representation, one can get similar types of N-order solutions with a spectral parameter.

Key words: shifted nonlocality, nonlinear Schrodinger and Maxwell-Bloch equation, Darboux transformation, solution.

А. Жумагельдина^{1,2*}, Қ. Есмаханова^{1,2}

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Нұр-Сұлтан, Қазақстан;

²Р. Мырзақұлов атындағы Еуразиялық халықаралық теориялық
физика орталығы, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.
E-mail: ainurzhumageldina@gmail.com

ЫҒЫСҚАН ЛОКАЛДЫ ЕМЕС СЫЗЫҚСЫЗ ШРЕДИНГЕР ЖӘНЕ МАКСВЕЛЛ-БЛОХ ТЕҢДЕУІ: ДАРБУ ТҮРЛЕНДІРУІ ЖӘНЕ ШЕШІМІ

Аннотация. Интегралданатын теңдеулер физика құбылыстарын плазма физикасы, сұйық механика, қатты физика, оптикалық талшықтар, химиялық физика сияқты ғылымның көптеген аспектілерінде түсіндіру үшін мысал ретінде кеңінен қолданылады. Қазіргі уақытта көптеген теориялық жұмыстар интегралданатын теңдеулердің практикалық мүмкіндігіне көбірек көңіл бөледі. Осындай маңызды іс жүзінде жүзеге асырылатын жүйелердің бірі-Шредингер (NLS) және Максвелл-бүрге (MB) сызықтық емес теңдеулер жүйесі.

Муслимани мен Абловиц идеяларына негізделген бұл жұмыста Шредингер мен Максвелл-Блохтың (NLS-MB) жергілікті емес сызықтық емес теңдеулері анықталды. Уақыттың кері ығысуымен күрделі жергілікті емес NLS-MB теңдеуіне арналған Лакс жұбының тұжырымы ұсынылды. Дарбудың қайта құрылуының егжей-тегжейлі дәлелі берілді. Шредингер мен Максвелл-Блохтың жергілікті емес сызықтық емес теңдеуінің шешімі алынды.

Жергілікті емес симметрия әдісінің идеясы жергілікті теңдеулер мен тиісті жергілікті емес теңдеулер арасындағы қатынасты орнату, олардың қасиеттері мен шешімдерін зерттеу үшін тиісті симметрияны таңдау болып табылады. Симметрия формаларына сүйене отырып, жергілікті емес және жергілікті теңдеулер арасында уақыт пен кеңістіктің байланысында әртүрлі айырмашылықтар бар. Сондықтан жаңа физикалық құбылыстар пайда болуы мүмкін және жаңа физикалық қосымшалар құрылуы мүмкін. Сонымен қатар, әлсіз идеяға

ие бола отырып, спектрлік параметрі бар N-ретті шешімдердің ұқсас түрлерін алуға болады.

Түйін сөздер: ығысқан локальді еместік, Шредингер мен Максвелл-Блохтың сызықты емес теңдеуі, Дарбу түрлендіруі, шешім.

А. Жумагельдина^{1,2*}, К. Есмаханова^{1,2}

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Нур-Султан, Казахстан;

²Ратбай Мырзакулов Евразийский международный центр
теоретической физики, Нур-Султан, Казахстан;

³Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина,
Нур-Султан, Казахстан.

E-mail: ainurzhumageldina@gmail.com

СМЕЩЕННОЕ НЕЛОКАЛЬНОЕ НЕЛИНЕЙНОЕ УРАВНЕНИЕ ШРЕДИНГЕРА И МАКСВЕЛЛА-БЛОХА: ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДАРБУ И РЕШЕНИЕ

Аннотация. Интегрируемые уравнения широко используются в качестве образца для объяснения физических явлений во многих областях науки, таких как физика плазмы, механика жидкости, физика твердого тела, оптические волокна, химическая физика. В настоящее время многие теоретические работы больше сосредоточены на практической реализации интегрируемых уравнений. Одной из таких важных практически реализуемых систем является связанная система нелинейных уравнений Шредингера (НУШ) и уравнений Максвелла-Блоха (МБ).

В этой работе, вдохновленные идеями Муслимани и Абловица, мы успешно получили сдвинутые нелокальные нелинейные уравнения Шредингера и Максвелла-Блоха (НУШ-МБ). Была представлена формулировка пары Лакса для нелокального уравнения НУШ-МБ в котором смещенная нелокальность состоит из обратного поля времени в нелинейных членах. Дано подробное доказательство преобразования Дарбу для этого уравнения. Его решение было получено с помощью преобразования Дарбу.

Идея метода нелокальной симметрии заключается в установлении взаимосвязи между локальными уравнениями и соответствующими нелокальными уравнениями, выбирая соответствующую симметрию для изучения их свойств и решений. Из форм симметрии существуют

многие различия в связи времени и пространства между этими нелокальными и локальными уравнениями, могут появиться новые физические явления, и могут быть созданы новые физические приложения. А также, имея представление Лакса, можно получить аналогичные типы решений N -го порядка со спектральным параметром.

Ключевые слова: сдвинутая нелокальность, уравнения Шредингера и Максвелла-Блоха, преобразование Дарбу, решение.

Introduction. Nonlinear integrable equations play a considerable role in physics and exist in all fields of scientific investigation. This is partly by reason of the search for realistic form and solutions with physical importance, as well as their sophisticated mathematical structure. There are many nonlinear integrable equations applied to the elasticity, electromagnetism, mechanics of fluids, lattice dynamics. (Shaikhova, et al, 2018; Yesmakhanova, et al, 2016). For instance, propagating of optical soliton in erbium doped fiber is governed with the nonlinear Schrodinger-Maxwell-Bloch (NLS-MB) equation (Ablowitz, et al, 1981; Porsezian, et al, 1995). In optical fibres, two types of solitons are eventual. One defined by the NLS equation which is a balance between the group speed dispersion and the self-phase modulation due to the Kerr nonlinearity. The other possible soliton is through the existence of two-level resonance medium in the fibre core. This is governed by the MB equations. Maxwell-Bloch systems determine the nonlinear resonant interactions between an active optical medium and coherent light (Porsezian, et al, 2000). These systems indicate interesting optical phenomena, such as self-induced transparency, superfluorescence, and slow light spontaneous radiation processes, (McCall, et al, 1969). The nonlinear Schrodinger (NLS) equation arises as a physical model in waves on water, condensates of Bose-Einstein, optics, plasmas, and different other aspects. In fact, it was shown that the NLS equation is a universal model for the cover of a weakly nonlinear dispersive wave train's evolution (Polder, et al, 1979). In some modes, NLS-type equations, MB systems are completely integrable, with the existence of a Lax pair and with an infinitely dimensional Hamiltonian structure. As a result, many analytical methods can be applied to research their solutions.

Research materials and methods. At the end of the last century, it was believed that most of the physically important nonlinear integrable equations were open. Therefore, researchers showed great interest in finding special solutions and important mathematical analysis. In 2013, Ablowitz and Musslimani introduced the nonlocal nonlinear Schrödinger equation and obtained its exact solutions using the inverse scattering method (Benney,

et al, 1967). After that, for this equation and other equations, many works were performed (Gurses, et al, 2018; Fokas, et al, 2016; Ablowitz, et al, 2016; Gerdjikov, et al, 2017; Gürses, et al, 2022). The idea of Ablowitz and Musslimani was that in a nonlinear integrable evolution equation, a nonlocal non-linear term, for example, $q^*(x,t)$ is replaced by $q^*(-x, -t)$, $q^*(-x,t)$, and $q^*(x,-t)$. New nonlocal reductions so called shifted nonlocal reductions were discovered recently by Ablowitz and Musslimani [16]: $r(x,t) = \delta\bar{q}(x_0 - x, t)$, $r(x,t) = \delta\bar{q}(x_0 - x, t_0 - t)$, $r(x,t) = \delta q(x, -t + t_0)$, $r(x,t) = \delta q(x, -t + t_0)$, $r(x,t) = \delta q(x_0 - x, t_0 - t)$. When arbitrary real constant parameters x_0 and t_0 are equal to 0, these shifted nonlocal equations return to their usual nonlocal forms.

Applying the idea of Ablowitz and Musslimani for NLS-MB equations, we have obtained the following nonlocal equations: under reduction $r(x,t) = \delta q(x, -t + t_0)$ real reverse time shifted nonlocal NLS-MB, under reduction $r(x,t) = \delta q(-x+x_0, -t + t_0)$ real reverse space-time shifted nonlocal NLS-MB, under reduction $r(x,t) = \delta\bar{q}(-x+x_0, t)$ complex reverse space shifted nonlocal NLS-MB, under reduction $r(x,t) = \delta\bar{q}(-x+x_0, t)$ complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB, under reduction $r(x,t) = \delta\bar{q}(-x+x_0, -t + t_0)$ complex reverse space-time shifted nonlocal NLS-MB equations.

The purpose of the article is to present several new integrable nonlocal reductions for the nonlinear Schrödinger and Maxwell-Bloch equations. In contrast to their standard PT-symmetric and inverse space-time nonlocal symmetries, we will find shifted space or time or space-time nonlocal symmetries. Solution for the complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations using Darboux transformation will be obtained below.

This article consists of four main sections. In the first section Lax representation of the integrable NLS-MB equations will be introduced. Then all possible shifted nonlocal equations derivable from the NLS-MB equations will be presented in section 2. In section 3 we will give the detailed proof of the Darboux transformation for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations and derive a solution based on obtained Darboux transformation. Last section devoted to discussion and conclusion.

In this article, we will focus on integrable nonlinear NLS-MB equation. The NLS-MB equations are written as (Maimistov, et al, 1983; Hasegawa, et al, 1973):

$$q_t(x,t) = i \left[\frac{1}{2} q_{xx}(x,t) + r(x,t)q^2(x,t) \right] + 2p(x,t), \quad (1)$$

$$r_t(x, t) = -i\delta \left[\frac{1}{2} r_{xx}(x, t) + q(x, t)r^2(x, t) \right] + 2\delta k(x, t), \quad (2)$$

$$p_x(x, t) = -2i\omega p(x, t) + 2\eta(x, t)q(x, t), \quad (3)$$

$$k_x(x, t) = -2i\delta\omega k(x, t) + 2\delta\eta(x, t)r(x, t), \quad (4)$$

$$\eta_x(x, t) = -q(x, t)k(x, t) - p(x, t)r(x, t), \quad (5)$$

where:

q – the complex field envelope;

p – measure of polarization of the resonant medium;

η – inverse population between two levels of wave functions of two energy levels of resonant atoms;

ω – the real constant parameter, it corresponds to the frequency;

$*$ – is the complex conjugate.

The equations of soliton have many special properties (Ablowitz, et al, 1981), their most fundamental property is that all of them can be represented by the conditions of the integrability of a pair of linear eigenvalue problem as expressed below

$$\Psi_x = U\Psi, \quad (6)$$

$$\Psi_t = V\Psi, \quad (7)$$

where U and V are the Lax pairs of NLS-MB equations and have the form:

$$U = -i\lambda\sigma_3 + U_0,$$

$$V = -2i\sigma_3\lambda^2 + 2\lambda U_0 + V_0 + \frac{1}{\lambda+\omega}V_{-1}, \quad (8)$$

here λ – the complex eigenvalue parameter constant, the matrices U_0 and V_0 are given by

$$U_0 = \begin{pmatrix} 0 & q(x, t) \\ -r(x, t) & 0 \end{pmatrix}, \quad (9)$$

$$V_0 = i \begin{pmatrix} q(x, t)r(x, t) & q_x(x, t) \\ -r_x(x, t) & -q(x, t)r(x, t) \end{pmatrix} \equiv iq(x, t)r(x, t)\sigma_3 + i \begin{pmatrix} 0 & q_x(x, t) \\ -r_x(x, t) & 0 \end{pmatrix}, \quad (10)$$

$$V_{-1} = \begin{pmatrix} \eta(x, t) & -p(x, t) \\ -k(x, t) & -\eta(x, t) \end{pmatrix}, \tag{11}$$

In the next section all possible shifted nonlocal equations derivable from the NLS-MB equations will be presented.

2. Shifted nonlocal NLS-MB equations

i) $r(x,t)=\delta q(x,-t+t_0)$, $k(x,t)=\delta p(x,-t+t_0)$, $\delta, t_0 \in \mathbb{R}$.

Real reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations are

$$q_t(x,t)-iq_{xx}(x,t)-2p(x,t)-2iq^2(x,t)\delta q(x,-t+t_0)=0, \tag{12}$$

$$-\delta q_t(x,-t+t_0)+i\delta q_{xx}(x,-t+t_0)+2\delta p(x,-t+t_0)-2iq(x,t)(\delta q(x,-t+t_0))^2=0, \tag{13}$$

$$ip_x(x,t)+2\omega p(x,t)-2i\eta q(x,t)=0, \tag{14}$$

$$i\delta p_x(x,-t+t_0)-2\omega \delta p(x,-t+t_0)-2i\eta \delta q(x,-t+t_0)=0, \tag{15}$$

$$i\eta_x+ip(x,t)\delta q(x,-t+t_0)+iq(x,t)\delta p(x,-t+t_0)=0. \tag{16}$$

i) $r(x,t)=\delta q(-x+x_0,-t+t_0)$, $k(x,t)=\delta p(-x+x_0,-t+t_0)$, $\delta, x_0, t_0 \in \mathbb{R}$.

Real reverse space-time shifted nonlocal NLS-MB equations are

$$q_t(x,t)-iq_{xx}(x,t)-2p(x,t)-2iq^2(x,t)\delta q(-x+x_0,-t+t_0)=0, \tag{17}$$

$$-\delta q_t(-x+x_0,-t+t_0)+i\delta q_{xx}(-x+x_0,-t+t_0)+2\delta p(-x+x_0,-t+t_0)-2iq(x,t)\delta^2 q^2(-x+x_0,-t+t_0)=0, \tag{18}$$

$$ip_x(x,t)+2\omega p(x,t)-2i\eta q(x,t)=0, \tag{19}$$

$$i\delta p_x(-x+x_0,-t+t_0)-2\omega \delta p(x-x+x_0,-t+t_0)-2i\eta \delta q(-x+x_0,-t+t_0)=0, \tag{20}$$

$$i\eta_x+ip(x,t)\delta q(-x+x_0,-t+t_0)+iq(x,t)\delta p(-x+x_0,-t+t_0)=0. \tag{21}$$

i) $r(x,t)=\delta \bar{q}(-x+x_0,t)$, $k(x,t)=\delta \bar{p}(-x+x_0,t)$, $\delta, x_0 \in \mathbb{R}$.

Complex reverse space shifted nonlocal NLS-MB equations are

$$q_t(x,t)-iq_{xx}(x,t)-2p(x,t)-2iq^2(x,t)\delta q(-x+x_0,t)=0, \tag{22}$$

$$-\delta q_t(-x+x_0,t)+i\delta q_{xx}(-x+x_0,t)+2\delta p(-x+x_0,t)-2iq(x,t)\delta^2 q^2(-x+x_0,t)=0, \tag{23}$$

$$ip_x(x,t)+2\omega p(x,t)-2i\eta q(x,t)=0, \tag{24}$$

$$i\delta p_x(-x+x_0,t)-2\omega \delta p(-x+x_0,t)-2i\eta \delta q(-x+x_0,t)=0, \tag{25}$$

$$i\eta_x+ip(x,t)\delta q(-x+x_0,t)+iq(x,t)\delta p(-x+x_0,t)=0. \tag{26}$$

i) $r(x,t)=\delta \bar{q}(-x+x_0,-t+t_0)$, $k(x,t)=\delta \bar{p}(-x+x_0,t+t_0)$, $\delta, t_0 \in \mathbb{R}$.

Complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations are

$$q_t(x,t) - iq_{xx}(x,t) - 2p(x,t) - 2iq^2(x,t)\delta q(-x+x_0, -t+t_0) = 0, \quad (27)$$

$$-\delta q_t(-x+x_0, -t+t_0) + i\delta q^{xx}(-x+x_0, -t+t_0) + 2\delta p(-x+x_0, -t+t_0) - 2iq(x,t)\delta^2 q^2(-x+x_0, -t+t_0) = 0, \quad (28)$$

$$ip_x(x,t) + 2\omega p(x,t) - 2i\eta q(x,t) = 0, \quad (29)$$

$$i\delta p_x(-x+x_0, -t+t_0) - 2\omega\delta p(-x+x_0, -t+t_0) - 2i\eta\delta q(-x+x_0, -t+t_0), \quad (30)$$

$$i\eta_x + ip(x,t)\delta q(-x+x_0, -t+t_0) + iq(x,t)\delta p(-x+x_0, -t+t_0) = 0. \quad (31)$$

$$i) r(x,t) = \delta\bar{q}(-x+x_0, -t+t_0), k(x,t) = \delta\bar{p}(-x+x_0, t+t_0), \delta, t_0 \in \mathbb{R}.$$

Complex reverse space-time shifted nonlocal NLS-MB equations are

$$q_t(x,t) - iq_{xx}(x,t) - 2p(x,t) - 2iq^2(x,t)\delta q(-x+x_0, -t+t_0) = 0, \quad (32)$$

$$-\delta q_t(-x+x_0, -t+t_0) + i\delta q_{xx}(-x+x_0, -t+t_0) + 2\delta p(-x+x_0, -t+t_0) - 2iq(x,t)\delta^2 q^2(-x+x_0, -t+t_0) = 0 \quad (33)$$

$$ip_x(x,t) + 2\omega p(x,t) - 2i\eta q(x,t) = 0, \quad (34)$$

$$i\delta p_x(-x+x_0, -t+t_0) - 2\omega\delta p(-x+x_0, -t+t_0) - 2i\eta\delta q(-x+x_0, -t+t_0), \quad (35)$$

$$i\eta_x + ip(x,t)\delta q(-x+x_0, -t+t_0) + iq(x,t)\delta p(-x+x_0, -t+t_0) = 0. \quad (36)$$

In this section, all possible shifted nonlocal reductions of NLS-MB equations were obtained. Now, in the next section, we will show how to construct Darboux transformation and find solution of equations (27) – (31).

3. Darboux transformation for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equation

There are some methods for constructing solutions of integrable systems, such as the inverse scattering transformation method, the Hirota bilinear transformation method, The Backlund and Darboux transformation (DT) methods (He, et all, 2002) the Fokas approach, the long-time asymptotic approach, and so on. Among them, the Darboux transformation is the most effective method for finding explicit solutions to integrable equations. DT has a unique advantage that in solving integrable equations their solutions are built using a purely algebraic procedure.

Results. In this section, we will give the Darboux transformation for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equation (27) – (31). Equations (1) - (2) are yielded by the integrability condition of the following spectral equations

$$\psi_x = U_1 \psi, \tag{37}$$

$$\psi_t = V_1 \psi, \tag{38}$$

where

$$U_1 = -i\lambda\sigma_3 + U_{01}, \quad V_1 = -2i\sigma_3\lambda^2 + 2\lambda U_{01} + V_{01} + \frac{1}{\lambda + \omega} V_{-01}, \tag{39}$$

$$U_{01} = \begin{pmatrix} 0 & q(x, t) \\ -\delta\bar{q}(x, -t + t_0) & 0 \end{pmatrix}, \tag{40}$$

$$V_{01} = i \begin{pmatrix} q(x, t)\delta\bar{q}(x, -t + t_0) & q_x(x, t) \\ -\delta\bar{q}_x(x, -t + t_0) & -q(x, t)\delta\bar{q}(x, -t + t_0) \end{pmatrix} \equiv iq(x, t)\delta\bar{q}(x, -t + t_0)\sigma_3 + \begin{pmatrix} 0 & q_x(x, t) \\ -\delta\bar{q}_x(x, -t + t_0) & 0 \end{pmatrix}, \tag{41}$$

$$V_{-01} = \begin{pmatrix} \eta & -p(x, t) \\ -\delta\bar{p}(x, -t + t_0) & -\eta \end{pmatrix}. \tag{42}$$

We consider the following transformation of equations (27) – (31):

$$\psi' = T\psi = (\lambda I - M)\psi. \tag{43}$$

The functions ψ and ψ' are solutions to the system. Now, spectral problem (37) - (38) is converted into new one and assume that the new function ψ' satisfies the equations:

$$\psi' x' = U' \psi', \tag{44}$$

$$\psi' t' = V' \psi', \tag{45}$$

where $M = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} \\ m_{21} & m_{22} \end{pmatrix}$. The relation between q, p, η and new solutions q', p', η' which is called Darboux transformation can be got by using following equations:

$$T_x + TU = U'T, \tag{46}$$

$$T_t + TV = V'T. \tag{47}$$

From equation (46) we have:

$$\lambda 0: \quad Mx = U'_{01} M - MU_{01}, \tag{48}$$

$$\lambda 1: \quad U'_{01} = U_{01} + i[M, \sigma_3]. \tag{49}$$

By direct computation based on above identity (49), we can obtain a relation between potential functions q' and q :

$$q' = q(x, t) - 2im_{12}, \quad (50)$$

$$\delta\bar{q}' = \delta\bar{q}(x, -t + t_0) - 2im_{21}, \quad (51)$$

and M should have a condition $m_{12} = m_{21}$. Comparing the coefficient of λ^i ($i=0,1,2$) of the two sides of equation (20) as we did before with equation (14), we have

$$\lambda^0: M_t = iV_{-01} - iV'_{-01} + V'_{01}M - MV_{01}, \quad (52)$$

$$\lambda: 2U'_0M - 2MU_0 = V'_0 - V_0, \quad (53)$$

$$\lambda^2: i[M, \sigma_3] + U_0 - U'_0 = 0, \quad (54)$$

$$\frac{1}{\lambda - i\omega_0}: V'_{-01} = (\omega I + M)V_{-01}(\omega I + M)^{-1}. \quad (55)$$

Thus, from the above identities, after simplifications, several important equations (48) – (55) were obtained that lead to Darboux transformations for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations later. Now, in order to determine the values of p' , $\delta\bar{p}'$ and η' we put into equation (55) values of S, V_{-01}, V'_{-01} and get

$$p'(x, t) = \frac{2\eta(m_{11} + \omega)m_{12} - \delta\bar{p}(x, -t + t_0)m_{12}^2 + p(x, t)(m_{11} + \omega)^2}{\Delta_1}, \quad (56)$$

$$\delta\bar{p}'(x, -t + t_0) = \frac{-2\eta(m_{22} + \omega)m_{21} + \delta\bar{p}(x, -t + t_0)(m_{22} + \omega)^2 - p(x, t)m_{21}^2}{\Delta_1}, \quad (57)$$

$$\eta'(x, t) = \frac{\eta[(m_{11} + \omega)(m_{22} + \omega) + m_{12}m_{21}] - \bar{p}(x, -t + t_0)m_{12}(m_{22} + \omega) + p(x, t)(m_{11} + \omega)m_{21}}{\Delta_1}, \quad (58)$$

where $\Delta_1 = (m_{11} + \omega)(m_{22} + \omega) - m_{12}m_{21}$.

The main step is to find the exact value of M expressed by solving equations (6) and (7):

$$M = H \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 \\ 0 & \lambda_2 \end{pmatrix} H^{-1} \equiv H\Lambda H^{-1}, \quad (59)$$

$$H = \begin{pmatrix} \Psi_1(\lambda_1, x, t) & \Psi_1(\lambda_2, x, t) \\ \Psi_2(\lambda_1, x, t) & \Psi_2(\lambda_2, x, t) \end{pmatrix}, \tag{60}$$

where $\det H \neq 0$. Taking account M - symmetric forms (iv) and relations $m_{12} = -\delta \bar{m}_{21}$ and $m_{11} = -\bar{m}_{22}$, we get $\lambda_2 = \bar{\lambda}_1$. So for the matrix M we have

$$H = \begin{pmatrix} \Psi_1(\lambda_1; x, t) & -\Psi_2^*(\lambda_1; x, t) \\ \Psi_2(\lambda_1; x, t) & \Psi_1^*(\lambda_1; x, t) \end{pmatrix} \tag{61}$$

Thus, we can obtain an explicit expression for components of the matrix M with the following values:

$$\begin{aligned} m_{11} &= \frac{1}{\Delta} \left(\lambda_1 \psi_{1,1} \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) + \delta \bar{\lambda}_1 \psi_{2,1} \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right), \\ m_{12} &= \frac{1}{\Delta} \left(\delta (\lambda_1 - \bar{\lambda}_1) \psi_{1,1} \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right), \\ m_{21} &= \frac{1}{\Delta} \left((\lambda_1 - \bar{\lambda}_1) \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) \psi_{2,1} \right), \\ m_{22} &= \frac{1}{\Delta} \left(\bar{\lambda}_1 \psi_{1,1} \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) + \delta \lambda_1 \psi_{2,1} \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right), \end{aligned} \tag{62}$$

where $\Delta = \psi_{1,1}(x, t) \psi_{1,1}(x, -t + t_0) + \delta \psi_{2,1}(x, t) \psi_{2,1}(x, -t + t_0)$.

Discussion. Thus, we replacing equations (59) – (62) again to equations (50) and (55) and obtain the following Darboux transformations for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations (27) – (31):

$$\begin{aligned} q'(x, t) &= q(x, t) - \frac{2\delta i(\lambda_1 - \bar{\lambda}_1) \psi_{1,1}(x, t) \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0)}{\Delta}, \\ \eta'(x, t) &= \frac{\eta}{\Delta^2} \left[(\psi_{1,1}(x, t) \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) - \delta \psi_{2,1}(x, t) \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0))^2 + \right. \\ &\quad \left. + 2\delta \left(\frac{\tilde{\lambda}_1}{\bar{\lambda}_1} + \frac{\bar{\lambda}_1}{\tilde{\lambda}_1} \right) \psi_{1,1}(x, t) \psi_{2,1}(x, t) \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right] + \\ &\quad + \frac{p}{\Delta^2} \times \left[\left(1 - \frac{\tilde{\lambda}_1}{\bar{\lambda}_1} \right) \psi_{1,1}(x, t) \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) - \delta \left(1 - \frac{\tilde{\lambda}_1}{\bar{\lambda}_1} \right) \psi_{2,1}(x, t) \bar{\psi}_{2,1} \right. \\ &\quad \left. \times (x, -t + t_0) \right] \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) \psi_{2,1}(x, t) - \frac{\delta \bar{p}(x, -t + t_0)}{\Delta^2} \left[\delta \left(1 - \frac{\bar{\lambda}_1}{\tilde{\lambda}_1} \right) \times \right. \\ &\quad \left. \times \psi_{1,1}(x, t) \bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) - \left(1 - \frac{\bar{\lambda}_1}{\tilde{\lambda}_1} \right) \psi_{2,1}(x, t) \bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right] \times \end{aligned} \tag{63}$$

$$\times \psi_{1,1}(x, t)\bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0), \quad (64)$$

$$p'(x, t) = \frac{2\eta}{\Delta^2} \left[\delta \left(\frac{\tilde{\lambda}_1}{\bar{\lambda}_1} - 1 \right) \psi_{1,1}(x, t)\bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) + \left(1 - \frac{\tilde{\lambda}_1}{\bar{\lambda}_1} \right) \psi_{2,1}(x, t)\bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right] \times \psi_{1,1}(x, t)\bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) + \frac{p}{\Delta^2} \left[\frac{\left(\tilde{\lambda}_1 \psi_{1,1}(x, t)\bar{\psi}_{1,1}(x, -t + t_0) + \delta \tilde{\lambda}_1 \psi_{2,1}(x, t)\bar{\psi}_{2,1}(x, -t + t_0) \right)^2}{\tilde{\lambda}_1 \bar{\lambda}_1} \right] - \frac{\delta \bar{p}(x, -t + t_0) (\tilde{\lambda}_1 - \bar{\lambda}_1)^2}{\Delta^2 \tilde{\lambda}_1 \bar{\lambda}_1} \psi_{1,1}^2(x, t)\psi_{2,1}^2(x, -t + t_0), \quad (65)$$

where $\tilde{\lambda}_1 = \lambda_1 + \omega$. So, these equations (63) – (65) are new “seed” solution of complex reverse time shifted nonlocal nonlinear Schrodinger and Maxwell-Bloch equation which was found successfully based on the Darboux transformation.

In this section, Darboux transformation of shifted nonlocal NLS-MB equations where the nonlocality consists of complex reverse time fields was obtained. We applied the Darboux transformation which is a powerful tool to solve integrable equations. This is the most direct and important approach in many areas of mathematical physics. By constructing the Darboux transformation, we derived solutions. It can be used to find explicit and exact solutions of shifted nonlocal NLS-MB equations, including rogue waves, breathers, solitons, and so on.

Conclusion. In this article, we have proposed and studied shifted nonlocal NLS-MB equations, which can be derived from a reduction of the usual NLS-MB system. Firstly, we have presented Lax pair formulation for this equation. Secondly, we have obtained all consistent shifted nonlocal reductions of NLS-MB equations. Several new reductions of symmetry into known NLS-MB equations have been proposed, each of which leads to a new type of shifted PT-symmetric or a reverse space-time shifted nonlocal NLS-MB equations. In particular, real reverse time, real reverse space-time, complex reverse space, complex reverse time, complex reverse space-time shifted nonlocal NLS-MB equations were derived. This is not typical for integrable systems that nonlocality occurs surprisingly simply, but looks completely different. Because it correlates the values of the function at the point (x, t) in the space-time domain (in general) to its function values at its corresponding shifted and mirror reflected space-time point $(-x+x_0, -t+t_0)$. Thirdly, we

have established Darboux transformation for complex reverse time shifted nonlocal NLS-MB equations. Fourthly, we have constructed solution for shifted nonlocal nonlinear Schrodinger and Maxwell-Bloch equations, which possess much abundant structure than those of the usual NLS-MB system.

Using our approach one can also find N-soliton solutions of these equations via Darboux transformation. By different methods like inverse scattering transformation and Hirota bilinear transformation method, and so forth, one can give different solutions for the shifted nonlocal nonlinear equations.

***Acknowledgments.** This work was supported by the Ministry of Education and Science of Kazakhstan under grants AP08856912.*

Information about authors:

Zhumageldina Ainur Baqtygaliqzy – PhD doctoral candidate in the educational program of 8D05304-Physics of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan; tel.: +77053234733; ainurzhumageldina@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5795-226X>;

Yesmakhanova Kuralay Ratbayqzy – candidate of physico-mathematical sciences, associated professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Ratbay Myrzakulov Eurasian International Centre for Theoretical Physics Nur-Sultan, Kazakhstan; kryesmakhanova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4305-5939>.

REFERENCES:

Ablowitz M., Segur H. (1981) Solitons and the Inverse Scattering Transform. SIAM, Philadelphia. ISBN: 0-89871-477-X (In Eng.).

Ablowitz M.J., Musslimani Z.H. (2021) Integrable space-time shifted nonlocal nonlinear equations, Phys. Lett. A 409:127516 (in Eng.).

Ablowitz M.J., Musslimani Z.H. (2016) Integrable nonlocal nonlinear equations, Stud. Appl. Math., 1391:7–59) (in Eng.).

Benney D.J. Newell A.C. (1967) The propagation of nonlinear wave envelopes, J. Math. Phys. (Stud. Appl. Math.), 46:133–139. DOI.ORG/10.1002/SAPM1967461133 (in Eng.).

Fokas A.S. (2016) Integrable multidimensional versions of the nonlocal nonlinear Schrodinger equation, Nonlinearity 29:319–324) (in Eng.).

Gerdjikov V.S., Saxena A. (2017) Complete integrability of nonlocal nonlinear Schrodinger equation, J. Math. Phys., 58:013502 (in Eng.).

Gurses M., Pekcan A. (2018) Integrable Nonlocal Reductions, Sym., Diff. Eq. and Applic., 266:27–52 (in Eng.).

Gurses M., Pekcan A. (2022) Soliton solutions of the shifted nonlocal NLS and MKdV equations, Physics Letters A, 422:127793-1-10. DOI: 10.1016/J.PHYSLETA.2021.127793 (in Eng.).

Hasegawa A., Tappert F. (1973) Transmission of stationary nonlinear optical pulses in dispersive dielectric fibers, I. Anomalous dispersion, *Appl. Phys. Lett.*, 23:142–144 (in Eng.).

He J.S., Cheng Y., Li, Y.S. (2002) The Darboux transformation for the NLS-MB equations, *Commun. Theor. Phys.*, 38:493–496 (in Eng.).

McCall S.L., Hahn E.L. (1969) Self-induced transparency, *Phys. Rev.*, 183:457–485. DOI.ORG/10.1103/PHYSREV.183.457 (in Eng.).

Maimistov A.I., Manykin E.A. (1983) Propagation of ultrashort optical pulses in resonant non-linear light guides, *Zh. Eksp. Teor. Fiz.*, 85:1177–1181 (in Eng.).

Mark J., Ablowitz M.J., Musslimani Z.H. (2013) Integrable Nonlocal Nonlinear Schrodinger Equation, *Physical review letters*, 110:064105 (1-5) (in Eng.).

Polder D., Schuurmans M.F.H. Vreken Q.H.F. (1979) Superfluorescence: Quantum-mechanical derivation of Maxwell-Bloch description with fluctuating field source, *Phys. Rev. A*, 19:1192–1203. DOI.ORG/10.1103/PHYSREVA.19.1192 (in Eng.).

Porsezian K., Nakkeeran K. (1995) Optical Soliton Propagation in a Coupled System of the Nonlinear Schrodinger Equation and the Maxwell-Bloch Equations, *J.Mod.Opt*, 42:1953-1958. DOI.ORG/10.1080/09500349514551691.

Porsezian K., Mahalingam A., Shanmugha Sundaram P., (2000) Solitons in the system of coupled Hirota-Maxwell-Bloch equations. *Chaos, Solitons and Fractals*. 11 (8): 1261-1264. DOI: 10.1016/S0960-0779(99)00007-7 (in Eng.).

Shaikhova G., Ozat N., Yesmakhanova K., Bekova G. (2018) Dark and bright solitons for the two-dimensional complex modified Korteweg-de Vries and Maxwell-Bloch system with time-dependent coefficient. *Journal of Physics: Conference Series*. 965(1). P. 012035 (in Eng.).

Yesmakhanova K., Bekova G., Shaikhova G., Myrzakulov R. (2016) Soliton solutions of the (2+1)-dimensional complex modified Korteweg-de Vries and Maxwell-Bloch equations. *Journal of Physics: Conference Series*, 738(1). P. 012018 (in Eng.).

Yesmakhanova K., Shaikhova G., Bekova G. (2016) Soliton solutions of the Hirota's system. *AIP Conference Proceedings*, 1759. P.020147 (in Eng.).

ПАМЯТИ

АНДРЕЯ ЛЕОНИДОВИЧА КУНИЦЫНА

19 января 2022 г. на 86 году жизни скончался известный ученый, член Национального комитета по теоретической и прикладной механике РФ профессор Андрей Леонидович Куницын.

Куницын А.Л. родился 26 июля 1936 г. в Саратове. Там же прошли его детские годы. Папа был врачом. Он погиб на фронте. Все заботы о сыне легли на плечи мамы. Род Куницыных известен с конца 18-го века. Кира Владимировна поощряла тягу сына к знаниям и спорту, воспитывала высокопорядочного юношу, отличающегося исключительной честностью. Школу Андрей закончил с золотой медалью на Сахалине, куда его мама уезжала работать. Интерес к полетам привел Андрея Куницына в Московский авиационный институт, куда он поступил в 1954 г.

Приоритетной в обществе в то время была космическая тематика. Лучших выпускников вузов распределяли в соответствующие ОКБ. Так в 1960 г. А.Л. Куницын начал работать специалистом по траекториям спутников и других космических аппаратов. Интерес к проекту самолета, летающего на высоте ближнего космоса, привел его к мысли о необходимости дальнейшей теоретической подготовки в аспирантуре. Аспирантуру Куницын А.Л. проходил под руководством Г.В. Каменкова – ректора МАИ, одного из организаторов Казанского авиационного института. Каменков Г.В. существенно развил теорию устойчивости Ляпунова в критических случаях. При этом за рамками рассмотрения остались случаи внутреннего резонанса – наличия целочисленного соотношения между частотами линейной системы.

Научные интересы А.Л. Куницына на много лет стали связаны с теорией внутреннего резонанса и её приложениями в задачах механики. В 70-х годах прошлого века началось интенсивное изучение систем, которые со времени создания А.М. Ляпуновым теории устойчивости вызывали принципиальные трудности. Тем не менее, такие системы имеют важное значение в объяснении резонансных эффектов, встречающихся как в природе, так и в математических моделях. Куницын А.Л. получил результаты для наиболее важных случаев

резонанса низших порядков для автономных и периодических систем общего вида. Исследования подытожены в монографии «Некоторые задачи устойчивости нелинейных резонансных систем» (совместно с Ташимовым Л.Т.) и обзоре «Устойчивость в резонансных случаях» (совместно с Маркеевым А.П.). Сегодня в научном мире имя Куницына А.Л. связывают с разработкой теории устойчивости резонансных систем общего (негамильтонового) вида.

Исследования Куницына А.Л. всегда были связаны с небесной механикой и космонавтикой. Его работы по геостационарному спутнику, треугольным точкам либрации неограниченной задачи трех тел, стабилизации спутника в коллинеарных точках либрации в системе Земля-Луна, движению тела в гравитационно-репульсивном поле (фотогравитационная задача трех тел) хорошо известны в научном мире. В неограниченной задаче трех тел Куницыным А.Л. дана геометрическая интерпретация для треугольных точек либрации в нелинейной постановке и получены результаты по устойчивости. В фотогравитационной круговой задаче трех тел с одним и двумя излучающими телами им (совместно с Турешбаевым А.Т.) удалось описать все устойчивые множества точек либрации. В звездной динамике он предложил модель, которая впоследствии позволила предсказывать существование гигантских облачных скоплений микрочастиц. А.Л. Куницын был признанным авторитетом по фотогравитационной небесной механике. Его обзор по фотогравитационной задаче трех тел (совместно с Поляховой Е.Н.) не теряет актуальности и поныне. Работы А.Л. Куницына отличаются ясностью постановки задачи, аналитическая глубина и изящество геометрической интерпретации.

Он автор и соавтор более 100 работ, включая 3 монографии. В 1966 г. Куницын А.Л. был приглашен проф. Шевченко К.Н. в МИФИ на кафедру, где начали готовить специалистов по космической тематике. Здесь во всей полноте проявился педагогический талант Андрея Леонидовича, увлекший наукой Медведева С.В., Красильникова П.С., Пережогина А.А., Тхай В.Н. – студентов старших курсов. В это же время кандидатскую диссертацию защитил Мырзабеков Т. – первый ученик из Казахстана. В 1977 г. А.Л. Куницын вернулся в альма-матер на кафедру теоретической механики, где работал профессором до ухода на пенсию. Докторскую диссертацию он защитил в 1980 г. Звание профессора ему присвоено в 1983 г. В 2006 г. избран в Национальный комитет по теоретической и прикладной механике РФ. Филиал МАИ в г. Ленинск привлекает талантливую молодежь из

Казахстана. В результате А.Л. Куницыным создана научная школа в Казахстане. Всего под руководством А.Л. Куницына в МАИ защитились 8 ученых из Казахстана. Видный представитель школы Ташимов Л.Т. стал доктором наук, профессором, академиком НАН РК (скончался в 2021 г). В студенческие годы А.Л. Куницын был известен как чемпион Москвы по штанге, сейчас в youtube <https://youtu.be/WJh7Nrwwq68> слушают песню на его стихи. Он любил песни, навеянные широкими просторами Волги, пел романсы. Он полюбил казахскую культуру.

П.С. Красильников (профессор МАИ), А.П. Маркеев (профессор МФТИ), С.В. Медведев (профессор МАИ), Е.Н. Поляхова (профессор СПбГУ), В.Н. Тхай (главный научный сотрудник ИПУ РАН, профессор), А.А. Пережогин (профессор МАИ), А.С. Муратов (профессор ЮКУ), А.Т. Турешбаев (профессор КУ им. Коркыт Ата), А.А. Туякбаев (профессор КУ им. Коркыт Ата).

МАЗМҰНЫ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

А.Н. Аралбаев, З.Ж. Сейдахметова, Н.К. Аралбай
КОЧИ ҚАТЫРАНЫ (*CRAMBE KOTSCHYANA*) ТАМЫРЛАРЫНЫҢ
ТАҒАМДЫҚ ЖӘНЕ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ.....5

**Н.М. Ибишева, А.С. Нурмаханова, С.Ж. Атабаева, Б.М. Тыныбеков,
Э.С. Бөрібай**
ОҢТҮСТІК БАЛҚАШ ӨҢІРІНІҢ ТОПЫРАҚ ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ
ҚАЗІРГІ ЖАҒДАЙЫ.....21

**А.М. Қожахметова, Қ.Т. Жантасов, Н.Д. Төрбай, М.Т. Байжанова,
А.Б. Сейтханова**
ӨНДІРІСТІҢ ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРЫНАН КЕШЕНДІ ТЫҢАЙТҚЫШТАР
АЛУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ӨЗІРЛЕУ.....40

**А. Кохметова, А. Малышева, М. Кумарбаева, А. Болатбекова,
А. Кохметова**
БИДАЙДЫҢ РЕКОМБИНАНТТЫ ИНБРИДТІ ЛИНИЯЛАРЫНЫҢ
ҚОҢЫР ТАТҚА ТӨЗІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ.....48

А. Нурдаулетова, Г.И. Байгазиева, Н.Б. Батырбаева
ГИДРОБИОНТ ТҰНБАЛАРЫН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АРАҚТЫҢ
БИОЛОГИЯЛЫҚ БЕЛСЕНДІЛІГІН АРТТЫРУ.....61

**К.Ж. Тлеуова, А.У. Шингисов, С.С. Ветохин, А.К. Тулекбаева,
А.Е. Отуншиева**
ҚЫШҚЫЛ СҮТ ӨНІМДЕРІН АЛУ ҮШІН ТАҒАЙЫНДАЛҒАН СҮТ
ШИКІЗАТЫН ҚҰРАМДАСТЫРУДЫҢ ТИІМДІ ҚАТЫНАСЫН
ТАҢДАУ.....75

Ш.Г. Чильманбетов, А.К. Кекибаева
СУСЫНДАР ӨНДІРІСІНДЕ ҚОЛДАНУ ҮШІН ШЫРҒАНАҚТАН
ӨЗДІГІНЕН АҚҚАН ШЫРЫННЫҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ.....88

ФИЗИКА

**Н.Н. Жантурина, З.К. Аймаганбетова, В. Дроздовски, Л. Таймуратова,
А. Сейтмуратов**
КВr ЖӘНЕ КСІ КРИСТАЛДАРЫНДАҒЫ ТЕРМОСТИМУЛЬДЕНГЕН
ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯНЫҢ ҚАРМАУ ОРТАЛЫҚТАРЫНЫҢ
ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ.....99

А. Жумагельдина, Қ. Есмаханова ЫҒЫСҚАН ЛОКАЛДЫ ЕМЕС СЫЗЫҚСЫЗ ШРЕДИНГЕР ЖӘНЕ МАКСВЕЛЛ-БЛОХ ТЕНДЕУІ: ДАРБУ ТҮРЛЕНДІРУІ ЖӘНЕ ШЕШІМІ.....	108
А.Е. Кемелбекова, А.Қ. Шонғалова, С.Қ. Шегебай, М. Қарибаев, Ж. Сайлау, А.С. Серикканов ZnO КРИСТАЛДЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫНА СКРИНИНГТІК ЕСЕПТЕУЛЕР ЖҮРГІЗУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ПЕРОВСКИТТИ КҮН ЭЛЕМЕНТІНЕ ҚОЛДАНЫЛУЫН ЗЕРТТЕУ.....	122
С. Сырлыбекқызы, А.К. Курбаниязов, С.Е. Койбакова, Н.Ш. Джаналиева, А.Ш. Аккенжеева, А.Е. Жидебаева АҚТАУ КЕНТІ – "ҚҰРЫҚ" ӨК ҚИМАСЫНДАҒЫ ОРТА КАСПИЙДЕГІ ТЕҢІЗ АҒЫСТАРЫ ТУРАЛЫ ЖАҢА ДЕРЕКТЕР ЖӘНЕ КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙЛАРҒА БАЙЛАНЫСТЫ ОЛАРДЫҢ ӨЗГЕРГІШТІГІ.....	134
И. Т. Султанғалиева, Р.Р. Бейсенова ҰЯЛЫ ТЕЛЕФОНДАРДЫҢ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК СӘУЛЕЛЕНУДІҢ ГИДРОБИОНТТАРҒА ӘСЕРІН БИОТЕСТІЛЕУ ӘДІСІМЕН БАҒАЛАУ.....	146

ҒАЛЫМДЫ ЕСКЕ АЛУ

Андрей Леонидович Куницынды еске Алу.....	158
--------------------------------------------------	-----

СОДЕРЖАНИЕ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

А.Н. Аралбаев, З.Ж. Сейдахметова, Н.К. Аралбай
ОЦЕНКА ПИЩЕВОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ КОРНЕЙ
КАТРАНА КОЧИ (*CRAMBE KOTSCHYANA*).....5

**Н.М. Ибишева, А.С. Нурмаханова, С.Ж. Атабаева, Б.М. Тыныбеков,
Э.С. Бөрібай**
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ЮЖНОГО
ПРИБАЛХАШЬЯ.....21

**А.М. Кожаметова, К.Т. Жантасов, Н.Д. Торейбай, М.Т. Байжанова,
А.Б. Сейтханова**
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОГО
УДОБРЕНИЯ ИЗ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА.....40

А. Кохметова, А. Малышева, М. Кумарбаева, Болатбекова, А. Кохметова
ОЦЕНКА РЕКОМБИНАНТНЫХ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ ПШЕНИЦЫ
НА УСТОЙЧИВОСТЬ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ.....48

А. Нурдаулетова, Г.И. Байгазиева, Н.Б. Батырбаева
ПОВЫШЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ВОДКИ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НАСТОЕВ ГИДРОБИОНТОВ.....61

**К.Ж. Тлеуова, А.У. Шингисов, С.С. Ветохин, А.К. Тулекбаева,
А.Е. Отуншиева**
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СООТНОШЕНИЯ КОМБИНИРОВАНИЯ
МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА.....75

Ш.Г. Чильманбетов, А.К. Кекибаева
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА СОКА-САМОТЕКА ОБЛЕПИХИ
ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ НАПИТКОВ.....88

ФИЗИКА

**Н. Жантурина, З. Аймаганбетова, В. Дроздовский, Л.Таймуратова,
А. Сейтмуратов**
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРОВ ЗАХВАТА
ТЕРМОСТИМУЛИРОВАННОЙ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ
В КРИСТАЛЛАХ KBr И KCl99

А. Жумагельдина, К. Есмаханова СМЕЩЕННОЕ НЕЛОКАЛЬНОЕ НЕЛИНЕЙНОЕ УРАВНЕНИЕ ШРЕДИНГЕРА И МАКСВЕЛЛА-БЛОХА: ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДАРБУ И РЕШЕНИЕ.....	108
А.Е. Кемелбекова А.Қ. Шонғалова, С.Қ. Шегебай, М. Кармбаев, Ж. Сайлау, А.С. Серикканов ПРОВЕДЕНИЕ СКРИНИНГОВЫХ РАСЧЕТОВ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ZnO И ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ В ПЕРОВСКИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ.....	122
С. Сырлыбеккызы, А.К. Курбаниязов, С.Е. Койбакова, Н.Ш. Джаналиева, А.Ш. Аккенжеева, А.Е. Жидебаева НОВЫЕ ДАННЫЕ О МОРСКИХ ТЕЧЕНИЯХ В СРЕДНЕМ КАСПИИ НА РАЗРЕЗЕ п. АКТАУ-ПК «КУРЫК» И ИХ ИЗМЕНЧИВОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ.....	134
И. Т. Султангалиева, Р. Р. Бейсенова ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ НА ГИДРОБИОНТЫ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ.....	146
ПАМЯТИ УЧЕНОГО	
Памяти Андрея Леонидовича Куницына.....	158

CONTENTS

BIOTECHNOLOGY

A.N. Aralbayev, Z.Zh. Seidakhmetova, N.K. Aralbay
THE ESTIMATION OF *CRAMBE KOTSCHYANA* ROOTS NUTRITIONAL
AND BIOLOGICAL VALUE.....5

**N.M. Ibisheva, A.S. Nurmahanova, S.Zh., Atabayeva, B.M. Tynybekov,
E.S. Boribay**
THE CURRENT STATE OF THE SOIL COVER OF THE SOUTHERN
BALKHASH REGION.....21

**A.M. Kozhakhmetova, K.T. Zhantasov, N.D. Torebay, M.T. Baizhanova,
A. B. Seitkhanova**
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING INTEGRATED
FERTILIZER FROM SOLID WASTE OF PRODUCTION.....40

**A. Kokhmetova, A. Malysheva, M. Kumarbayeva, A. Bolatbekova,
A. Kokhmetova**
EVALUATION OF THE WHEAT RECOMBINANT INBRED LINES
FOR RESISTANCE TO LEAF RUST.....48

A. Nurdauletova, G.I. Baigaziev, N.B. Batyrbaeva
INCREASING THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF VODKA WITH
THE APPLICATION OF HYDROBIONTS INFUSIONS.....61

**K.Zh. Tleuova, A.U. Shingisov, S.S. Vetokhin, A.K. Tulekbayeva,
A.E. Otunshieva**
SELECTION OF THE OPTIMAL RATIO OF COMBINATION OF MILK RAW
MATERIALS DESIGNED FOR OBTAINING A SOUR MILK PRODUCT.....75

Sh.G. Chilmanbetov, A.K. Kekilbaeva
RESEARCH OF THE QUALITY OF SEA BUCKTHORN JUICE FOR
APPLICATION IN THE PRODUCTION OF BEVERAGES.....88

PHYSICAL SCIENCES

**N. Zhanturina, Z. Aimaganbetova, W. Drozdowski, L. Taimuratova,
A. Seitmuratov**
DETERMINATION OF THE PARAMETERS OF CAPTURE CENTERS OF
THERMALLY STIMULATED LUMINESCENCE IN KBr AND
KCl CRYSTALS.....99

A. Zhumageldina, K. Yesmakhanova SHIFTED NONLOCAL NONLINEAR SCHRÖDINGER AND MAXWELL- BLOCH EQUATION: DARBOUX TRANSFORMATION AND SOLUTION.....	108
A.E. Kemelbekova, A.K. Shongalova, S.K. Shegebay, M. Karibaev, J. Sailau, A.S. Serikanov COMPUTATIONAL SCREENING OF ZnO CRYSTAL STRUCTURE FOR THE PEROVSKITE SOLAR CELL APPLICATION.....	122
S. Syrlybekkyzy, A.K. Kurbaniyazov, S. Koibakova, N.Sh. Janaliyeva, . Akkenzheyeva, A. Zhidebaeva NEW DATA ON SEA CURRENTS IN THE MIDDLE CASPIAN SEA IN THE SECTION OF AKTAU-PK "KURYK" AND THEIR VARIABILITY DEPENDING ON CLIMATIC CONDITIONS.....	134
I.T. Sultangaliyeva, R.R. Beisenova ASSESSMENT OF THE EFFECT OF ELECTROMAGNETIC RADIATION FROM CELL PHONES ON HYDROBIONTS BY BIOTESTING.....	146

MEMORY OF SCIENTISTS

In memory of Andrey Leonidovich Kunitsyn.....	158
------------------------------------------------------	-----

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

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

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

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*
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 08.07.2022.

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

10,5 п.л. Тираж 300. Заказ 2.