

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

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

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

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

Тақырыптық бағыты: *өсімдік шаруашылығы, экология және медицина саласындағы биотехнология және физика ғылымдары.*

Мерзімділігі: жылына 4 рет. Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28; 219 бөл.; тел.: 272-13-19

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

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

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:**

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

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

**РАМАЗАНОВ 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

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

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

**СЕМЕНОВ Владимир Григорьевич**, доктор биологических наук, профессор, заслуженный деятель науки Чувашской Республики, заведующий кафедрой морфологии, акушерства и терапии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный аграрный университет» (Чебоксары, Чувашская Республика, Россия), Н = 23

**ФАРУК Асана Дар**, профессор Колледжа восточной медицины Хамдарда аль-Маджида, факультет восточной медицины Университета Хамдарда (Карачи, Пакистан), Н = 21

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

**КАЛАНДРА Пьетро**, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), Н = 26

**МАЛЫН 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), 108–124

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1483.188>

UDC 336.77, 338.43(477)

© **E.B. Arinov<sup>1</sup>, L.R. Kundakova<sup>1\*</sup>, N.A. Ispulov<sup>2</sup>, A.K. Seitkhanova<sup>3</sup>,  
A.Zh. Zhumabekov<sup>2</sup>, 2023**

<sup>1</sup>O.A. Baikonyrov Zhezkazgan University, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan;

<sup>3</sup>Pavlodar Pedagogical University, Pavlodar, Kazakhstan.

E-mail: nurlybek\_79@mail.ru

## THE SOLUTION OF DIFFERENTIAL EQUATIONS FOR ELASTIC DISTURBANCES IN THE CYLINDRICAL COORDINATE SYSTEM WITH REGARD TO THE INERTIAL COMPONENTS

**Arinov E.B.** — Doctor of Physical-mathematical Science. Professor. O.A. Baikonyrov Zhezkazgan University, Kazakhstan

E-mail: arinov91@mail.ru;

**Kundakova L.R.** — Candidate of Science (Economics), Associate Professor. Department of Economics and Law. O.A. Baikonyrov Zhezkazgan University, Kazakhstan

E-mail: kundakova@mail.ru;

**Ispulov N.A.** — Candidate of Physical-mathematical Science, Associate Professor. Faculty of Computer Science. Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

E-mail: nurlybek\_79@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4703-1413;

**Seitkhanova A.K.** — PhD. Associate Professor, Higher School of Natural Sciences. Pavlodar, Kazakhstan

E-mail: ainur1179@mail.ru. ORCID: 0000-0002-6667-4548;

**Zhumabekov A.Zh.** — PhD. Associate Professor, Faculty of Computer Science. Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan

E-mail: almar89-89@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2360-3747.

**Abstract.** In this review article, an internal boundary value problem is solved for perturbations in a cylindrical coordinate system considering the inertial terms. The equation in displacements presented in the Tedone form are solved for the case of compressible material of cylindrical bodies. Solutions of homogeneous differential equations are obtained in Bessel functions with preliminary separation of variables of inhomogeneous equations, which are found by the method of undetermined coefficients. Presented in the form of Tedone, the equation in displacements is solved under the conditions of compressibility of cylindrical material bodies. In this case, the volume expansion obeys the types of the Helmholtz equation. Solutions of homogeneous differential equations in Bessel functions with preliminary separation of variables of inhomogeneous equations are constructed in the work.

These homogeneous differential equations are found by the method of indefinite coefficients. Also in this review article, the internal boundary value problem of perturbation is solved. The displacement equation, expressed in the Tedone form, is solved for the compressed material of some cylindrical bodies. The solution of homogeneous differential equations in Bessel functions with preliminary separation of variables is obtained. It should be noted that the solution of inhomogeneous differential equations is obtained by the method of indefinite coefficients.

**Key words:** cylindrical coordinate system, differential equations, solutions of heterogeneous equations, Tedone forms, Bessel functions

© **Е.Б. Аринов<sup>1</sup>, Л.Р. Кундакова<sup>1\*</sup>, Н.А. Испулов<sup>2</sup>, А.К. Сейтханова<sup>3</sup>,  
А.Ж. Жумабеков<sup>2</sup>, 2023**

<sup>1</sup>О.А. Байқоңыров атындағы Жезқазған Университеті, Қазақстан;

<sup>2</sup>Торайғыров Университеті, Павлодар, Қазақстан;

<sup>3</sup>Павлодар Педагогикалық Университеті, Павлодар, Қазақстан.

E-mail: nurlybek\_79@mail.ru

## **ЦИЛИНДРЛІК КООРДИНАТАЛАР ЖҮЙЕСІНДЕ ИНЕРЦИЯЛЫҚ ҚОСЫЛҒЫШТАРДЫ ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, СЕРПІМДІ АУЫТҚУЛАР ҮШІН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДІ ШЕШУ**

**Аринов Е.Б.** — физика-математика ғылымдарының докторы, профессор. О.А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті, Қазақстан

E-mail: arinov91@mail.ru;

**Кундакова Л.Р.** — ғылым кандидаты (экономика), экономика және құқық кафедрасының доценті, О.А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті, Қазақстан

E-mail: kundakova@mail.ru;

**Испулов Н.А.** — физика-математика ғылымдарының кандидаты, доцент. Торайғыров университеті, компьютерлік ғылымдар факультеті, Павлодар, Қазақстан

E-mail: nurlybek\_79@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4703-1413;

**Сейтханова А.К.** — PhD докторы. Жаратылыстану ғылымдары жоғары мектебінің доценті. Павлодар, Қазақстан

E-mail: ainur1179@mail.ru. ORCID: 0000-0002-6667-4548;

**Жумабеков А.Ж.** — PhD докторы, доцент, компьютерлік ғылымдар факультеті. Торайғыров университеті, Павлодар, Қазақстан

E-mail: almar89-89@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2360-3747.

**Аннотация.** Бұл шолу мақаласында инерциялық мүшелерді ескере отырып, цилиндрлік координаттар жүйесіндегі козулар үшін ішкі шекаралық есеп шешіледі. Цилиндрлік денелердің сығылатын материалы үшін Тедонетүріндегі қозғалыстардың теңдеулері шешіледі. Анықталмаған коэффициенттер әдісі арқылы анықталатын біртекті емес теңдеулердің айнымалыларын алдынала ажыратумен Бессель функцияларындағы біртекті дифференциалдық теңдеулердің шешімдері алынады. Тедонетүріндегі қозғалыстардың теңдеуі цилиндрлік материалдық денелердің сығылу жағдайында шешіледі. Бұл

жағдайда көлемдік кеңею Гельмгольц тендеулеріне бағынады. Жұмыста біртекті емес тендеулердің айнаымалылары алдын-ала ажыратылатын Бессель функцияларындағы біртекті дифференциалдық тендеулердің шешімдері құрылады. Бұл біртекті дифференциалдық тендеулер анықталмаған коэффициенттер әдісімен табылады. Сондай-ақ, осы шолу мақаласында қозудың ішкі шекаралық есебі шешіледі. Тедоне түріндегі қозғалыстың тендеуі кейбір цилиндрлік денелердің сығылған материалы үшін шешіледі. Бессель функцияларындағы біртекті дифференциалдық тендеулердің шешімі айнаымалыларын алдын-ала ажыратумен алынды. Біртекті емес дифференциалдық тендеулерді шешу анықталмаған коэффициенттер әдісімен алынатындығын айта кету керек.

**Түйін сөздер:** цилиндрлік координаталар жүйесі, дифференциалдық тендеулер, біртекті емес тендеулердің шешімдері, Тедоне түрі, Бессель функциясы

© **Е.Б. Аринов<sup>1</sup>, Л.Р. Кундакова<sup>1\*</sup>, Н.А. Испулов<sup>2</sup>, А.К. Сейтханова<sup>3</sup>, А.Ж. Жумабеков<sup>2</sup>, 2023**

<sup>1</sup>Жезказганский университет имени О.А. Байконурова, Казахстан;

<sup>2</sup>Торайгыров Университет, Павлодар, Казахстан;

<sup>3</sup>Павлодарский педагогический университет, Павлодар, Казахстан.

E-mail:nurlybek\_79@mail.ru

## **РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ УПРУГИХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ С УЧЕТОМ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ**

**Аринов Е.Б.** — доктор физико-математических наук, профессор. Жезказганский университет имени О.А. Байконурова, Казахстан

E-mail: arinov91@mail.ru;

**Кундакова Л.Р.** — кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и права. Жезказганский университет имени О.А. Байконурова, Казахстан

E-mail: kundakova@mail.ru;

**Испулов Н.А.** — кандидат физико-математических наук, доцент, факультет компьютерных наук Торайгыров Университета, г. Павлодар, Казахстан

E-mail: nurlybek\_79@mail.ru. ORCID: 0000-0003-4703-1413;

**Сейтханова А.К.** — PhD, доцент Высшей школы естественных наук, г. Павлодар, Казахстан

E-mail: ainur1179@mail.ru. ORCID: 0000-0002-6667-4548;

**Жумабеков А.Ж.** — PhD, ассоц. профессор факультета компьютерных наук Торайгыров Университета, г. Павлодар, Казахстан

E-mail: almar89-89@mail.ru. ORCID: 0000-0003-2360-3747.

**Аннотация.** В данной обзорной статье решается внутренняя краевая задача для возмущений в цилиндрической системе координат с учетом инерционных членов. Уравнения в перемещениях, представленные в форме Тедоне, решаются для случая сжимаемого материала цилиндрических тел.

Получены решения однородных дифференциальных уравнений в функциях Бесселя с предварительным разделением переменных неоднородных уравнений, которые находятся методом неопределенных коэффициентов. Представленное в виде Тедоне уравнение в перемещениях решается в условиях сжимаемости цилиндрических материальных тел. В этом случае объемное расширение подчиняется уравнениям Гельмгольца. В работе строятся решения однородных дифференциальных уравнений в функциях Бесселя с предварительным разделением переменных неоднородных уравнений. Эти однородные дифференциальные уравнения находятся методом неопределенных коэффициентов. Также в данной обзорной статье решается внутренняя краевая задача возмущения. Уравнение перемещений, выраженное в форме Тедоне, решается для сжатого материала некоторых цилиндрических тел. Получено решение однородных дифференциальных уравнений в функциях Бесселя с предварительным разделением переменных. Следует отметить, что решение неоднородных дифференциальных уравнений получается методом неопределенных коэффициентов.

**Ключевые слова:** цилиндрическая система координат, дифференциальные уравнения, решения неоднородных уравнений, форма Тедоне, функция Бесселя

### **Introduction**

Explosions or earthquakes are impulsive external influences. If the duration of the action of an external force of the pulse type is small compared to the period of its own oscillations, then after the expiration of the oscillation force of the system that has left the equilibrium position with an initial velocity equal to the magnitude of the external force pulse.

It is assumed that the impulse effect on the system occurs in some sufficiently large neighborhood of the location of the mine in order not to produce a direct destructive effect on the environment that includes this mine. As it is known [1], as waves move away from the initial disturbance area, their amplitude, if the effects of dispersion are neglected, changes inversely proportional to the square root of the distance (surface waves) or inversely proportional to the distance (volume waves) from the source of the initial disturbance (pulse). It seems possible to apply the linear theory of elastic dynamic oscillations for the formulated problem, as is customary in theoretical seismology.

The relevance of studying the laws of propagation of electromagnetic and elastic (mechanical) waves is associated with the presence of mutual transformation. Wave processes in coupled fields reflect the mutual influence of elastic, electromagnetic and thermal fields. In (Loran et al., 2020), the process of scattering of electromagnetic plane waves by an ideal half-plane of an electric conductor in an anisotropic medium is studied. The method used to solve the problem is the transition boundary method.

Research in the field of elastic waves is considered in the works (Silva et al., 2021) as one of the most important conditions for solving boundary value problems

(Li et al., 2021). Various methods of solutions and wave propagation are presented, for example, symmetric and antisymmetric waves under two thermal conditions Nowacki, wave propagation in three-dimensional space Sharma, wave propagation in elastic media by the matricant method and et.al. (Dossumbekov et al., 2021: 8; Kurmanov et al., 2020: 085505; Ispulov et al., 2017: 5236898; Mussa et al., 2022: 12; Nowacki et al., 1986; Sharma et al., 2004: 15; Ispulov et al., 2022: 4; Ispulov et al., 2022: 11; Tleukenov, 2004; Tleukenov, 2019).

The boundary problems of disturbances in the cylindrical coordinate system with regard to inertial components were solved. This information is necessary to study the free elastic vibrations of the system. The equation in movements, presented in the form of the Tedone, are decided for the case of the compressible material of cylindrical bodies. The volume expansion is subject to the Helmholtz equation. Solutions of homogeneous differential equations are obtained in non-cells functions with preliminary division of variables. Solutions of heterogeneous differential equations are found by the method of undefined coefficients. The boundary conditions of free oscillations at the border for internal and external boundary problems are written down.

#### **Research Material and methods**

A type of problem in the theory of elasticity associated with the propagation of oscillations or stationary states of vibration in an elastic medium. In the simplest case, but also the most important in practical applications — the linear theory of homogeneous isotropic elastic bodies — such problems can be reduced to finding a solution to the Lamé equation. These velocities are the displacement velocities of two types of deformations in a linearly elastic isotropic body. It can also be shown that, under certain conditions, surface waves can propagate along interfaces and that they have characteristic propagation velocities (Rayleigh waves on a free surface, Stoneley waves on an elastic medium boundary).

The cases of the appearance of discontinuities in the first derivatives of the displacement with respect to the characteristics (strong discontinuity) are also investigated. If the characteristic jumps affect only the component of the gradient normal vector, and the tangential components of this vector and the displacements themselves remain continuous, then the discontinuity is called a constant force discontinuity. In this case, the conditions of kinematic and dynamic compatibility are satisfied on the characteristic surface, which play an important role in solving dynamic problems by the method of characteristics.

The action of dynamic deformations of an elastic body becomes more complicated if this body has a finite boundary. Each point of such a boundary, in contact with any one of the perturbations propagating from fronts that are complex in themselves, causes at least two new types of deformation.

The main ones are the following types of boundary value problems: the first shows displacements; secondly, voltages are shown; the third one shows linear combinations of displacements and stresses; fourthly, the normal component of the shear and the tangential components of the tension are shown; fifth, the tangential

components of the displacement and the normal component of the stress are shown; Sixth, the displacements are shown in one part of S, and the tensions are shown in the appendix.

In contrast to the Cauchy problem, which is completely solvable in the general case, solutions to mixed problems are obtained only in special cases. The most important of them are: closed solutions of the first and second main mixed problems for a half-plane or half-space, obtained by the method of complex waves and a generalization of the method of characteristics; solutions of the wave equation for the sphere obtained by the method of functionally invariant integrals; solution of some problems of the theory of elasticity by generalizing this method; and solving a number of diffraction problems. As a rule, decisions cannot be made in private; however, very general results can be obtained using the methods of potential theory and the theory of singular integral equations.

The methods of geometric optics are also used in the case of surface waves. The boundary condition of zero surface tension can be satisfied by the superposition of longitudinal and transverse waves with complex eikonals. Such constructions give rise to a wide class of surface waves, a striking example of which are Rayleigh waves.

The geometric-optical theory can also be developed for other types of surface waves: for waves similar to Love waves and for the so-called surface trapped waves. An analogue of the considered Love waves are stationary high-frequency waves, the phase velocity of which is close to the velocity of transverse waves, and the direction of the displacement vector, according to the first approximation, is the frequency normal to the surface and the direction of wave propagation. Waves captured by the surface also have a surface velocity close to that of transverse waves, but their polarization is different — the displacement vector lies in the plane formed by the normal to the surface and the direction of wave propagation.

The equation of dynamic oscillations of the elastic body of the vector form has

$$\frac{1}{1-2\nu} \operatorname{grad} \operatorname{div} \bar{u}_* + \nabla^2 \bar{u}_* = \frac{\rho}{\mu} \ddot{\bar{u}}_* \quad (1)$$

Where the Laplace operator in the cylindrical coordinate system

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \quad (2)$$

$\bar{u}_*$  is the displacement vector,  $\mu$  is the shear module,  $\nu$  is Poisson ratio,  $\rho$  – Density of area's material; differentiation twice in time are marked by two points above the vector,  $\bar{u}_*, t, r, \varphi, z$  – cylindrical coordinates, and  $r$  – radius,  $\varphi$  – azimuth angle,  $z$  – coordinate in the direction of the axis of the solid cylindrical body. The vector of displacements is represented as:

$$\bar{u}_*(t, \varphi, z) = \exp(ij\omega t) \bar{u}_{*ij}(r, \varphi, z), \quad (3)$$

where  $i$  – imaginary unit,  $f$  – complex frequency.

With regard to (3) equation (1) acquires the following form:

$$\frac{1}{1-2\nu} \operatorname{graddiv} \bar{u}_* + \nabla^2 \bar{u}_* = \frac{\rho}{\mu} f^2 \bar{u}_* \tag{4}$$

Let the volumetric extension obey the Helmholtz equation. (Lurie, 2005) to the next of the equation (4):

$$\nabla^2 \Theta_* + \frac{\rho}{2\mu} \frac{1-2\nu}{1-\nu} f^2 \Theta_* = 0, \tag{5}$$

where

$$\Theta_* = \frac{\partial u_*}{\partial r} + \frac{u_*}{r} + \frac{\partial v_*}{r \partial \varphi} + \frac{\partial w_*}{\partial z}, \tag{6}$$

$u_*$ ,  $v_*$ ,  $w_*$  – are the components of the vector  $\bar{u}_*$ .

From equation (1) follows the equation in the movements in the form of Thetone:

$$\nabla^2 \left[ \bar{r}_* + \frac{1}{2(1-2\nu)} r f^2 \Theta_* \right] + \frac{\rho}{\mu} \left[ f^2 \bar{r}_* + \frac{1}{4(1-\nu)} r f^2 \Theta_* \right] = 0, \tag{7}$$

where  $\bar{r}_*$  – is the radius-vector of the arbitrary point of the body

$$\bar{r} = r \bar{e}_r + z \bar{k}, \tag{8}$$

$\bar{e}_r$ , are basic vectors.

Let's rewrite the equation (7) in the form of:

$$\left( \nabla^2 + \frac{\rho}{\mu} f^2 \right) \bar{r}_* = - \frac{\rho}{\mu} \frac{1}{4(1-\nu)} r f^2 \Theta_* - \frac{1}{2(1-2\nu)} \nabla^2 (r f^2 \Theta_*). \tag{9}$$

Producing the specified differential operations in the equation (9) and recording it in the coordinate form, we get the following system of differential equations in the private productively unknown components, displacements:

$$\begin{aligned} \left( \nabla^2 + \frac{1}{r^2} + \frac{\rho}{\mu} f^2 \right) u_* - \frac{2}{r^2} \frac{\partial v_*}{\partial \varphi} - \frac{\rho}{\mu} \frac{1}{4(1-\nu)} r f^2 \Theta_* - \frac{1}{2(1-2\nu)} \left( \nabla^2 + \frac{2}{r} \frac{\partial}{\partial r} \right) \Theta_*; \\ \left( \nabla^2 + \frac{\rho}{\mu} f^2 - \frac{1}{r^2} \right) v_* + \frac{2}{r^2} \frac{\partial u_*}{\partial \varphi} = - \frac{1}{1-2\nu} \frac{1}{r} \frac{\partial \Theta_*}{\partial \varphi}; \\ \left( \nabla^2 + \frac{\rho}{\mu} f^2 \right) w_* = \frac{\rho}{\mu} \frac{r f^2 \Theta_*}{4(1-\nu)} - \frac{1}{2(1-2\nu)} \left( \nabla^2 + \frac{2}{z} \frac{\partial}{\partial z} \right) \Theta_*; \end{aligned} \tag{10}$$

The right parts of the equations (10) are the known functions found in this paragraph from the general Helmholtz equation (5).

Considering (5), representing displacement, and volumetric expansion in the form of:

$$u_m(r, \varphi, z) = u(r) \sin \lambda z \cos n\varphi, \quad v_m(r, \varphi, z) = v(r) \sin \lambda z \cos n\varphi, \quad (11)$$

$$w_m(r, \varphi, z) = w(r) \cos \lambda z \cos n\varphi, \quad \Theta_m(r, \varphi, z) = \Theta(r) \sin \lambda z \cos n\varphi$$

where  $n = 0, 1, 2, \dots$ , (12)

From (10) we get:

$$\begin{aligned} \left( \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} - \lambda^2 - \frac{n^2 + 1}{r^2} + \frac{\rho}{\mu} f^2 \right) u(r) - \frac{2n}{r^2} v(r) &= -\frac{1}{1-2\nu} \frac{d\Theta(r)}{dr}, \\ \left( \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} - \lambda^2 - \frac{n^2 + 1}{r^2} + \frac{\rho}{\mu} f^2 \right) v(r) - \frac{2n}{r^2} u(r) &= -\frac{n}{1-2\nu} \frac{1}{r} \Theta(r), \\ \left( \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} - \lambda^2 - \frac{n^2}{r^2} + \frac{\rho}{\mu} f^2 \right) w(r) &= -\frac{\lambda}{1-2\nu} \Theta(r) \end{aligned} \quad (13)$$

Let's introduce the designation:

$$\nabla_r^2 = \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} - \lambda^2 - \frac{n^2 + 1}{r^2} + \frac{\rho}{\mu} f^2. \quad (14)$$

Then the equations (13) will be over written as:

$$\begin{aligned} \nabla_r^2 u(r) - \frac{2n}{r^2} v(r) &= -\frac{1}{1-2\nu} \frac{d\Theta(r)}{dr}, \\ \nabla_r^2 v(r) - \frac{2n}{r^2} u(r) &= \frac{n}{1-2\nu} \frac{1}{r} \Theta(r), \\ \left( \nabla_r^2 + \frac{1}{r^2} \right) w(r) &= -\frac{\lambda}{1-2\nu} \Theta(r). \end{aligned} \quad (15)$$

The right parts of equations (15) contain functions or its derivative. Expression for a function, we find below from the Helmholtz equation (5) after the division of variables in it, according to the last formula (11). Thus, the right parts of equations (15) are known functions. Due to this circumstance these equations can be considered as heterogeneous equations concerning unknown functions such as  $u(r)$ ,  $v(r)$ ,  $w(r)$ .

The general solution of the system of equations (15) in this case consists of the sum of the general decision of homogeneous system and any private solution heterogeneous. So, we find the general solution of the corresponding homogeneous system of equations:

$$\nabla_r^2 u(r) - \frac{2n}{r^2} v(r) = 0;$$

$$\begin{aligned} \nabla_*^2 v(r) - \frac{2n}{r^2} u(r) &= 0; \\ \left( \nabla_*^2 + \frac{1}{r^2} \right) w(r) &= 0. \end{aligned} \tag{16}$$

We fold and subtract the left and right parts of the first two equations (16), then we get

$$\begin{aligned} \nabla_*^2 [u(r) - v(r)] + \frac{2n}{r^2} [u(r) - v(r)] &= 0, \\ \nabla_*^2 [u(r) + v(r)] - \frac{2n}{r^2} [u(r) + v(r)] &= 0. \end{aligned} \tag{17}$$

Let's introduce the designation:

$$u(r) - v(r) = U(r), \quad u(r) + v(r) = V(r), \tag{18}$$

So that

$$u(r) = \frac{1}{2} [U(r) + V(r)], \quad v(r) = \frac{1}{2} [V(r) - U(r)] \tag{19}$$

Then the equations (17) will be overwritten as:

$$\nabla_*^2 U(r) + \frac{2n}{r^2} U(r) = 0, \quad \nabla_*^2 V(r) - \frac{2n}{r^2} V(r) = 0. \tag{20}$$

We will solve these equations in the form of:

$$V(r) = 0 \tag{21}$$

$U(r)$ - Is the solution of the first of the equations (20), i.e.

$$\left( \nabla_*^2 + \frac{2n}{r^2} \right) U(r) = 0, \tag{22}$$

Or considering (14)

$$\left[ \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} - \lambda^2 - \frac{(n-1)^2}{r^2} + \frac{\rho}{\mu} f^2 \right] U(r) = 0. \tag{23}$$

Enter the designation:

$$a = \sqrt{\frac{\rho}{\mu} f^2 - \lambda^2}. \tag{24}$$

Then the equation (23) will look like:

$$\left[ \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} + a^2 - \frac{(n-1)^2}{r^2} \right] U(r) = 0, \quad (25)$$

or

$$\left[ r^2 \frac{d^2}{dr^2} + r \frac{d}{dr} + a^2 r^2 - (n-1)^2 \right] U(r) = 0. \quad (26)$$

The equation (26) has a private solution in the form of (Loran et al., 2020:165302)

$$U(r) = Z_{(n-1)}(ra). \quad (27)$$

Where  $Z_{(n-1)}(ra)$  is the cylindrical function

Considering (19), (27), we have:

$$u(r) = \frac{1}{2} U(r) = \frac{1}{2} Z_{(n-1)}(ra). \quad (28)$$

$$v(r) = -\frac{1}{2} U(r) = -\frac{1}{2} Z_{(n-1)}(ra).$$

Let's find the solution of the 3rd equation from (16):

$$\left( \nabla^2 + \frac{1}{r^2} \right) w(r) = 0. \quad (29)$$

or

$$\left( \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} + a^2 - \frac{n^2}{r^2} \right) w(r) = 0. \quad (30)$$

$$\left( r^2 \frac{d^2}{dr^2} + r \frac{d}{dr} + a^2 r^2 - n^2 \right) w(r) = 0. \quad (31)$$

The solution for:

$$w(r) = Zn(ra). \quad (32)$$

Now let's solve the equation (15), which considering the last of the formulas (11), will look like:

$$\left( \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} - \lambda^2 - \frac{n^2}{r^2} + \frac{\rho}{2\mu} \frac{1-2\nu}{1-\nu} \right) \Theta(r) = 0. \quad (33)$$

or

$$\left( r^2 \frac{d^2}{dr^2} + r \frac{d}{dr} + b^2 r^2 - n^2 \right) \Theta(r) = 0, \tag{34}$$

Where

$$b = \sqrt{\frac{\rho}{2\mu} \frac{1-2\nu}{1-\nu} f^2 - \lambda^2}. \tag{35}$$

$$\Theta(r) = Z_n(rb). \tag{36}$$

Consider the case = 1. Then you can write:

$$u(r) = -v(r) = \frac{1}{2} Z_0(ra) \cdot C_1, \quad w(r) = Z_1(ra) \cdot C_2, \tag{37}$$

$$\Theta(r) = Z_1(rb) \cdot C_3; \tag{38}$$

$C_1, C_2, C_3$ – is arbitrary permanent integration. Here (Silva et al., 2021:116023):

$$Z_0(ra) = \sum_{s=0}^{\infty} \frac{(-1)^s}{(s!)^2} \left(\frac{ra}{2}\right)^{2s} = 1 - \frac{1}{(1!)^2} \left(\frac{ra}{2}\right)^2 + \frac{1}{(2!)^2} \left(\frac{ra}{2}\right)^4 - \frac{1}{(3!)^2} \left(\frac{ra}{2}\right)^6 + \frac{1}{(4!)^2} \left(\frac{ra}{2}\right)^8 - \frac{1}{(5!)^2} \left(\frac{ra}{2}\right)^{10} + \frac{1}{(6!)^2} \left(\frac{ra}{2}\right)^{12} - \frac{1}{(7!)^2} \left(\frac{ra}{2}\right)^{14} + \frac{1}{(8!)^2} \left(\frac{ra}{2}\right)^{16} \tag{39}$$

$$Z_1(ra) = \sum_{s=0}^{\infty} \frac{(-1)^s}{(1+s)!s!} \left(\frac{ra}{2}\right)^{1+2s} = \frac{1}{0!1!} \left(\frac{ra}{2}\right) - \frac{1}{1!2!} \left(\frac{ra}{2}\right)^3 + \frac{1}{2!3!} \left(\frac{ra}{2}\right)^5 - \frac{1}{3!4!} \left(\frac{ra}{2}\right)^7 + \frac{1}{4!5!} \left(\frac{ra}{2}\right)^9 - \frac{1}{5!6!} \left(\frac{ra}{2}\right)^{11} + \dots \tag{40}$$

In (40)  $(ra)$  should be replaced by  $Z_1(rb)$ .

Now we will find private solutions of heterogeneous equations (15) with the well-known right part.

Subtract and fold the left and right parts of the first two equations (15); Then we get:

$$\nabla_r^2 [u_0(r) - v_0(r)] + \frac{2n}{r^2} [u_0(r) - v_0(r)] = -\frac{1}{1-2\nu} \left[ \frac{n}{r} \Theta(r) + \frac{d\Theta(r)}{dr} \right], \tag{41}$$

$$\nabla_r^2 [u_0(r) + v_0(r)] - \frac{2n}{r^2} [u_0(r) + v_0(r)] = \frac{1}{1-2\nu} \left[ \frac{n}{r} \Theta(r) - \frac{d\Theta(r)}{dr} \right]. \tag{42}$$

Enter the designations:

$$u_0(r) - v_0(r) = U_0(r), u_0(r) + v_0(r) = V_0(r) \quad (43)$$

Here

$$u_0(r) = \frac{1}{2}[U_0(r) + V_0(r)], v_0(r) = \frac{1}{2}[V_0(r) - U_0(r)] \quad (44)$$

Equations (41) and (42) with consideration (43) will be written in the form of:

$$\left(\nabla_r^2 + \frac{2n}{r^2}\right)U_0(r) = -\frac{1}{1-2\nu}\left[\frac{n}{r}\Theta(r) + \frac{d\Theta(r)}{dr}\right] \quad (45)$$

$$\left(\nabla_r^2 - \frac{2n}{r^2}\right)V_0(r) = \frac{1}{1-2\nu}\left[\frac{n}{r}\Theta(r) - \frac{d\Theta(r)}{dr}\right] \quad (46)$$

Or, considering (14) in the form of:

$$\left[\frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d}{dr} - \lambda^2 - \frac{(n-1)^2}{r^2} + \frac{\rho}{\mu}f^2\right]U_0(r) = -\frac{1}{1-2\nu}\left[\frac{n}{r}\Theta(r) + \frac{d\Theta(r)}{dr}\right] \quad (47)$$

$$\left[\frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d}{dr} - \lambda^2 - \frac{(n+1)^2}{r^2} + \frac{\rho}{\mu}f^2\right]V_0(r) = \frac{1}{1-2\nu}\left[\frac{n}{r}\Theta(r) - \frac{d\Theta(r)}{dr}\right] \quad (48)$$

Equations (47) and (48), considering the designation (24), take the form:

$$\left(r^2\frac{d^2}{dr^2} + r\frac{d}{dr} + a^2r^2\right)U_0(r) = \frac{1}{1-2\nu}\left[r\Theta(r) - r^2\frac{d\Theta(r)}{dr}\right] \quad (49)$$

$$\left(r^2\frac{d^2}{dr^2} + r\frac{d}{dr} + a^2r^2 - 4\right)V_0(r) = \frac{1}{1-2\nu}\left[r\Theta(r) - r^2\frac{d\Theta(r)}{dr}\right] \quad (50)$$

Let's write the equation (49) considering  $\Theta(r) = Z_\nu(rb)C_3$ , in the form of:

$$\left(r^2\frac{d^2}{dr^2} + r\frac{d}{dr} + a^2r^2\right)U_0(r) = \frac{C_3}{1-2\nu}\left(bv^2 - \frac{r^4b^3}{4} + \frac{r^6b^3}{64}\right) \quad (51)$$

Suppose

$$U_0(r) = k_1r^2 + k_2r^4 + k_3r^6 + \dots \quad (52)$$

Then

$$\frac{dU_0(r)}{dr} = 2k_1r + 4k_2r^3 + 6k_3r^5 + \dots \quad (53)$$

$$\frac{d^2U_0(r)}{dr^2} = 2k_1 + 12k_2r^2 + 30k_3r^4 + \dots \quad (54)$$

From the equation (51), considering (52)-(54) we get:

$$2k_1r^2 + 12k_2r^4 + 30k_3r^6 + \dots + 2k_1r^2 + 4k_2r^4 + 6k_3r^6 + \dots +$$

$$+ a^2 k_1 r^4 + a^2 k_2 r^6 + a^2 k_3 r^8 + \dots = -\frac{C_3}{1-2\nu} \left( br^2 - \frac{r^4 b^3}{4} + \frac{r^6 b^5}{64} - \dots \right). \tag{55}$$

Equating coefficients at the same degrees zero get:

$$\begin{aligned} r^2: \quad 4k_1 + \frac{bC_3}{1-2\nu} &= 0; \quad k_1 = -\frac{C_3 b}{4(1-2\nu)}; \\ r^4: \quad 16k_2 + a^2 k_1 - \frac{b^3 C_3}{4(1-2\nu)} &= 0; \quad k_2 = \frac{C_3 b(a^2 + b^2)}{64(1-2\nu)}; \\ r^6: \quad 36k_3 + a^2 k_2 + \frac{C_3 b^5}{64(1-2\nu)} &= 0; \quad k_3 = -\frac{C_3(b^5 + a^2 b^3 + a^4 b)}{36 \cdot 64(1-2\nu)}. \end{aligned} \tag{56}$$

Let's write the equation (50), considering in the form:

$$\left( r^2 \frac{d^2}{dr^2} + r \frac{d}{dr} + a^2 r^2 - 4 \right) V_0(r) = \frac{1}{1-2\nu} \left[ r\Theta(r) - r^2 \frac{d\Theta(r)}{dr} \right] \tag{57}$$

Where

$$\Theta(r) = \frac{1}{1-2\nu} C_3 \left[ r^4 \left( \frac{b}{2} \right)^3 - \frac{1}{3} r^6 \left( \frac{b}{2} \right)^5 + \dots \right]$$

Suppose

$$V_0(r) = m_1 r^4 + m_2 r^6 + \dots \tag{58}$$

$$\frac{dV_0(r)}{dr} = 4m_1 r^3 + 6m_2 r^5 + \dots$$

Then

$$\frac{d^2 V_0(r)}{dr^2} = 12m_1 r^2 + 30m_2 r^4 + \dots \tag{59}$$

$$\frac{d^2 V_0(r)}{dr^2} = 12m_1 r^2 + 30m_2 r^4 + \dots \tag{60}$$

Substituting (58)-(60) in (57), we get:

$$\begin{aligned} 12m_1 r^4 + 30m_2 r^6 + \dots + 4m_1 r^4 + 6m_2 r^6 + \dots \\ - \frac{C_3}{1-2\nu} \left[ r^4 \left( \frac{b}{2} \right)^3 - \frac{1}{3} r^6 \left( \frac{b}{2} \right)^5 + \dots \right] = 0 \end{aligned} \tag{61}$$

Find

$$m_1 = \frac{C_3 b^3}{96(1-2\nu)}; \quad m_2 = -\frac{C_3 b^3 (a^2 + b^2)}{32 \cdot 96(1-2\nu)} \dots; \quad (62)$$

Let's write the last of the equations (15):

$$\left( \nabla_r^2 + \frac{1}{r^2} \right) w(r) = -\frac{\lambda}{1-2\nu} \Theta(r); \quad (63)$$

Or, considering (14), (24) – In the form of:

$$\left( r^2 \frac{d_2}{dr^2} + r \frac{d}{dr} + a^2 r^2 - n^2 \right) w(r) = -\frac{\lambda r^2}{1-2\nu} \Theta(r). \quad (64)$$

with  $n=l$  we get:

$$\left( r^2 \frac{d_2}{dr^2} + r \frac{d}{dr} + a^2 r^2 - 1 \right) w(r) = -\frac{\lambda r^2}{1-2\nu} \Theta(r). \quad (65)$$

Considering (38), supposing a private solution to the equation ((65) in the form of:

$$w(r) = n_1 r^3 + n_2 r^5 + n_3 r^7 + \dots \quad (66)$$

$$\frac{dw(r)}{dr} = 3n_1 r^2 + 5n_2 r^4 + 7n_3 r^6 + \dots, \quad (67)$$

$$\frac{d^2 w(r)}{dr^2} = 6n_1 r + 20n_2 r^3 + 42n_3 r^5 + \dots, \quad (68)$$

Get out of the equation (65):

$$6n_1 r^3 + 20n_2 r^5 + 42n_3 r^7 + \dots + 3n_1 r^3 + 5n_2 r^5 + 7n_3 r^7 + a^2 n_1 r^3 + a^2 n_2 r^5 + a^2 n_3 r^7 - n_1 r^3 - n_2 r^5 - n_3 r^7 - \dots = -\frac{\lambda C_3}{1-2\nu} \left( r^3 \frac{b}{2} - \frac{1}{2} r^5 \frac{b^3}{2^3} + \frac{1}{12} r^7 \frac{b^5}{2^5} - \dots \right) \quad (69)$$

Here we find:

$$n_1 = -\frac{\lambda C_3 b}{16(1-2\nu)}; \quad n_2 = \frac{C_3 \lambda b (a^2 + b^2)}{16 \cdot 24(1-2\nu)}; \quad n_3 = -\frac{\lambda C_3 b (a^4 + a^2 b^2 + b^4)}{16 \cdot 24 \cdot 48(1-2\nu)}. \quad (70)$$

### Result and discussion

So, let's write the solution of dynamic equations of free oscillations of the system. The sought displacements, considering (37), (38), (52)-(56), (58)-(62), (66)-(70), shall be of the following type:

$$u(r) = \frac{1}{2} Z_0(ra) C_1 + \frac{1}{2} C_3 [U_0(r) + V_0(r)]$$

$$v(r) = -\frac{1}{2} Z_0(r\alpha) C_1 + \frac{1}{2} C_3 [V_0(r) - U_0(r)] \tag{71}$$

$$w(r) = C_2 Z_0(r\alpha) + C_3 w(r).$$

Let's write down the boundary conditions of free oscillations of the considered system for a continuous cylindrical body at  $r = r_0$ , consisting in equal zero of stresses on lateral surface of it:

$$\sigma_{rz} |_{r=r_0} = 2\mu \left[ \frac{v}{1-2\nu} \Theta(r) \sin \lambda z \cos n\varphi + \frac{dw(r)}{dr} \sin \lambda z \cos n\varphi \right]_{r=r_0} = 0.$$

or

$$\left[ \frac{v}{1-2\nu} \Theta(r) + \frac{dw(r)}{dr} \right]_{r=r_0} = 0; \tag{72}$$

or

$$\sigma_{r\varphi} |_{r=r_0} = \mu \left[ \frac{dv(r)}{dr} \sin \lambda z \sin n\varphi - \frac{n}{r} u(r) \sin \lambda z \sin n\varphi - \frac{v(r)}{r} \sin \lambda z \sin n\varphi \right]_{r=r_0} = 0.$$

or

$$\left[ \frac{dv(r)}{dr} - \frac{n}{r} u(r) - \frac{v(r)}{r} \right]_{r=r_0} = 0; \tag{73}$$

or

$$\sigma_{rz} = \mu \left[ \lambda u(r) \cos n\varphi - \frac{dw(r)}{dr} \cos \lambda z \cos n\varphi \right]_{r=r_0} = 0.$$

or

$$\left[ \lambda u(r) - \frac{dw(r)}{dr} \right]_{r=r_0} = 0, \tag{74}$$

where  $r = r_0$  is is the outer radius of the solid cylindrical body.

Substituting (71) in (72)–(74), we shall receive the system of three homogeneous algebraic equations concerning three unknown arbitrary constant, non-trivial (nonzero) decision of which takes place at equality of zero of its characteristic determinant. Periods of free oscillations of the system can be found from the characteristic equation.

Considering the inertial terms, an internal boundary value problem is solved for excitations in a cylindrical coordinate system. The Tedone equations of motion are solved for the compressible material of cylindrical bodies. Solutions of homogeneous differential equations in Bessel functions are obtained by preliminary separation of variables of inhomogeneous equations determined by the method of indefinite coefficients.

The Tedone equation of motion is solved in the case of compression of cylindrical material bodies. In this case, the volume expansion obeys the Helmholtz equations. Solutions of homogeneous differential equations in Bessel functions are created in the work, in which the variables of non-homogeneous equations are separated in advance. These homogeneous differential equations are found by the method of indefinite coefficients.

In addition, the internal boundary value problem of excitation is solved. The Tedone equation of motion is solved for the compressed material of some cylindrical bodies. The solution of homogeneous differential equations in Bessel functions is obtained by preliminary separation of variables. It is noted that the solution of inhomogeneous differential equations is obtained by the method of indefinite coefficients.

### **Conclusion**

Thus, in this paper, the internal boundary value problem for perturbations in a cylindrical coordinate system is solved, considering the inertial terms. The equation in displacements, presented in the Tedone form, is solved for the case of compressible material of cylindrical bodies. The volumetric expansion obeys the Helmholtz equation. Solutions of homogeneous differential equations are obtained in Bessel functions with preliminary separation of variables of inhomogeneous equations, which are found by the method of indefinite coefficients.

### **REFERENCES**

Dossumbekov K.R., Ispulov N.A., Kurmanov A.A. and Zhumabekov A.Zh., 2021 — *Dossumbekov K.R., Ispulov N.A., Kurmanov A.A. and Zhumabekov A.Zh.* Propagation of electromagnetic waves in cholesteric liquid crystals, Russian Physics Journal, Vol. 64. №. 8. DOI: 10.1007/s11182-021/02470-8.

Ispulov N.A., Qadir A., Shah M.A., Seythanova A.K., Kissikov T.G., Arinov E., 2016 — *Ispulov N.A. Qadir A., Shah M.A., Seythanova A.K., Kissikov T.G., Arinov E.* Reflection of thermoelastic wave on the interface of isotropic half-space and tetragonal syngony anisotropic medium of classes 4, 4/m with thermomechanical effect, Chinese Physics B, Number of article: 038102. DOI: 10.1088/1674-1056/25/3/038102.

Ispulov N.A., Qadir A., Zhukenov M.K., Arinov E., 2017 — *Ispulov N.A. Qadir A., Zhukenov M.K., Arinov E.* The Propagation of Thermoelastic Waves in Anisotropic Media of Orthorhombic, Hexagonal, and Tetragonal Syngonies, Advances in Mathematical Physics, Number of article: 4898467. DOI: 10.1155/2017/4898467.

Ispulov N.A., Abdul Qadir, Zhukenov M.K., Dossanov T.S., Kissikov T.G., 2017 — *Ispulov N.A., Abdul Qadir, Zhukenov M.K., Dossanov T.S., Kissikov T.G.* The analytical form of the dispersion equation of elastic waves in periodically inhomogeneous medium of different classes of crystals. Advances in Mathematical Physics, 24. 5236898. DOI:10.1155/2017/5236898.

Ispulov N.A., Zhumabekov A.Zh., Abdul Qadir, Kurmanov A.A., Sarymova Sh.N., Dossumbekov K.R., Arinov E., 2022 — *Ispulov N.A., Zhumabekov A.Zh., Abdul Qadir, Kurmanov A.A., Sarymova Sh.N., Dossumbekov K.R., Arinov E.* The Propagation of Thermoelastic Waves in Different Anisotropic Media Using Matricant Method. Advances in Mathematical Physics. 5787899. DOI:10.1155/2022/5787899.

Ispulov N.A., Zhumabekov A.Zh., Dossumbekov K.R., Bektazinova A.K., 2022 — *Ispulov N.A., Zhumabekov A.Zh., Dossumbekov K.R., Bektazinova A.K.* On matrices of coefficients of electromagnetic and elastic waves propagating in anisotropic media. Bulgarian Chemical Communications, 54, Special Issue B1. 53–57. DOI: 10.34049/bcc. 54.

Ispulov N.A., Abdul Qadir, Zhumabekov A.Zh., Kurmanov A.A., Dossumbekov K.R., 2022 —

*Ispulov N.A., Abdul Qadir, Zhumabekov A.Zh., Kurmanov A.A., Dosumbekov K.R.* On nonclassical boundary conditions for the contact of thin interlayers with different physical and mechanical properties on wave propagation in anisotropic media. Bulletin of the Karaganda University. Physics Series. № 3. DOI: 10.31489/2022PH3/68–79.

Kurmanov A.A., Ispulov N.A., Abdul Qadir, Zhumabekov A.Zh., Sarymova Sh.N., Dosumbekov K.R., 2021 — *Kurmanov A.A., Ispulov N.A., Abdul Qadir, Zhumabekov A.Zh., Sarymova Sh.N., Dosumbekov K.R.* Propagation of electromagnetic waves in stationary anisotropic media, *Physica Scripta*, 96. 085505. DOI:10.1088/1402-4896/abfe87.

Li S., Xu P., Xu Y., 2021 — *Li S., Xu P., Xu Y.* Local photonic density of states in hyperbolic metasurfaces. *Journal of Optics*, 23. 115101. DOI:10.1088/2040-8986/ac27bc.

Mussa E.U., Ispulov N.A., Dosumbekov K.R., Zhumabekov A.Zh., 2022 — *Mussa E.U., Ispulov N.A., Dosumbekov K.R., Zhumabekov A.Zh.* On the propagation of thermoelastic waves in anisotropic media (inhomogeneity along the Y-axis). Bulletin ToU. Physics, mathematics and computer science. 1. 58–70. DOI: 10.48081/NBDT3831.

Loran F., Mostafazadeh A., 2020 — *Loran F., Mostafazadeh A.* Transfer-matrix formulation of the scattering of electromagnetic waves and broadband invisibility in three dimensions. *Journal of Physics A-Mathematical and Theoretical*, 53. 165302. DOI:10.1088/1751-8121/ab7669.

Lurie A.I., 2005 — *Lurie A.I.* Theory of Elasticity, Springer.

Nowacki W., 1986 — *Nowacki W.* Thermoelasticity. 2nd edition. Pergamon Press, Oxford.

Silva P.D.S., Lisboa-Santos L., Ferreira M.M.Jr., Schreck M., 2021 — *Silva P.D.S., Lisboa-Santos L., Ferreira M.M.Jr., Schreck M.* Effects of CPT-odd terms of dimensions three and five on electromagnetic propagation in continuous matter. *Physical Review D*. 104. 116023. DOI:10.1103/PhysRevD.104.116023.

Sharma M.D., 2004 — *Sharma M.D.* Three-dimensional wave propagation in a general anisotropic poroelastic medium: phase velocity, group velocity and polarization. *Geophysical Journal International*, 156. 329–344. DOI:10.1111/j.1365-246X.2003.02141.x.

Tleukenov S.K., 2004 — *Tleukenov S.K.* Matricant Method, PSU press, Pavlodar.

Tleukenov S.K., Zhukenov M.K., Ispulov N.A., 2019 — *Tleukenov S.K., Zhukenov M.K., Ispulov N.A.* Propagation of electromagnetic waves in anisotropic magnetoelectric medium Bulletin of the Karaganda University. Physics Series. № 2. DOI: 10.31489/2019Ph2/29-34.

## CONTENTS

### BIOTECHNOLOGY

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

### PHYSICAL SCIENCES

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

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

## **CHEMISTRY**

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

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

## МАЗМҰНЫ

### БИОТЕХНОЛОГИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

### ФИЗИКА

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

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

## БИОТЕХНОЛОГИЯ

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

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

## **ХИМИЯ**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

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

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК Р. Жәліқызы

Редакторы: М.С. Ахметова, Д.С. Аленов

Верстка на компьютере Г.Д. Жадырановой

Подписано в печать 30.03.2023.

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

22,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.