

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

2023 • 1

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

БАЯНДАМАЛАРЫ

ДОКЛАДЫ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

REPORTS
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PUBLISHED SINCE JANUARY 1944

ALMATY, NAS RK

БАС РЕДАКТОР:

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

РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА:

РАМАЗАНОВ Тілекқабил Сәбитұлы, (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), Н = 26

РАМАНҚҰЛОВ Ерлан Мирхайдарұлы, (бас редактордың орынбасары), профессор, ҚР ҰҒА корреспондент-мүшесі, Ph.D биохимия және молекулалық генетика саласы бойынша Ұлттық биотехнология орталығының бас директоры (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 23

САНГ-СУ Квак, Ph.D (биохимия, агрохимия), профессор, Корей биоғылым және биотехнология ғылыми-зерттеу институты (KRIBB), өсімдіктердің инженерлік жүйелері ғылыми-зерттеу орталығының бас ғылыми қызметкері, (Дэчон, Корея), Н = 34

БЕРСІМБАЕВ Рахметқажы Ескендірұлы, биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Еуразия ұлттық университеті. Л.Н. Гумилев (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н = 12

ӘБИЕВ Руфат, техника ғылымдарының докторы (биохимия), профессор, Санкт-Петербург мемлекеттік технологиялық институты «Химиялық және биотехнологиялық аппаратураны оңтайландыру» кафедрасының меңгерушісі, (Санкт-Петербург, Ресей), Н = 14

ЛОКШИН Вячеслав Нотанович, медицина ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, «PERSONA» халықаралық клиникалық репродукторлық орталығының директоры (Алматы, Қазақстан), Н = 8

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

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

ЦЕЛЕТКИН Игорь Александрович, медицина ғылымдарының докторы, Монтана штаты университетінің профессоры (Монтана, АҚШ), Н = 27

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), Н = 26

МАЛЫМ Анна, фармацевтика ғылымдарының докторы, профессор, Люблин медицина университетінің фармацевтика факультетінің деканы (Люблин, Польша), Н = 22

БАЙМҰҚАНОВ Дастан Асылбекұлы, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА корреспондент мүшесі, "Мал шаруашылығы және ветеринария ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС мал шаруашылығы және ветеринарлық медицина департаментінің бас ғылыми қызметкері (Нұр-Сұлтан, Қазақстан), Н=1

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), Н = 42

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

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

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

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

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

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

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

ДАВЛЕТОВ 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, 2023
Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

БЕНБЕРИН Валерий Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, академик НАН РК, директор Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан (Алматы, Казахстан), Н = 11

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

РАМАЗАНОВ Тлексабул Сабитович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), Н = 26

РАМАНКУЛОВ Ерлан Мирхайдарвич, (заместитель главного редактора), профессор, член-корреспондент НАН РК, Ph.D в области биохимии и молекулярной генетики, Генеральный директор Национального центра биотехнологии (Нур-Султан, Казахстан), Н = 23

САНГ-СУ Квак, доктор философии (Ph.D, биохимия, агрохимия), профессор, главный научный сотрудник, Научно-исследовательский центр инженерных систем растений, Корейский научно-исследовательский институт бионауки и биотехнологии (KRIBB), (Дэчон, Корея), Н = 34

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

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

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

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

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

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстано-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), Н = 10

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), Н = 12

Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан»

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

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы). Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № **KZ93VPY00025418**, выданное 29.07.2020 г.

Тематическая направленность: *биотехнология в области растениеводства, экологии, медицины и физические науки.*

Периодичность: 4 раз в год. Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28; ком. 219; тел. 272-13-19

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

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023

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

EDITOR IN CHIEF:

BENBERIN Valery Vasilievich, Doctor of Medicine, Professor, Academician of NAS RK, Director of the Medical Center of the Presidential Property Management Department of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Kazakhstan), H = 11

EDITORIAL BOARD:

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 26

RAMANKULOV Erlan Mirkhaidarovich, (Deputy Editor-in-Chief), Professor, Corresponding Member of NAS RK, Ph.D in the field of biochemistry and molecular genetics, General Director of the National Center for Biotechnology (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 23

SANG-SOO Kwak, PhD in Biochemistry, Agrochemistry, Professor, Chief Researcher, Plant Engineering Systems Research Center, Korea Research Institute of Bioscience and Biotechnology (KRIBB), (Daecheon, Korea), H = 34

BERSIMBAEV Rakhmetkazhi Iskendirovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of NAS RK, L.N. Gumilyov Eurasian National University (Nur-Sultan, Kazakhstan), H = 12

ABIYEV Rufat, Doctor of Technical Sciences (Biochemistry), Professor, Head of the Department of Optimization of Chemical and Biotechnological Equipment, St. Petersburg State Technological Institute (St. Petersburg, Russia), H = 14

LOKSHIN Vyacheslav Notanovich, Professor, Academician of NAS RK, Director of the PERSONA International Clinical Center for Reproductology (Almaty, Kazakhstan), H = 8

SEMENOV Vladimir Grigorievich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist of the Chuvash Republic, Head of the Department of Morphology, Obstetrics and Therapy, Chuvash State Agrarian University (Cheboksary, Chuvash Republic, Russia), H = 23

PHARUK Asana Dar, professor at Hamdard al-Majid College of Oriental Medicine. Faculty of Oriental Medicine, Hamdard University (Karachi, Pakistan), H = 21

TSHEPETKIN Igor Aleksandrovich, Doctor of Medical Sciences, Professor at the University of Montana (Montana, USA), H = 27

CALANDRA Pietro, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), H = 26

MALM Anna, Doctor of Pharmacy, Professor, Dean of the Faculty of Pharmacy, Lublin Medical University (Lublin, Poland), H = 22

BAIMUKANOV Dastanbek Asylbekovich, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the NAS RK, Chief Researcher of the department of animal husbandry and veterinary medicine, Research and Production Center for Livestock and Veterinary Medicine Limited Liability Company (Nur-Sultan, Kazakhstan), H=1

TIGHINEANU Ion Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), H = 42

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), H = 7

BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

QUEVEDO Hemando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), H = 28

ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 7

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), H = 5

TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 5

KHARIN Stanislav Nikolayevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), H = 10

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), H = 12

Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

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

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. **KZ93VPY00025418**, issued 29.07.2020.

Thematic scope: *biotechnology in the field of crop research, ecology and medicine and physical sciences.*

Periodicity: 4 times a year. Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

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

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

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

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY
OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
ISSN 2224-5227
Volume 345, Number 1 (2023), 164–179
<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.192>

UDC 539.3

© **A. Marasulov**^{1*}, **I.I. Safarov**², **M.Kh. Teshae**^{3,4,5}, **G.A. Abdraimova**⁶,
A.S. Tolep¹, 2023

¹Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University,
Turkestan, Kazakhstan;

²Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan;

³Bukhara engineering-technological institute, Bukhara, Uzbekistan;

⁴Bukhara Branch of Mathematics Institute named after V.I. Romanovskiy of AS
RUz., Bukhara, Uzbekistan;

⁵Bukhara branch of the Tashkent Institute of Irrigation and Mechanization
Engineering in Agricultural, Bukhara, Uzbekistan;

⁶Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev,
Almaty, Kazakhstan.

E-mail: abdurakhim.marassulov@ayu.edu.kz

PROPERTIES OF SURFACE WAVES IN A VISCOELASTIC HOLLOW CYLINDER

Marasulov A. — Doctor of Technical Sciences, Faculty of Engineering. Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University, Turkestan, Kazakhstan, 161200

E-mail: abdurakhim.marassulov@ayu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7127-3987>;

Safarov I.I. — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Faculty of Management. Tashkent Institute of Chemical Technology. Tashkent, Uzbekistan. 100011

E-mail: safarov54@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0983-8451>;

Teshae M.Kh. — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Faculty of Cotton Technology. Bukhara Engineering-Technological Institute. Bukhara, Uzbekistan. 200117. Chief Scientific Officer, Bukhara Branch of Mathematics Institute named after V.I. Romanovskiy of AS RUz. Bukhara, Uzbekistan, 105017. Faculty of Agricultural Machinery. Bukhara branch of the Tashkent Institute of Irrigation and Mechanization Engineering in Agricultural. Bukhara, Uzbekistan. 200109

E-mail: muhsin_5@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1893-7902>;

Abdraimova G.A. — Candidate of Technical Sciences, Institute of Energy and Mechanical Engineering. Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev. Almaty, Kazakhstan, 050060

E-mail: gulnara409@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7495-358X>;

Tolep A.S. — Candidate of Technical Sciences, Faculty of Engineering. Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University. Turkestan, Kazakhstan. 161200

E-mail: abdimuhan.tolep@ayu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0089-2446>.

Abstract. The problems of propagation of natural waves in a viscoelastic hollow cylinder are considered on the basis of the methods of the theory of viscoelasticity

and mathematical physics. The study of the existence of the natural frequency and shape of vibrations depending on geometric parameters is the most interesting problem of stationary dynamics of an elastic body. The main problem is the detection of new types of free waves that propagate in extended bodies with variable cross-sections. And also the study of the dependence of the level of dissipative properties of the system on its parameters is the main content of this work. The aim of the work is to develop a methodology and algorithm, analyze the characteristics of normal damped waves in the low and high frequencies, study the features of the formation of surface waves, and analyze the kinematic characteristics of these waves in a wide frequency range (wave numbers). The dynamic behavior of the cylinder is described by integro-differential equations of the mechanics of deformable bodies. After applying the Filatov freezing method, differential equations with complex coefficients are obtained. The spectral problem is reduced to solving a system of ordinary differential equations of the first order. The solution of a system of ordinary differential equations is expressed by cylindrical Bessel and Hankel functions. The frequency equations are solved numerically by the Muller and Gauss methods. The variation of the natural frequency and phase velocity depending on the wave number has been studied. It is found that volumetric seismic waves undergo a small dispersion. However, the dispersion is significant for surface waves and some other phenomena. Consideration of the rheological properties of the material is accompanied by wave dispersions. The mechanisms by which the energy of elastic waves is converted into heat are not entirely clear. Various loss mechanisms have been proposed, but not one of them fully meets all the requirements. This process is investigated in the present work. It is found that for a hollow cylinder there are two types of low phase velocities that correspond to surface waves.

Keywords: natural waves, hollow cylindrical body, stress, spectral problem, natural frequency, phase velocity

© А. Марасулов^{1*}, И.И. Сафаров², М.Х. Тешаев^{3,4,5}, Г.А. Абдраимова⁶,
Ә.С. Төлеп¹, 2023

¹Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,
Түркістан, Қазақстан;

²Ташкент химиялық-технологиялық институты, Ташкент, Өзбекстан;

³Бұхара инженерлік-технологиялық институты, Бұхара, Өзбекстан;

⁴В.И. Романовский атындағы Математика институтының Бұхара бөлімшесі,
Бұхара, Өзбекстан;

⁵Ташкент суару және ауыл шаруашылығын механикаландыру институтының
Бұхара филиалы, Бұхара, Өзбекстан;

⁶Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: abdurakhim.marassulov@ayu.edu.kz

ТҰТҚЫР-СЕРПІМДІ ҚУЫС ЦИЛИНДРДЕГІ БЕТТІК ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ

Марасулов А. — техника ғылымдарының докторы, Инженерия факультеті. Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті. Түркістан, Қазақстан. 161200

E-mail: abdurakhim.marassulov@ayu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7127-3987>;

Сафаров И.И. — физика-математика ғылымдарының докторы, Менеджмент факультеті. Ташкент химиялық-технологиялық институты. Ташкент, Өзбекстан, 100011

E-mail: safarov54@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0983-8451>;

Тешаев М.Х. — физика-математика ғылымдарының докторы, Мақта технологиясы факультеті. Бұхара инженерлік-технологиялық институты. Бұхара, Өзбекстан, 200117; бас ғылыми қызметкер, В.И. Романовский атындағы математика институтының Бұхара бөлімшесі. Бұхара, Өзбекстан. 105017; Ауылшаруашылық машиналары факультеті, Ташкент суару және ауыл шаруашылығын механикаландыру институтының Бұхара филиалы. Бұхара, Өзбекстан. 200109

E-mail: muhsin_5@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1893-7902>;

Абдраимова Г.А. — техника ғылымдарының кандидаты, Энергетика және машина жасау институты. Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан. 050060

E-mail: gulnara409@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7495-358X>;

Төлеп Ә.С. — техника ғылымдарының кандидаты, Инженерия факультеті. Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті. Түркістан, Қазақстан. 161200

E-mail: abdimuhan.tolep@ayu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0089-2446>.

Аннотация. Тұтқыр серпімді қуыс цилиндрде меншікті толқындардың таралу мәселелері тұтқыр-серпімділік теориясы мен математикалық физика әдістерінің негізінде қарастырылады. Геометриялық параметрлерге байланысты тербелістердің меншікті жиілігі мен формасының болуын зерттеу серпімді дененің стационарлық динамикасының ең қызықты мәселелерінің бірі болып табылады. Негізгі мәселе - көлденең қималары өзгермелі ұзартылған денелерде таралатын еркін толқындардың жаңа түрлерін анықтау. Сондай-ақ, жүйенің диссипативті қасиеттері деңгейінің оның параметрлеріне тәуелділігін зерттеу бұл жұмыстың негізгі мазмұны болып табылады. Жұмыстың мақсаты — әдістеме мен алгоритмді әзірлеу, төмен және жоғары жиіліктердегі қалыпты өшпелі толқындардың сипаттамаларын талдау, беттік толқындардың пайда болу ерекшеліктерін зерттеу және жиіліктердің (толқын сандарының)

кең диапазонында осы толқындардың кинематикалық сипаттамаларын талдау. Цилиндрдің динамикалық әрекеті деформацияланатын денелер механикасының интегралды-дифференциалдық теңдеулерімен сипатталады. Филатовтың тоқтату әдісін қолданғаннан кейін комплекс коэффициенттері бар дифференциалдық теңдеулер алынады. Спектрлік есеп бірінші ретті қарапайым дифференциалдық теңдеулер жүйесін шешуге келтірілді. Қарапайым дифференциалдық теңдеулер жүйесінің шешімі Бессель мен Ханкельдің цилиндрлік функцияларымен өрнектеледі. Жиілік теңдеулері Муллер және Гаусс сандық әдістерімен шешіледі. Толқын санына байланысты меншікті жиілік пен фазалық жылдамдықтың өзгеруі зерттелді. Дененің сейсмикалық толқындары шамалы дисперсияға ұшырайтыны анықталды. Дегенмен, дисперсия беттік толқындар және кейбір басқа құбылыстар үшін көбірек. Материалдың реологиялық қасиеттерін есепке алу толқындардың дисперсиясымен бірге жүреді. Серпімді толқындар энергиясының жылуға айналу механизмдері толығымен анық емес. Шығындардың әртүрлі механизмдері ұсынылған, бірақ олардың ешқайсысы барлық талаптарға толық жауап бермейді. Бұл процесс осы жұмыста зерттелген. Қуыс цилиндр үшін беттік толқындарға сәйкес келетін төмен фазалық жылдамдықтардың екі түрі бар екені анықталды.

Түйін сөздер: меншікті толқындар, қуыс цилиндрлік дене, кернеу, спектрлік есеп, меншікті жиілік, фазалық жылдамдық

© **А. Марасулов^{1*}, И.И. Сафаров², М.Х. Тешаев^{3,4,5}, Г.А. Абдраимова⁶,
А.С. Тулеп¹, 2023**

¹Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, Туркестан, Казахстан;

²Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан;

³Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан;

⁴Бухарское отделение института Математики им. В.И. Романовского,
Бухара, Узбекистан;

⁵Бухарский филиал Ташкентского института ирригации и механизации
сельского хозяйства, Бухара, Узбекистан;

⁶Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан.

E-mail: abdurakhim.marassulov@ayu.edu.kz

СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН В ВЯЗКО-УПРУГОМ ПОЛОМ ЦИЛИНДРЕ

Марасулов А. — доктор технических наук, факультет Инженерии. Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави. Туркестан. Казахстан. 161200

E-mail: abdurakhim.marassulov@ayu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7127-3987>;

Сафаров И.И. — доктор физико-математических наук, факультет Менеджмента. Ташкентский химико-технологический институт. Ташкент. Узбекистан, 100011

E-mail: safarov54@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0983-8451>;

Тешаев М.Х. — доктор физико-математических наук, факультет Технологии хлопка. Бухарский инженерно-технологический институт. Бухара. Узбекистан. 200117; главный научный сотрудник, Бухарское отделение института Математики им. В.И. Романовского. Бухара. Узбекистан. 105017; факультет Сельско-хозяйственных машин, Бухарский филиал Ташкентского института ирригации и механизации сельского хозяйства. Бухара. Узбекистан. 200109

E-mail: muhsin_5@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1893-7902>;

Абдраимова Г.А. — кандидат технических наук. Институт энергетики и машиностроения. Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева. Алматы. Казахстан. 050060

E-mail: gulnara409@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7495-358X>;

Тулеп А.С. — кандидат технических наук, факультет Инженерии. Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави. Туркестан. Казахстан. 161200

E-mail: abdimuhan.tolep@ayu.edu.kz. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0089-2446>.

Аннотация. Рассматриваются вопросы распространения собственных волн в вязкоупругом полем цилиндре на основе методов теории вязкоупругости и математической физики. Исследование существования собственной частоты и формы колебаний в зависимости от геометрических параметров представляют наиболее интересную проблему стационарной динамики упругого тела. Основная проблема заключается в обнаружении новых типов свободных волн, которые распространяются в протяженных телах с переменными поперечными сечениями. А также исследование зависимости уровня диссипативных свойств системы от ее параметров составляет основное

содержание работы. Целью работы является разработка методики и алгоритма, анализ характеристик нормальных затухающих волн в области низких и высоких частот, изучение особенностей формирования поверхностных волн, анализ кинематических характеристик этих волн в широком диапазоне частот (волновых чисел). Динамическое поведение цилиндра описывается интегро-дифференциальными уравнениями механики деформируемых тел. После применения метода замораживания Филатова, получаются дифференциальные уравнения с комплексными коэффициентами. Спектральная задача сводится к решению системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Решение системы обыкновенных дифференциальных уравнений выражаются цилиндрическими функциями Бесселя и Ханкеля. Частотные уравнения решаются численно методами Мюллера и Гаусса. Исследовано изменение собственной частоты и фазовой скорости в зависимости от волнового числа. Найдено, что объемные сейсмические волны претерпевают малую дисперсию. Однако, дисперсия значительна для поверхностных волн и некоторых других явлений. Учет реологических свойств материала сопровождается дисперсиями волн. Механизмы, посредством которых энергия упругих волн преобразуется в тепло, не совсем ясны. Предложены различные механизмы потерь, но не один из них не отвечает полностью всем требованиям. Этот процесс исследуется в настоящей работе. Обнаружено, что для пологого цилиндра существуют два вида низких фазовых скоростей, которые соответствуют поверхностным волнам.

Ключевые слова: собственные волны, полое цилиндрическое тело, напряжение, спектральная задача, собственная частота, фазовая скорость

Введение

Распространение деформируемых волн в длинных телах различной конфигурации исследовано в работах (Rayleigh, 1885/1886; Фарнелл, 1973; Викторов, 1979). В этих работах в основном рассматривается распространение упругих волн в волноводах плоского (или цилиндрического) поперечного сечения. В этих работах приведены результаты, полученные Похгаммером. В 1876 г. были получены трансцендентные уравнения, описывающие фазовые скорости от волнового числа (или дисперсионное уравнение). Распространение упругих волн в стержне кругового сечения рассмотрено в работах Кри. В работах Дж.В. Стретта (в 1885 г.) рассмотрено распространение волн в упругом полупространстве, названная впоследствии его именем.

Дисперсионные характеристики характеризуют волновое движение в протяженных телах, которые описывают распространение свободных волн при любом значении частоты (имеющих нулевые частоты запертия) (Oliver, 1959; Owen, 1964).

Поскольку фазовые скорости распространения волн в слое близки к скорости волны Рэлея, но всегда различны, то в общем случае напряженно-деформированное состояние в слое формируются от поверхностной волна.

(Uberal, 1973; Гринченко, 1981). Максимальные амплитуды напряжений и перемещений возникают на поверхности слоя или полупространстве (Гринченко, 1984; Комиссарова, 1990) и в процесс деформации происходит обмен энергией между поверхностями. Дисперсионное уравнение сплошного упругого цилиндра имеет (существует) только один корень и то с нулевой частотой записания (Гринченко и др., 2000; Комиссарова, 2002). Рэлеевские волны не затухают, т.е., не происходит потеря энергии. Поэтому рэлеевские волны являются бездисперсионными (их фазовая скорость вдоль поверхности не зависит от частоты) и в котором упругая среда однородная и изотропная. Рэлеевские волны являются незатухающими, бездисперсионными (их фазовая скорость вдоль поверхности не зависит от частоты) и существуют во всем диапазоне частот, в котором упругую среду, заполняющую полупространство, можно считать однородной и изотропной (Гринченко, 1986). Дисперсионное уравнение и свойства их корней, описывающие нормальных волн в сплошном цилиндре и полом цилиндре существенно отличаются. В работах (Rosenberg и др., 1977; Thurston, 1978) приведен качественный анализ дисперсионных соотношений.

Дисперсионные характеристики упругих волн в полом цилиндре со свободными поверхностями зависят от физико-механических свойств материала, радиуса кривизны и толщины стенки цилиндра. Влияние этих параметров на поведение собственных волн в полом цилиндре рассмотрено в работах (Гринченко, 1978; Сафаров, 2011). Исследование дисперсионных соотношений для цилиндрических волноводов основано на специальных функциях. Указанное обстоятельство позволяет подойти к более детальному изучению формы колебаний и соответствующих характеристик нормальных волн в полом деформируемом упругом цилиндре.

Целью данной работы является разработка методики и алгоритм анализа характеристик нормальных волн в области низких (или высоких) частот с учетом вязкоупругих свойств полого цилиндра.

Методы

Постановка задачи и методики решения

Рассматривается распространение свободных (или собственных) волн в вязкоупругом однородном и изотропном полом цилиндре, внутренним и внешним радиусом соответственно a и R .

Линейные интегро-дифференциальные уравнения в частных производных, описывающие распространение волн в полом цилиндре, в векторной форме, принимают вид

$$\tilde{\mu} \nabla^2 \bar{u} + (\tilde{\lambda} + \tilde{\mu}) \text{grad} \text{div} \bar{u} = \rho \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial t^2} \quad (1)$$

где

$$\tilde{\lambda} f(t) = \lambda_0 \left[f(t) - \int_0^t R_\lambda(t-\tau) f(\tau) d\tau \right], \quad \tilde{\mu} f(t) = \mu_0 \left[f(t) - \int_0^t R_\mu(t-\tau) f(\tau) d\tau \right], \quad (2)$$

$f(t)$ – произвольная функция времени; $R_\lambda(t-\tau)$ и $R_\mu(t-\tau)$ – ядра релаксации; λ_0, μ_0 – мгновенные модули упругости; u – вектор перемещений; p – плотность среды; κ – порядковой номер слоев; ν_κ – коэффициент Пуассона, который считаем не релаксирующей величиной [6].

Принимаем интегральные члены в (2) малыми. Тогда функцию $f(t)$ можно представить в виде $f(t) = \psi(t) e^{-i\omega_R t}$, где $\psi(t)$ – медленно меняющаяся функция времени; ω_R – действительная константа. На свободной поверхности полого цилиндра ставится следующие условия:

$$r = a, R: \sigma_{rr} = \sigma_{r\theta} = \sigma_{rz} = 0. \quad (3)$$

Для аналитического решения поставленной задачи применяется процедура замораживания [7], тогда соотношения (2) заменяется приближенными выражениями

$$\begin{aligned} \bar{\lambda} f(t) &= \lambda_0 \left[1 - \Gamma_\lambda^c(\omega_R) - i\Gamma_\lambda^s(\omega_R) \right] f(t) \\ \bar{\mu} f(t) &= \mu_0 \left[1 - \Gamma_\mu^c(\omega_R) - i\Gamma_\mu^s(\omega_R) \right] f(t), \\ \Gamma_\lambda^c(\omega_R) &= \int_0^\infty R_\lambda(\tau) \cos \omega_R \tau d\tau, \quad \Gamma_\mu^c(\omega_R) = \int_0^\infty R_\mu(\tau) \cos \omega_R \tau d\tau, \\ \Gamma_\lambda^s(\omega_R) &= \int_0^\infty R_\lambda(\tau) \sin \omega_R \tau d\tau, \quad \Gamma_\mu^s(\omega_R) = \int_0^\infty R_\mu(\tau) \sin \omega_R \tau d\tau - \end{aligned}$$

соответственно, косинус- и синус образы Фурье ядра релаксации материала. Для получения численных результатов в качестве ядра вязкоупругого материала примем трехпараметрическое ядро релаксации $R_k(t) = A_k e^{-\beta_k t} / t^{1-\alpha_k}$.

В осесимметричной деформации полого вязкоупругого цилиндра вектор смещений $\vec{u} \{u_r, u_z\}$ представится в виде (Гринченко, 1978);

$$\vec{u} = \vec{U}(r) \exp[i\alpha(z - ct)] \quad (4)$$

где

$$\begin{aligned} \vec{U}(r) &= U_r(r)\vec{i} + U_z(r)\vec{j}, \\ U_r(r) &= (1/\alpha)Q_1(p_1r) + (\alpha/p_2^2)Q_2(p_2r), \\ U_z(r) &= i(Q_0(p_1r) + Q_0(p_2r)), \end{aligned}$$

$$p_1^2 = \alpha^2 - \gamma_{RI1}^2; \gamma_{RI1} = \frac{\omega_R R}{V_{0D}} + i \frac{\omega_I R}{V_{0D}},$$

$$p_2^2 = \alpha^2 - \gamma_{RI2}^2; \gamma_{RI2} = \frac{\omega_R R}{V_{0s}} + i \frac{\omega_I R}{V_{0s}}, k = \frac{1-2\nu}{2(1-\nu)}.$$

Здесь α – волновое число; ω – круговая частота; V_{0D}, V_{0s} – скорости волн продольных и поперечных волн соответственно, ν – коэффициент Пуассона материала полого вязкоупругого цилиндра; R – внешний радиус полого цилиндра. Распространение возмущений в полом цилиндре удовлетворяют уравнениям движения Ламе. Решение дифференциальных уравнений удовлетворяет специальным функциям Бесселя и Ханкеля. В этом случае радиальные функции удовлетворяют следующим соотношениям:

$$\frac{dQ_0(p_k r)}{dr} = Q_1(p_k r), Q_0(p_k r) = A_k L_0(p_k r) + M_k L_0(p_k r), (k = 1, 2), \quad (5)$$

где A_i, B_i – произвольные интегральные постоянные, а функции $L_0(p_k r), M_0(p_k r)$ принимают следующий вид

$$L_0(pr) = \begin{cases} I_0(pr), & pr > 0; \\ I_0(pr), & pr > 0, \end{cases}$$

$$M_0(pr) = \begin{cases} K_0(pr), & pr > 0; \\ Y_0(pr), & pr > 0. \end{cases}$$

Задача решается в безразмерных переменных.

Выражения (5) функций $Q_0(p_k r)$ содержит четыре неизвестных интегральных произвольных постоянных A_k, B_k ($k=1,2$). Подставляя решения (4) в уравнение (1) с учетом (5), после некоторого преобразования получим уравнение Бесселя с нелинейно входящим параметром. Подставляя решения в специальных функциях в граничные условия, получим алгебраические уравнение с комплексными коэффициентами. Таким образом, для цилиндрического тела (для протяженного цилиндрического слоя) решения могут быть записаны через перемещения в следующем виде:

$$u_r = \sum_{n=0}^{\infty} \left[F_n \frac{dH_n^{(1)}(\alpha r)}{dr} + D_{2n} i \gamma_p H_{n+1}^{(1)}(\beta r) + M_{1n} n H_n^{(1)}(\beta r) / r \right] \begin{pmatrix} \cos n\theta \\ -\sin n\theta \end{pmatrix} e^{i(-\omega t + \gamma_p z)}$$

$$u_\theta = \sum_{n=0}^{\infty} \left[-F_n n H_n^{(1)}(\alpha r) / r + D_{2n} i \gamma_p H_{n+1}^{(1)}(\beta r) - M_{1n} \frac{dH_n^{(1)}(\beta r)}{dr} \right] \begin{pmatrix} s \sin n\theta \\ \cos n\theta \end{pmatrix} e^{i(-\omega t + \gamma_p z)}, \quad (6)$$

$$u_z = \sum_{n=0}^{\infty} \left[-F_n i \gamma_p H_{n+1}^{(1)}(\alpha r) - D_{2n} \left[\frac{dH_{n+1}^{(1)}(\beta r)}{dr} + \frac{n+1}{r} H_{n+1}^{(1)}(\beta r) \right] \right] \begin{pmatrix} \cos n\theta \\ -\sin n\theta \end{pmatrix} e^{i(-\omega t + \gamma_p z)}.$$

Выражения перемещений (6) содержат в себе три произвольных постоянных F_n, D_{2n}, M_{1n} и удовлетворяют уравнениям движения (1) при всех значениях ω . Для короткого пространственного цилиндра количество произвольных постоянных будет шесть. Если полученные решения через потенциалы выразить через специальные функции Бесселя и Неймана, а также использовать граничные условия, то получим систему однородных алгебраических уравнений с комплексными коэффициентами. Для того существования решения основной определителе должно быть равно нулю. Это условия позволяет определение дисперсионных соотношений. При исследовании процессов распространения затухающих волн в упругих слоисто-однородных средах с плоскопараллельными границами раздела в первую очередь необходимо определить дисперсионные характеристики этих волн. Условия существования нетривиального решения приводит к дисперсионному уравнению, которое определяет фазовую скорость нормальных волн как трансцендентную функцию комплексной частоты и параметров модели цилиндра. Под дисперсионными характеристиками понимаются фазовые и групповые скорости C_ϕ и $V_{гр}$, коэффициенты затухания со временем Ω_l . Известно, что величины V_ϕ и Ω_l связаны со значением корня дисперсионного уравнения

$$\Delta(\omega, \xi) = 0, \tag{7}$$

формулами $C_\phi = \text{Im}(\xi)$, $V_{гр} = -\text{Re}(\xi)$, где ξ – комплексная частота; ξ -волновое число. Фазовая и групповая скорость связаны со значением корня дисперсионного уравнения некоторыми сложными зависимостями. Таким образом, чтобы иметь возможность вычислять дисперсионные характеристики, необходимо произвести качественное исследование корней уравнения (6) в точках комплексной плоскости, а также разработать метод их численного определения. Более целесообразным является прямое определение комплексных корней методом Мюллера. Для комплексных корней метод Мюллера упрощает вычисления и обеспечивает более быструю сходимость, чем метод Бэрстоу, если корни близки друг другу (Сафаров, 2012). В методе Мюллера применяется квадратичная интерполяция, что приводит к итерации вида:

$$Z^{[j+1]} = Z^{[j]} - (Z^{[j]} - Z^{[j-1]}) \frac{2C_j}{B_{jj}^2 4A_j C_j} \text{sign} B,$$

$$\text{где } A_j = g_i f_i - g_i (1 + g_i)^2 f_{i-1} + g_i f_{i-2};$$

$$B_j = (2g_i + 1) f_j^2 - (1 + g_i)^2 f_{j-1} + g_i f_{j-2};$$

$$C_j = (g_i + 1) f_j; f_j = f(z^{[j]}); g_j = (z^{[j]} - z^{[j-1]}) / (z^{[j-1]} - z^{[j-2]}); j = 0, 1, 2.$$

Для начала решения можно положить $z^{[0]} = z00$; $z^{[1]} = z01$; $z^{[2]} = z02$; $z00$, $z01$, $z02$ – решения упругих задач. На основании последней модификации

и был построен алгоритм для определения дисперсионных характеристик. Элементы дисперсионного уравнения состоит из специальных функций Ханкеля 1-го и 2-го рода n -го порядка.

Рассмотрим сначала низкочастотные колебания, для этого перейдем в уравнении (7) к пределам при $\bar{k}r_1 \rightarrow 0, \bar{m}r_1 \rightarrow 0$ и при $R_{\lambda k} = 0, R_{\mu k} = 0$. Получается биквадратное уравнение (Викторов, 1979). В результате получится спектр волны L, который начинается с нулевой частоты. Фазовая скорость C_L волны L не зависит от скорости продольных волн C_{p1} в среде. Но фазовая скорость C_L волны L зависит от плотности ρ_1 , скорости C_{s1} и реологических свойств материалов деформируемых сред

$$c_L = \frac{c_{s1}\Gamma_s}{\sqrt{\rho_{01} + c_{s0}^2\Gamma_s}}, \quad (8)$$

где $\rho_{01} = \rho_0 / \rho_1, c_{s0} = c_s / c_0$, ρ_0 — плотность жидкости, C_0 -скорость звука в жидкости. Волна L испытывает экспоненциальное затухание, если скорость ее C_L оказывается выше скорости C_{s1} . При $\omega = \omega_R + i\omega_I = 0$ волна L становится затухающей, и выполняется условия $c_{s1} < c_0\sqrt{1-\rho_{01}}$. Если учитываются реологические свойства материалов, тогда $c_{s1} < c_0\sqrt{1-\rho_{01}}/\Gamma_s$. Самой простой моделью, в которой существуют волна T, является труба, находящаяся в пустоте. Спектр этой волны начинается с нулевой частоты, при которой фазовая скорость C_T не зависит от толщины стенок, и равна скорости стержневой волны

$$c_T^2 = \left[\frac{3-4\gamma_1^2}{1-\gamma_1^2} \right] c_{s1}^2 \Gamma_s, \quad \gamma_1 = c_{s1} / c_{p1} < 1. \quad (9)$$

Для существования T волны параметр γ_1 должен принадлежать в интервале $\gamma_1 \in (3/4; 1)$. В общем случае дисперсия гидроволн (для упругих или вязкоупругих механических систем) может быть нормальной или аномальной (Rayleigh, 1985–1986). Соответствующая групповая скорость определяется по формуле (Rayleigh, 1985-1986).

$$C_T = \frac{c_T^2}{c_T - \omega \frac{\partial c_T}{\partial \omega}} \quad (10)$$

Дисперсионные зависимости нормальных волн вязкоупругого полого однородного цилиндра

Дисперсионные зависимости в поставленной задаче получаются в аналитическом виде, как дисперсионное уравнение, приведённое в работе (Сафаров, 2012). Решение дисперсионного уравнения получается только

численным методом или применяются методы качественного анализа. Для полого цилиндра у дисперсионного уравнения упругого цилиндра существуют две действительные корни, которые обладают дисперсией в общем случае. При некоторых соотношениях параметров могут существовать скорости волн Рэлея, которые не обладают дисперсией. Учет вязкоупругих свойств материалов усложняет поставленную задачи. Корни дисперсионного уравнения станут комплексными. Свободные волны, в этом случае, задыхаются по времени. Точное решение поставленной задачи, сформулированной на основе дифференциальных уравнений динамической теории вязко—упругости, позволяет исследовать дисперсионные зависимости нормальных затухающих волн численно или методом качественного анализа. Параметры ядра релаксации принято в виде $A=0,048$; $\beta=0,05$; $\alpha=0,1$. На рис. 1 изображены реальные части дисперсионных кривых осесимметричных волн для полого вязкоупругого цилиндра при различных значениях внутреннего радиуса цилиндра. Влияние толщинного параметра на дисперсионные свойства первых нормальных осесимметричных волн в полом цилиндре: сплошные — первая волна $1 - r_1 = 0.3$, $2 - r_1 = 0.8$, $3 - r_1 = 0.9$, $4 - r_1 = 0.95$, $5 - r_1 = 0.99$.

При вычислении принята $\nu=0.25$, и внутренний радиус $a \in (0.39 \div 0.9)$. На рис.2 сплошными линиями отмечены реальные части первой дисперсионной кривой. Видно, что с увеличением волнового числа соответствующие дисперсионные кривые увеличиваются с ускоренным темпом.

На рис. 2–3 приведено изменение по радиусу нормированных амплитуд смещений в первой нормальной волне ($\alpha = 10$; $1. \text{Re}u_r^*$; $2. \text{Im}u_r^*$). Видно, что волновое движение в цилиндре концентрируется на поверхности полого вязкоупругого цилиндра. Аналогичные результаты приведены на рис. 4–5.

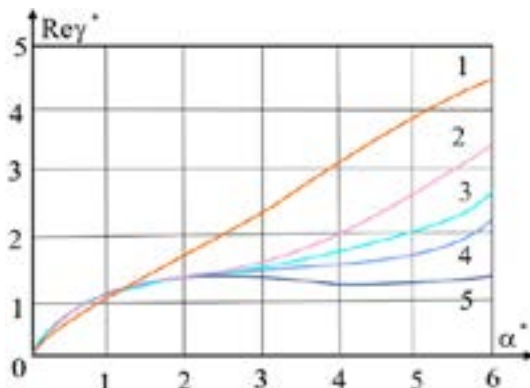


Рис. 1. Влияние толщинного параметра на дисперсионные свойства первых нормальных осесимметричных волн в полом цилиндре: сплошные — первая волна $1 - r_1 = 0.3$, $2 - r_1 = 0.8$, $3 - r_1 = 0.9$, $4 - r_1 = 0.95$, $5 - r_1 = 0.99$

(Fig.1. Influence of the thickness parameter on the dispersion properties of the first normal axisymmetric waves in a hollow cylinder: solid lines - the first wave $1 - r_1 = 0.3$, $2 - r_1 = 0.8$, $3 - r_1 = 0.9$, $4 - r_1 = 0.95$, $5 - r_1 = 0.99$)

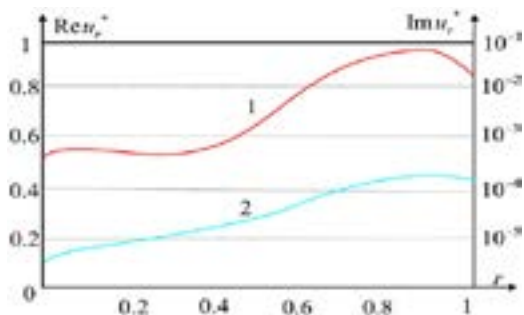


Рис. 2. Распределение по радиусу нормированных комплексных амплитуд смещений в первой нормальной волне ($\alpha = 10$): 1. $\text{Re}u_r^*$; 2. $\text{Im}u_r^*$
 (Fig. 2. Radius distribution of normalized complex displacement amplitudes in the first normal wave ($\alpha = 10$): 1. $\text{Re}u_r^*$; 2. $\text{Im}u_r^*$)

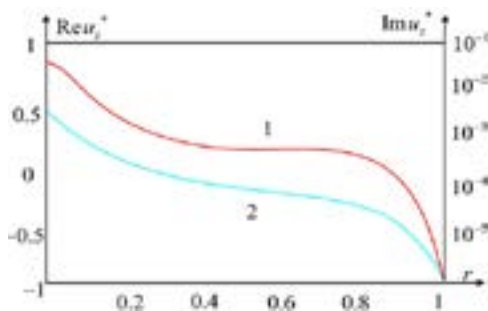


Рис. 3. Распределение по радиусу нормированных комплексных амплитуд смещений в первой нормальной волне ($\alpha = 10$): 1. $\text{Re}u_r^*$; 2. $\text{Im}u_r^*$
 (Fig. 3. Radius distribution of normalized complex displacement amplitudes in the first normal wave ($\alpha = 10$): 1. $\text{Re}u_r^*$; 2. $\text{Im}u_r^*$)

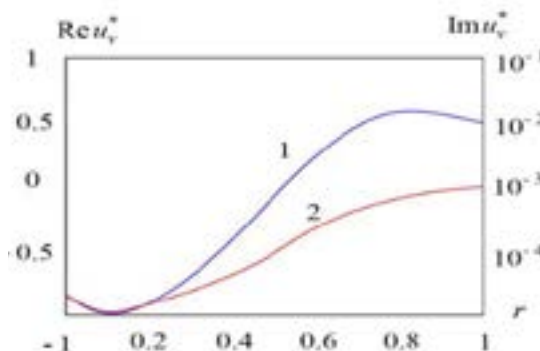


Рис. 4. Распределение по радиусу нормированных амплитуд смещений во второй нормальной волне ($\alpha = 10$): 1. $\text{Re}u_r^*$; 2. $\text{Im}u_r^*$
 (Fig. 4. Radius distribution of normalized displacement amplitudes in the second normal wave ($\alpha = 10$): 1. $\text{Re}u_r^*$; 2. $\text{Im}u_r^*$)

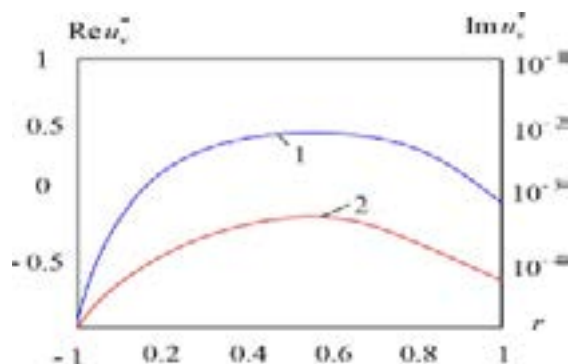


Рис. 5. Распределение по радиусу нормированных амплитуд смещений во второй нормальной

волне ($\alpha=10$): 1. $Re u_r^*$; 2. $Im u_r^*$

(Fig. 5. Radius distribution of normalized displacement amplitudes in the second normal wave ($\alpha=$

10): 1. $Re u_r^*$; 2. $Im u_r^*$)

Для $0 < \alpha < 1$ величинах волнового числа первые дисперсионные кривые при различных r_1 практически одинаковы. Соответствующая фазовая скорость удовлетворяет следующие выражения

$$Re \frac{c_R}{c_s} = \Psi \sqrt{2(1+\nu)} \approx 1.5731,$$

где Ψ — параметр, который характеризует вязкие свойства материалов цилиндра. Если $\alpha > 1$, тогда с увеличением волнового числа реальная и мнимая части низшей моды фазовой скорости существенно уменьшаются с увеличением r_1 . С уменьшением толщины полого цилиндра реальные и мнимые части первой и второй мод отклоняются друг от друга и плавно уменьшается первая мода фазовой скорости, а вторая мода — умеренно снижается. Когда $\alpha=0.97$, полый цилиндр рассматривается как цилиндрическая оболочка. Дисперсионные кривые при $1.8 < \alpha < 3.0$ практически не изменяются, т.е. становятся горизонтальными по оси абсцисс. При дальнейшем увеличении волнового числа $\alpha > 3.0$ реальные и мнимые части фазовой скорости первой и второй мод, сначала возрастут и приближаются к скорости волны Рэлея (Сафаров и др., 2012, Сафаров и др., 2011).

Закключение

Исследованы свойства поверхностных волн в вязко-упругом полом цилиндре. Найдено, что в полом вязко-упругом цилиндре существуют две комплексные нормальные волны, реальные части которых в предельном случае приближаются к скорости волн Рэлея.

Установлено, что поверхностные волны в полом вязко-упругом цилиндре локализируются на внешней и внутренней свободной поверхностях цилиндра.

Литература

Rayleigh J.W. — *Rayleigh J.W.* On waves propagated along the plane surface of an elastic solid // Proc. Lond. Math. Soc. — 1885/1886. — 17. № 253. — Pp. 4–11.

Фарнелл Дж. Свойства упругих поверхностных волн // Физ. акустика: Принципы и методы (пер. с англ.). — 1973. — 6. — С. 137–202.

Викторов И.А. — *Викторов И.А.* Типы звуковых поверхностных волн в твердых телах // Акуст. ж. — 1979. — 25. № 1. — С. 1–17.

Oliver J. — *Oliver J.* A summary of observed seismic surface wave dispersion // Bull. Seism. Soc. Amer. — 1959. — 52. № 1. — Pp. 81–90.

Owen T.E. — *Owen T.E.* Surface wave phenomena in ultrasonics // Progr. Appl. Matter. Resch. — 1964. — 6. — Pp. 69–87.

Uberal H. — *Uberal H.* Surface waves in acoustics // Phys. acoustics: Principles and methods. — 10. — 1973. — Pp. 1–60.

Гринченко В.Т., Мелешко В.В. — *Гринченко В.Т., Мелешко В.В.* Гармонические колебания и волны в упругих телах. — К.: Наук. думка, 1981. — 283 с.

Гринченко В.Т., Комиссарова Г.Л. — *Гринченко В.Т., Комиссарова Г.Л.* Распространение волн в полой упругой цилиндрической оболочке с жидкостью // Прикл. мех. — 1984. — 20. № 8. — С. 25–29.

Комиссарова Г.Л. — *Комиссарова Г.Л.* К решению задачи о распространении волн в цилиндре с жидкостью // Прикл. мех. — 1990. — 26. № 8. — С. 25–29.

Гринченко В.Т., Комиссарова Г.Л. — *Гринченко В.Т., Комиссарова Г.Л.* Свойства нормальных волн в упруго-жидкостных цилиндрических волноводах // Акуст. вiсн. — 2000. — 3. № 3. — С. 44–55.

Комиссарова Г.Л. — *Комиссарова Г.Л.* Распространение нормальных волн в заполненных жидкостью тонкостенных цилиндрах // Прикл. мех. — 2002. — 38. № 1. — С. 124–134.

Гринченко В.Т., Комиссарова Г.Л. — *Гринченко В.Т., Комиссарова Г.Л.* Особенности динамического деформирования полого цилиндра // Прикл. мех. — 1986. — 22. № 5. — С. 3–8.

Rosenberg R.L., Thurston R.N. — *Rosenberg R.L., Thurston R.N.* Relationship between plate and surface modes of a tube // J. Acoust. Soc. Amer. — 1977. — 61. № 6. — Pp. 1499–1502.

Thurston R.N. — *Thurston R.N.* Elastic waves in rod and clad rods // J. Acoust. Soc. Amer. — 1978. — 64. № 1. — Pp. 1–37.

Гринченко В.Т. — *Гринченко В.Т.* Равновесие и установившиеся колебания упругих тел конечных размеров. — К.: Наук. думка, 1978. — 264 с.

Сафаров И.И., Тешаев М.Х., Болтаев З.И. — *Сафаров И.И., Тешаев М.Х., Болтаев З.И.* Волновые процессы в механическом волноводе. Основы, концепции, методы. Германия, LAP, Lambert Academic Publishing. 2012–220 p.

Сафаров И.И., Болтаев З.И. — *Сафаров И.И., Болтаев З.И.* Распространение гармонических волн в пластинке переменной толщины. Известия высших учебных заведений Поволжский регион. «Физико-математические науки». 2011. № 4 (20). С. 24–345.

REFERENCES

Rayleigh J.W., 1885/1886 — *Rayleigh J.W.* On waves propagated along the plane surface of an elastic solid // Proc. Lond. Math. Soc. — 1885/1886. — 17. № 253. — Pp. 4–11.

Farnell Dzh., 1973 — *Farnell Dzh.* Properties of elastic surface waves // Fiz. Acoustics: Principles and Methods (translated from English). — 1973. — 6. — Pp. 137–202.

Viktorov I.A., 1979 — *Viktorov I.A.* Types of sound surface waves in solids // Acoustic journal. — 1979. — 25. № 1. — Pp. 1–17.

Oliver J., 1959 — *Oliver J.* A summary of observed seismic surface wave dispersion // Bull. Seism. Soc. Amer. — 1959. — 52. № 1. — Pp. 81–90.

Owen T.E., 1964 — *Owen T.E.* Surface wave phenomena in ultrasonics // Progr. Appl. Matter. Resch. — 1964. — 6. — Pp. 69–87.

Uberal H., 1973 — *Uberal H.* Surface waves in acoustics // Phys. acoustics: Principles and methods. — 10. — 1973. — Pp. 1–60.

Grinchenko V.T., Meleshko V.V., 1981 — *Grinchenko V.T., Meleshko V.V.* Harmonic oscillations and waves in elastic bodies. — Kyiv: Nauk. Dumka, 1981. — 283 p.

Grinchenko V.T., Komissarova G.L., 1984 — *Grinchenko V.T., Komissarova G.L.* Propagation of waves in a hollow elastic cylinder with liquid // *Applied Mechanics*. — 1984. — 20. № 8. — Pp. 25–29.

Komissarova G.L., 1990 — *Komissarova G.L.* To the solution of the problem of wave propagation in a cylinder with liquid // *Applied Mechanics*. — 1990. — 26. № 8. — Pp. 25–29.

Grinchenko V.T., Komissarova G.L., 2000 — *Grinchenko V.T., Komissarova G.L.* Properties of normal waves in elastic-fluid cylindrical waveguides // *Acoustic Bulletin*. — 2000. — 3. № 3. — Pp. 44–55.

Komissarova G.L., 2002 — *Komissarova G.L.* Distribution of normal waves in liquid-filled thin-walled cylinders // *Applied Mechanics*. — 2002. — 38. № 1. — Pp. 124–134.

Grinchenko V.T., Komissarova G.L., 1986 — *Grinchenko V.T., Komissarova G.L.* Peculiarities of dynamic deformation of a hollow cylinder // *Applied Mechanics*. — 1986. — 22. № 5. — Pp. 3–8.

Rosenberg R.L., Thurston R.N., 1977 — *Rosenberg R.L., Thurston R.N.* Relationship between plate and surface modes of a tube // *J. Acoust. Soc. Amer.* — 1977. — 61. № 6. — Pp. 1499–1502.

Thurston R.N., 1978 — *Thurston R.N.* Elastic waves in rod and clad rods // *J. Acoust. Soc. Amer.* — 1978. — 64. № 1. — Pp. 1–37.

Grinchenko V.T., 1978 — *Grinchenko V.T.* Equilibrium and steady oscillations of elastic bodies of finite sizes. — Kyiv: Nauk, Dumka, 1978. — 264 p.

Safarov I.I., Teshayev M.Kh., Boltayev Z.I., 2012 — *Safarov I.I., Teshayev M.Kh., Boltayev Z.I.* Wave processes in a mechanical waveguide. Fundamentals, concepts, methods. Germany. LAP. Lambert Academic Publishing. 2012. — 220 p.

Safarov I.I., Boltayev Z.I., 2011 — *Safarov I.I., Boltayev Z.I.* Propagation of harmonic waves in a plate of variable thickness. News of higher educational institutions Volga region. “Physical and mathematical sciences”. 2011. № 4(20). Pp. 24–345.

CONTENTS

BIOTECHNOLOGY

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

PHYSICAL SCIENCES

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

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

CHEMISTRY

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

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

МАЗМҰНЫ

БИОТЕХНОЛОГИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

ФИЗИКА

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ**БИОТЕХНОЛОГИЯ**

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

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

ХИМИЯ

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

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

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

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

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

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). 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>**

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК Р. Жәліқызы

Редакторы: М.С. Ахметова, Д.С. Аленов

Верстка на компьютере Г.Д. Жадырановой

Подписано в печать 30.03.2023.

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

22,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.