

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Қазақстан Республикасының Ғылым Академиясы
Қазақ ұлттық университетінің
әл-Фараби атындағы

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
al-Farabi Kazakh National University

SERIES
PHYSICO-MATHEMATICAL

4 (338)

JULY – AUGUST 2021

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series physico-mathematical journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.

Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Физикалық-математикалық сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.

НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия физико-математическая» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.

Бас редактор:

МҰТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан) Н=5

Редакция алқасы:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының кеңесшісі, зертхана меңгерушісі (Алматы, Қазақстан) Н=7

БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы (бас редактордың орынбасары), техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Сағпаев университетінің Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, (Алматы, Қазақстан) Н=3

ВОЙЧИК Вальдемар, техника ғылымдарының докторы (физика), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша) Н=23

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

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

ЖҮСПОВ 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

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі (Минск, Беларусь) Н=2

РАМАЗАНОВ Тілекқабыл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан) Н=26

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

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

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, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=12

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары.

Физика-математикалық сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген **№ 16906-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *математика, информатика, механика, физика, ғарыштық зерттеулер, астрономия, ионосфера.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

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

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

Главный редактор:

МУТАНОВ Галимкаир Мутанович, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК (Алматы, Казахстан) Н=5

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, советник генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК, заведующий лабораторией (Алматы, Казахстан) Н=7

БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич, (заместитель главного редактора), доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, университет Сатпаева (Алматы, Казахстан) Н=3

ВОЙЧИК Вальдемар, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша) Н=23

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

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

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

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

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси (Минск, Беларусь) Н=2

РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, проректор по научно-инновационной деятельности, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=26

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

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

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

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

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

«Известия НАН РК.

Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (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 № 16906-Ж выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *математика, информатика, механика, физика, космические исследования, астрономия, ионосфера.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

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

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2021

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

Editor in chief:

MUTANOV Galimkair Mutanovich, doctor of technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, acting director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK (Almaty, Kazakhstan) H=5

Editorial board:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich (Deputy Editor-in-Chief), doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Advisor to the General Director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK, Head of the Laboratory (Almaty, Kazakhstan) H=7

BAYGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabayevich, (Deputy Editor-in-Chief), doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Institute of Cybernetics and Information Technologies, Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan) H=3

WOICIK Waldemar, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, Lublin University of Technology (Lublin, Poland) H=23

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

MIKHALEVICH Alexander Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS of Belarus (Minsk, Belarus) H=2

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Vice-Rector for Scientific and Innovative Activity, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=26

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

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

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, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=12

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

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (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. 16906-Ж, issued 14.02.2018

Thematic scope: *mathematics, computer science, mechanics, physics, space research, astronomy, ionosphere.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

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

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4, Number 338 (2021), 143 – 150

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1726.76>

UDC 517.945

IRSTI 27.29.15; 27.29.17; 27.41.19

Imanbaev N.S.^{1,2}

¹South Kazakhstan State Pedagogical University, Shymkent, Kazakhstan;

²Institute of Mathematics and Mathematical Modeling, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: imanbaevnur@mail.ru

ON A TOPOLOGICAL METHOD FOR CALCULATING THE INDEX OF QUASI-SINGULAR INTEGRAL EQUATION

Abstract: a reduced spectral problem is considered for an elliptic type operator, in particular, for the Cauchy - Riemann operator with regular boundary value conditions to a quasi-singular integral equation with continuous kernel. Structure of the kernel of the quasi-singular integral equation is studied in explicit form. Index is calculated and condition for Noetherity of the investigated quasi-singular integral equation is established by the topological method on the complex plane. In this case, the spectral parameters are described under which the nonhomogeneous boundary value problem with shift for the Cauchy-Riemann equations is solvable everywhere in the class of continuous functions on the unit circle. The given problem is a nonlocal nature, and similar problems for the Cauchy-Riemann operation are described by M. Otelbaev in 1982. The solution of some singular integral equations with kernels depending on the difference and the sum of the arguments were studied in the works of I.I.Kalmushevsky. This interest is explained both by the theoretical significance of the results obtained and by the possibilities of important applications. Similar boundary value problems arise in the mathematical modeling of gas dynamics problems, soil moisture prediction, radiation transfer, population genetics, etc. The simplest examples of these boundary conditions were formulated by V.A. Steklov 1922. In this paper, the fundamental difference from the above work is the topological approach to calculating the index and establishing the Noether condition on the complex plane.

Key words: quasi-singular integral equation, noetherity, index, continuous kernel, affix, arc interval, argument increment.

Introduction. Boundary value conditions, which are relations between the values of sought-for functions calculated at various (variable) points lying on the boundary or inside the considered region, arising in thermal conductivity, were formulated by V.A. Steklov [1] and in gas dynamics by F.I. Frankl [2]. A.M.Nakhushev [3, 5] posed and studied several problems of this type at once, and for their name, the term "with shift" was proposed. In the work of A.V. Bitsadze and A.A. Samarskiy [4], the problem "with shift within the region" was first studied. Content of recent publications has led to realization of qualitative novelty of boundary value problems with shift for the theory of partial differential equations. In [5] state of boundary value problems with shift was investigated for main types of partial differential equations. General publications, where more and more general situations are studied, sometimes make an impression that the theory of boundary value problems "with shift" is completed. However, there are a number of less studied, but important questions, in particular, the problem of eigenvalues or their analytical description by using, for example, asymptotic expansions. The applied methods of functional analysis and reduction to model equations with help of integral transformations are insufficient to obtain facts in particular. However, it is not always possible to obtain a solution, for example, for spectral problems for partial differential equations in explicit form, as it was done in the analytical situation for ordinary differential equations [6-9]. Generality of the above questions for partial differential equations forces us to impose a number of very strict restrictions on the studied operators. To clarify the correct statements of problems and study the specific properties of solutions for "non-classical" equations it is convenient to begin by considering idealized models, for example, by considering equations with constant coefficients. For higher-order partial differential equations in two or three variables, the Dirichlet problem in rectangular domains is studied. Small denominators hampering the convergence of series appear in the process of constructing the solution of the problem by the spectral decomposition method [10]. In connection with the foregoing, we note

description of general regular boundary value problems for the Cauchy-Riemann differential expression, developed by M. Otelbaev and A.N. Shynbekov in 1982 [11]. The most profound results on studying the spectrum of elliptic operators are available in [12]. In the general case, the spectrum of an elliptic operator is essentially determined by the spectral properties of boundary operator. However, identification of dependence of the spectrum of the Cauchy-Riemann operator in initial terms of the boundary conditions represents an actual (unsolved) problem [13]. Note one of the last works [14], where we established conditions quarantining the possibility of reduction of a natural analog of the typical boundary value problem of the Cauchy - Riemann system. The Riemann - Hilbert problem for a holomorphic vector in multidimensional domain is reduced to the integral Fredholm equation. In the papers [15, 16], the index is calculated and condition for the Noether property of a singular integral equation with a continuous kernel is established. Eigenvalue problems of the Cauchy-Riemann differential operator with regular boundary value conditions, in particular with nonlocal boundary value conditions [11], as well as with Dirichlet type homogeneous boundary value conditions [17, 18], where the initial operator is proved to be Volterra, are reduced to the similar problem. The theory of singular integral equations is deeply studied in [19-22].

Materials and methods. Methods of reduction of boundary value problems to singular integral equations and a topological method to calculating the index are used, as well as establishing the condition for the Noetherity of a singular integral equation on the complex plane.

Discussion. Consider the following quasi-singular integral equation for the function $u(z)$ on $|z| = 1$ of the complex plane:

$$a(z)u(z) - \frac{b(z)}{\pi i} \oint_{|t|=1} \frac{u(t)}{t-z} dt + \oint_{|t|=1} T(z, t)u(t)dt = 0, \quad (1)$$

$$\text{where } a(z) = \frac{1}{2}(\lambda e^{\lambda z} + \bar{\lambda} e^{\bar{\lambda} z}), b(z) = e^{\lambda z} - e^{\bar{\lambda} z},$$

$$T(z, t) = \frac{1}{2\pi i} \frac{1}{t} \left[e^{\lambda z} - e^{\bar{\lambda} z} - \lambda - \bar{\lambda} + \frac{1}{t-z} (\lambda t e^{\lambda t} - \bar{\lambda} z e^{\bar{\lambda} z}) - \frac{1}{2} \frac{t+z}{t-z} (\lambda e^{\lambda z} - \bar{\lambda} e^{\bar{\lambda} z}) \right] + \\ + \frac{i}{4\pi(1-Re\lambda)} \left[-e^{\lambda z} + e^{\bar{\lambda} z} + \frac{\bar{\lambda}}{2} e^{\bar{\lambda} z} - \frac{\lambda}{2} e^{\lambda z} + \lambda - \bar{\lambda} \right] \cdot \frac{1}{t} (\bar{\lambda} e^{\bar{\lambda} t} - \lambda e^{\lambda t} + \lambda - \bar{\lambda})$$

is a continuous kernel, bar means complex conjugation, $i = \sqrt{-1}$ is an imaginary unit, which is directly related to spectral questions of the Cauchy -Riemann differential operator. The main goal of this paper is to calculate the index and establish the Noetheric condition for the quasi-singular integral equation (1).

$$\text{In the quasi-singular integral equation (1): } a(z, \lambda) = \frac{1}{2}(\lambda e^{\lambda z} + \bar{\lambda} e^{\bar{\lambda} z}),$$

$$b(z, \lambda) = e^{\lambda z} - e^{\bar{\lambda} z}.$$

The Noetherian property of an equation is determined [20, 21] by the inequalities $a(z, \lambda) \neq 0$ or $b(z, \lambda) \neq 0$ for all $|z| = 1$.

Consequently, the noetherity is violated when

$$\left. \begin{aligned} \lambda e^{\lambda z} + \bar{\lambda} e^{\bar{\lambda} z} &= 0 \\ e^{\lambda z} - e^{\bar{\lambda} z} &= 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \lambda + \bar{\lambda} = 0.$$

Therefore, the noetherity is guaranteed at $\lambda \neq -\bar{\lambda}$, then $Re\lambda \neq 0$. The following theorem gives the index value determined by the formula [19-21]:

$$\kappa = \frac{1}{2\pi i} \left[\ln \frac{a(z) + b(z)}{a(z) - b(z)} \right]_{|z|=1},$$

where $[\cdot]_{|z|=1}$ means increment of the function enclosed in the square brackets when traversing the unit circle in the positive direction.

Results. Theorem. The quasi-singular integral equation (1) for $u(t)$ is Noetherian when $Re\lambda \neq 0$. Moreover, Noetherian index

$$\kappa = \frac{1}{2\pi i} [\ln (a(z) + b(z))]_{|z|=1}$$

is zero at $Re\lambda \neq 0$.

Proof. Since expressions $a(z) + b(z)$ and $a(z) - b(z)$ are complex conjugate, the index κ is expressed in the following form

$$\kappa = \frac{1}{\pi} \Delta_{|z|=1} Arg(a(z) + b(z)),$$

where $\Delta_{\tilde{A}} \text{Arg } f$ is the increment of $\text{Arg } f$ around \tilde{A} running in the positive direction. It is known [23], $\text{Arg}(a(z) + b(z)) = \text{arctg} \frac{b(z)}{ia(z)} \pmod{\pi}$. Here it is taken into account that $b(z)$ is a pure imaginary function, and $a(z)$ is a real one. Let the circle $\tilde{A} = \{z : |z| = 1\}$ be bypassed against-clockwise. Let's find zeros of the function

$$b(z) : e^{\lambda \bar{z}} - e^{\bar{\lambda} z} = 0 \Rightarrow e^{\lambda \bar{z} - \bar{\lambda} z} = 1,$$

$$\lambda \bar{z} - \bar{\lambda} z = 2k\pi i, k \in \mathbb{Z} \Rightarrow \text{Im} \lambda \bar{z} = k\pi$$

at $|z| = 1$.

So, zeros of the function $b(z)$ are defined by the solution of the equation

$$\text{Im} \lambda \bar{z} = k\pi \text{ at } |z| = 1, \quad k \in \mathbb{Z}. \quad (2)$$

Here λ plays the role of the parameter. Consider a topological method, i.e. a geometric way of solving the equation (2). Note by K on the complex plane the point with the affix λ . Draw the unit circle $|z| = 1$. Take arbitrary z , $|z| = 1$. Drop the perpendicular DO to the direct $OK : DO \perp OK$. $\triangle ABO = \triangle COD$, $DO = BO = \text{Im} \lambda \bar{z}$.

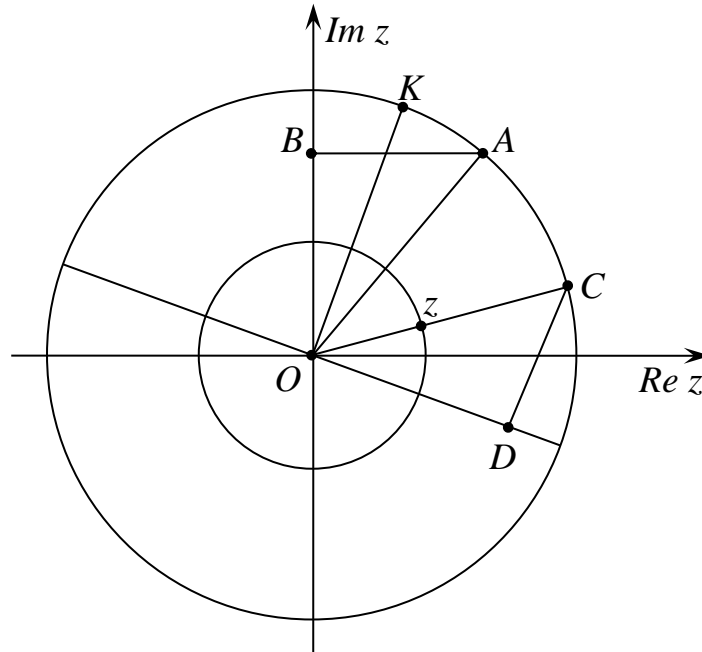


Figure 1: (to the geometric interpretation)

Thus, to define $\text{Im} \lambda \bar{z}$, it is sufficient to find DO . Take $z_1 = \frac{\lambda}{|\lambda|}$ as a first solution of (2). It is evident,

$\text{Im} \lambda \bar{z}_1 = 0$, i.e. (2) is satisfied at $k = 0$. To find other solutions of (2), drop the perpendicular to the ray through h_λ . Draw straight lines parallel to the ray λ , distant from each other on the distance π , moreover one of the straight lines passes through the origin of coordinates. Find the intersection points of constructed straight lines with the circle of the radius $|\lambda|$, which are defined by the amount of integer k satisfying to the inequality

$$|k| < \frac{|\lambda|}{\pi}. \text{ Hence, amount of the straight lines is equal to } 2 \left[\frac{|\lambda|}{\pi} \right] + 1 \text{ where } \left[\frac{|\lambda|}{\pi} \right] \text{ is the integer part of}$$

the number $\frac{|\lambda|}{\pi}$. When $\frac{|\lambda|}{\pi}$ is not natural, the number of such intersection points will be $S = 4 \left[\frac{|\lambda|}{\pi} \right] + 2$

, i.e. each straight line intersects the circle in two points. Denote by C_1 one of these points that corresponds to the first solution z_1 of (2). In particular, it coincides with λ . Renumber other intersection points such that increasing of their numbers correspond to their location on the circle in the direction against-clockwise. So, we have $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$. Denote by z_j the point of the complex plane that is equal to the unit by

the module and coincides with the point C_j , i.e. $z_j = \frac{\overline{OC_j}}{|OC_j|}$ (Fig.2).

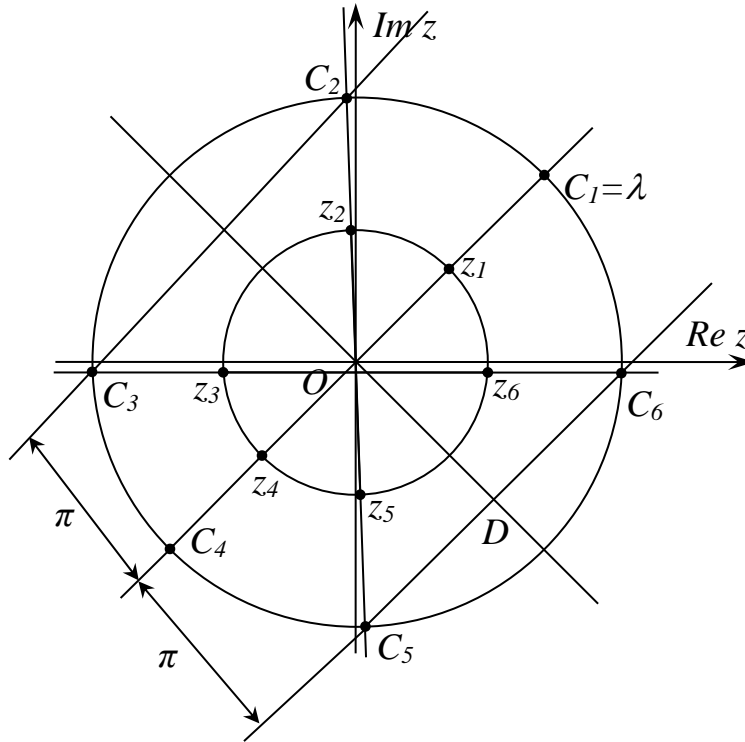


Figure 2: (to the solution of (2))

Thus, the unit circle $|z|=1$ is divided by zeros of the function $b(z)$ on $S = 4 \left[\frac{|\lambda|}{\pi} \right] + 2$ parts with points

$z_1, z_2, z_3, \dots, z_5$ when $\frac{|\lambda|}{\pi}$ is not integer. In the case of $\frac{|\lambda|}{\pi}$ is integer, the amount of points $S = 4 \left[\frac{|\lambda|}{\pi} \right]$

. Now passto determination of zeros of the function $a(z)$.

$$\lambda e^{\lambda \bar{z}} + \bar{\lambda} e^{\bar{\lambda} z} = 0, |z|=1.$$

We obtain after not complicated transformations $e^{\lambda \bar{z} - \bar{\lambda} z} = -\frac{\bar{\lambda}}{\lambda}$, what implies immediately

$$\text{Im} \lambda \bar{z} = k\pi + \frac{\pi}{2} - \text{Arg } \lambda, k \in \mathbb{Z}. \quad (3)$$

The equation (3) is solving analogously to the equation (2). Renumber the solutions of (3) $\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5, \omega_6$, disposing them on the unit circle $|z|=1$ against-clockwise. The numbers $\{\omega_j\}$ will coincide with the set $\{z_j\}$, $\{\omega_j\}$ will be different and almost all of them will alternate on the unit circle. Now we cite

a few words concerning the number of solutions of (3). It coincides with the doubled amount of integer k satisfying to the inequality $|k\pi + \frac{\pi}{2} - \text{Arg } \lambda| \leq |\lambda|$, i.e.

$$-|\lambda| \leq k\pi + \frac{\pi}{2} - \text{Arg } \lambda \leq |\lambda|,$$

$$\text{Arg } \lambda - \frac{\pi}{2} - |\lambda| \leq k\pi \leq |\lambda| + \text{Arg } \lambda - \frac{\pi}{2}.$$

k will be found from here in the form of the inequalities

$$\frac{\text{Arg } \lambda - \frac{\pi}{2} - |\lambda|}{\pi} \leq k \leq \frac{|\lambda| + \text{Arg } \lambda - \frac{\pi}{2}}{\pi}.$$

In the case when $\frac{\text{Arg } \lambda - \frac{\pi}{2} - |\lambda|}{\pi}$ and $\frac{|\lambda| + \text{Arg } \lambda - \frac{\pi}{2}}{\pi}$ are not integer, we denote by ρ the doubled number of integers falling into the interval between these non integer values. It should be noted, when the module of λ is constant, for the changing argument $\text{Arg } \lambda$ from $-\frac{\pi}{2}$ to $\frac{\pi}{2}$, ρ can be changed from the corresponding S on 2. For $\lambda - \left[\frac{|\lambda|}{\pi} \right] \pi > \frac{\pi}{2}$, inequalities $S + 2 \geq \rho \geq S$ hold. If $\lambda - \left[\frac{\lambda}{\pi} \right] \pi < \frac{\pi}{2}$, then $S - 2 \leq \rho \leq S$. Now we describe more detailed about disposition order of solutions of equations (2) and (3). When $-\frac{\pi}{2} < \text{Arg } \lambda < \frac{\pi}{2}$, that alternation of $\{z_j\}$ and $\{\omega_j\}$ is happened as it is shown on the figure 3.

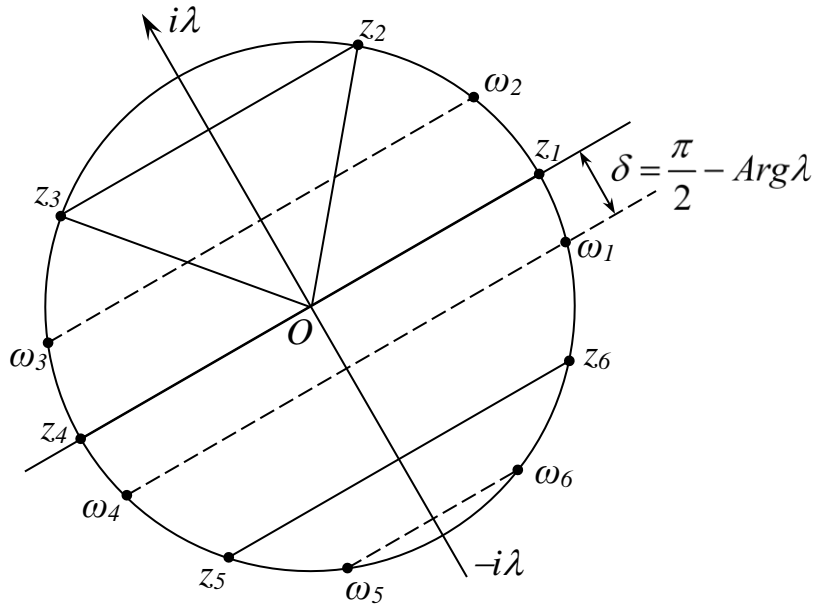


Figure3: (disposition of numbers $\{z_j\}$ and $\{\omega_j\}$)

On the figure 3, the point C_j corresponds to the number $\{z_j\}$, the point D_j corresponds to ω_j , and all $\{z_j\}$ and $\{\omega_j\}$ also alternate, except of the one pair z_j, z_{j+1} and ω_j, ω_{j+1} following immediately one after

another. Violation of alternating solutions of equations (5) and (6) arises on those arcs of the circle with the radius i , that contain the numbers $\frac{\pm i\lambda}{|\lambda|}$.

Thus, numbers $\frac{\pm i\lambda}{|\lambda|}$ are contained in an arc interval, the ends of which are either solutions of the equation

(3), or solutions of (2). Analogous violation of alternating solutions of solutions arises at $\frac{\pi}{2} < \text{Arg} \lambda < \frac{3\pi}{2}$.

Taking into account, that all zeros of equations (2) and (3) are prime, for non integer $\frac{\lambda}{\pi}$, we can calculate exact values of the index \aleph . So, passing through the solution either $a(z)$, or $(-ib(z))$ changes the sign on the opposite one. Begin registration of signs from the arc interval with the ends z_1 and ω_1 . Suppose, the expression $(-ib(z))$ has here the sign "+", and the function $a(z)$ has the sign "-". Then the following pair-wise alternation of signs

$$\begin{array}{l} + + - - + + \dots \\ - + + - - + \dots \end{array} \quad (4)$$

is kept until another arc interval with the point $-\frac{i\lambda}{|\lambda|}$ shall be occurred. Suppose that we enter in this

interval with the pair of signs $\begin{array}{c} + \\ + \end{array}$, then we obtain the same pair of signs which was at the entrance. In this connection, alternation of points $\{z_j\}$ and $\{\omega_j\}$ will be changed. If, at the entrance, a solution of (3) was the left end of the arc interval, then now, at the exit, a solution of (2) will be the left end. That's why the further alternation of signs will arise according to (4) only from the right to the left, i.e. by virtue of symmetry of disposition of zeros, under full passage of an one-half of the unit circle, argument increment will not arise.

Similarly arguments take place on the second part of the circle. It is obvious, initial choice of the pair of signs does not play the role. The case of $\frac{\pi}{2} < \text{Arg} \lambda < \frac{3\pi}{2}$ can be considered by the same way. Thus, the index \aleph of the quasi-singular integral equation (1) is equal to zero.

Conclusion. In conclusion, we note that it has been proved that the quasi-singular integral equation (1) is Noetherian for which its index is to zero.

This work was supported by the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan under Grant № AP 09260752.

The author is very grateful to Professor B.E. Kanguzhin for his attention to the work.

Иманбаев Н.С.^{1,2}

¹ Оңтүстік Қазақстан мемлекеттік педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан;

² Математика және математикалық модельдеу институты, Алматы, Қазақстан.

E-mail: imanbaevnur@mail.ru

КВАЗИСИНГУЛЯРЛЫ ИНТЕГРАЛДЫҚ ТЕНДЕУДІҢ ИНДЕКСІН ЕСЕПТЕУДІҢ ТОПОЛОГИЯЛЫҚ БІР ӘДІСІ ЖАЙЛЫ

Аннотация: бұл мақалада эллиптикалық типтегі оператордың спектралдық есебінің, атап айтқанда, регулярлы шеттік шарттармен берілген Коши-Риман амалынан туындайтын дифференциалдық оператордың меншікті мәндерін зерттеуге арналған есептің үзіліссіз ядролы квазисингулярлы интегралдық тендеуге редукцияланған түріндегі есебі қарастырылады. Квазисингулярлы интегралдық

тендеудің ядросының құрылымы айқын түрде зерттелген. Зерттеліп отырған квазисингулярлы интегралдық тендеудің комплексті жазықтықта топологиялық әдіспен индексі есептелінген және нетер шарты табылған. Бірлік дөңгелектегі үзіліссіз функциялардың кеңістігіндегі Коши-Риман тендеуі үшін жылжыған біртекті емес шеттік есептің спектралдық параметрлері туралы мәліметтер сипатталған. Бұл қарастырылып отырған есеп, бейлокалды есептерге жатады және Коши-Риман амалынан туындайтын операторларға арналған есептердің қисындылығы 1982 ж. М. Өтелбаев пен оның шәкірттерінің еңбектерінде сипатталған болатын. Аргументтердің қосындысы мен айырмасынан тәуелді ядролы сингулярлық интегралдық тендеудің шешімділігі туралы мәселелер И.И. Кальмушевскийдің жұмыстарында терең зерттелген. Алынатын нәтижелер теориялық тұрғыдан да қолданбалы тұрғысынан да түсіндіріледі. Аталмыш шекаралық шарттар газдар динамикасында, ылғалданған тамырларға болжам жасағанда, радиациялық көшіруде, популяциялық генетикада математикалық модельдеу жасағанда пайда болады. Ең қарапайым шеттік шарттардың мысалдары алғаш 1922 ж. В.А. Стеклов құрған болатын. Бұл жұмыстың жоғарыда келтірілген еңбектен түбегейлі ерекшелігі, қарастырылып отырған квазисингулярлы интегралдық тендеудің индексі топологиялық әдіспен есептей отырып, нетер шартының құрылуында болып табылады.

Түйін сөздер: квазисингулярлы интегралдық тендеу, нетерлік, индекс, үзіліссіз ядро, аффикс, доғалық интервал, аргументтің өсімшесі.

Иманбаев Н.С.^{1,2}

¹ Южно-Казахстанский государственный педагогический университет, Шымкент, Казахстан;

² Институт математики и математического моделирования, Алматы, Казахстан.

E-mail: imanbaevnur@mail.ru

ОБ ОДНОМ ТОПОЛОГИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К ВЫЧИСЛЕНИЮ ИНДЕКСА КВАЗИСИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ

Аннотация: рассматривается редуцированная спектральная задача для оператора эллиптического типа, в частности для оператора Коши-Римана с регулярными краевыми условиями к квазисингулярному интегральному уравнению с непрерывным ядром. Исследована структура ядра квазисингулярного интегрального уравнения в явном виде. Установлено условие нетеровости и вычислен индекс исследуемого квазисингулярного интегрального уравнения топологическим методом на комплексной плоскости.

Охарактеризованы спектральные параметры, при которых неоднородная краевая задача со смещением для уравнений Коши-Римана всюду разрешима в классе непрерывных функций на единичном круге. Приведенная задача носит нелокальный характер, и подобные задачи для операции Коши-Римана описаны М. Өтелбаевым в 1982 году.

Решение некоторых сингулярных интегральных уравнений с ядрами, зависящими от разности и суммы аргументов изучались в работах И.И. Кальмушевского. Этот интерес объясняется как теоретической значимостью получаемых результатов, так и возможностями важных приложений. Подобные граничные задачи возникают при математическом моделировании задач газовой динамики, прогнозирование почвенной влаги, радиационный перенос, популяционная генетика и т.д. Простейшие примеры указанных краевых условий были сформулированы В.А. Стекловым 1922 г. В настоящей работе принципиальным отличием от вышеуказанной работы является вычисление индекса и установление условия нетеровости рассматриваемого квазисингулярного интегрального уравнения топологическим методом.

Ключевые слова: квазисингулярное интегральное уравнение, нетеровость, индекс, непрерывное ядро, аффикс, дуговой интервал, приращение аргумента.

Information about autor:

Imanbaev Nurlan Sairamovich – candidate of Physical and Mathematical sciences, Full Professor in Mathematics; Department of Mathematics, South Kazakhstan State Pedagogical University, A. Baitursynov str., 13, Shymkent, 160000; Chief Researcher the Institute of Mathematics and Mathematical Modelling, Pushkin str., Almaty, 050010, Kazakhstan. 8-777-963-59-74. E-mail: imanbaevnur@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-5220-9899>.

REFERENCES

- [1] Steklov V.A. (1922) The main problems of mathematical physics. V.I, II, Petrograd: Petrograd University, (in Russian).
- [2] Frankl F.I. (1956) Airfoil gas with local supersonic zone, ending the direct shock wave. Applied Mathematics and Mechanics. V.20, №2.
- [3] Nakhushhev A.M.(1969) The new boundary value problem for a degenerate hyperbolic equation. Report of the Academy of Sciences of the USSR, V.187, №4, p. 736-739 (in Russian).
- [4] Bitsadze A.V., Samarskiy A.A. (1969) On some simple generalizations of linear elliptic boundary value problems. Reports of the USSR Academy of Sciences, V.185, №4, p. 739-740 (in Russian).
- [5] Nakhushhev A.M. (2006) Problem with shift for partial differential equations. M.: “Nauka”, 287 p. (in Russian).
- [6] Baranetskiy Y.O., Kalenyuk P.I. (2020) Nonlocal Multipoint Problem with Multiple Spectrum for an Ordinary $(2n)$ Order Differential Equation. Journal of Mathematical Sciences. **246**, 152-169 <https://doi.org/10.1007/s10958-020-04727-y>.
- [7] Lunyov A.A., Malamud M.M. (2015) On the completeness and Riesz basis property of root subspaces of boundary value problems for first order systems and applications. Journal of Spectral Theory. 5, 17 -70. DOI 10.4171/jst/90.
- [8] Imanbaev N.S. (2015) On stability of the basis property of root vectors system of the Sturm – Liouville operator with an integral perturbation of conditions in nonstrongly regular Samarskii-Ionkin type problems. International Journal of Differential Equations. Volume 2015, Article ID 641481, 6 pages. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/641481>.
- [9] Il'in V.A., Kritskov L.V. (2003) Properties of spectral expansions corresponding to non-self-adjoint differential operators. Journal of Mathematical Sciences. V.116, no 5, 3489-3550.
- [10] Sabitov K.B. (2015) The Diriclet problem for higher-order partial differential equations. Mathematical Notes. 97, 255-267.
- [11] Otelbaev M., Shynybekov A.N. (1982) Well-posedness of Bitsadze-Samarsky. Reports of the Academy of Sciences of the USSR, Vol.265, №4, pp.815-819.
- [12] Mikhailets V.A. (1989) Spectral problems with general boundary conditions. Author. Dissert...Doctor Sc. Kiev, 29 p.
- [13] Usmanov Z.D. (1996) The variety of solutions of the singular generalized Cauchy-Riemann System. Mathematical Notes. 59:2 196-200.
- [14] Tokibetov Zh.A., Sarsekeeva A.S. and Boltirekova R.A. (2020) Solution of the Riemann-Hilbert problem for a Holomorphic vector by the Bouligand-Girand Method. Journal of Mathematical Sciences. **246**, 445-451 DOI: 10.1007/s10958-020-04750-z.
- [15] Imanbaev N.S. (2020) On basis property of systems root vectors of a loaded multiple differentiation operator. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Physico-Mathematical Series. Vol.1, Number 329 32-37. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1726.4>.
- [16] Eroshenkov E.P., Kal'menov T.Sh. (1988) Completeness of the root vectors of the elliptic Bitsadze-Samarskii problem. Reports of the Academy of Sciences of the USSR, Vol.36, №2, pp.281-283.
- [17] Imanbaev N.S., Kanguzhin B.E. (2018) On spectral question of the Cauchy- Riemann operator with homogeneous boundary value conditions. Bulletin of the Karaganda University. Mathematics. Vol.90, №2.
- [18] Imanbaev N.S., Kanguzhin B.E. (2018) On Volterra property of the Cauchy- Riemann operator with homogeneous boundary conditions. Bulletin of the Institute of Mathematics. Tashkent, №5, p.1-5, <http://mib.mathinst.uz>.
- [19] Mikhlin S.G. (1948) Singular integral equations. Advances in Mathematical Sciences.Vol.3, ser 25, pp.30-111.
- [20] Muskhelishvili N.I. (1968) Singular Integral Equations. M.: “Nauka”, 511p. (in Russian).
- [21] Vekua I.N. (1988) Generalized Analytic Functions.M.: “Nauka”, 512p. (in Russian).
- [22] Soldatov A.P. (2020) Singular Integral Operators and Elliptic Boundary-Value Problems. Part I. Journal of Mathematical Sciences. **245**, 695-891.
- [23] Titchmarsh E. (1980) Function Theory. M.: “Nauka”, 463p. (in Russian).

МАЗМҰНЫ

ФИЗИКА

Бастыкова Н.Х., Коданова С.К. ТЕРМОЯДРОЛЫҚ ҚАБЫРҒАЛЫҚ ПЛАЗМАДА ТОЗАҢДЫ БӨЛШЕКТЕРДІҢ ДИНАМИКАЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ.....	6
Байсеитов Қ.М. КВАРК – ГЛЮОНДЫ ПЛАЗМАНЫҢ ДИЭЛЕКТРЛІК ФУНКЦИЯСЫ.....	15
Досымбетова Г.Б., Сванбаев Е.А., Жуман Г.Б., Нұрғалиев М.К., Саймбетов А.К. КОНЦЕНТРАЦИЯЛАУШЫ КРЕМНИЙЛІ КҮН БАТАРЕЯСЫН ЖАСАУ.....	25
Джазаиров-Кахраманов А.В., Имамбеков О., Карипбаева Л.Т., Стеблякова А.А. ${}^8\text{Li}(p,\gamma){}^9\text{Be}$ ҚАРМАУЫ КЕЗІНДЕ СӘЙКЕС ${}^9\text{Be}$ АСТРОФИЗИКАЛЫҚ СИНТЕЗІ ҮШІН РЕАКЦИЯ ЖЫЛДАМДЫҒЫНА РЕЗОНАНСТАРЫНЫҢ МӘНІ.....	31
Исмагамбетова Т.Н., Габдуллин М.Т., Ramazanov T.S. ЖАРТЫЛАЙ АЗҒЫНДАЛҒАН КВАЗИКЛАССИКАЛЫҚ ИОНДАРЫ БАР ТЫҒЫЗ СУТЕГІ ПЛАЗМАСЫНЫҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....	41
Ибраев А.Т. ЗАРЯДТАЛҒАН БӨЛШЕКТЕР КӨЗДЕРІНІҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ ТЕОРИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ.....	47
Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., В.М. Томозов ЖАРҚ ЕТУІ САЛДАРЫНАН ДАМЫҒАН ҰЗАҚ ГАММА – СӨУЛЕЛЕРІНІҢ ҮДЕМЕЛІ ПРОТОНДАР АҒЫНЫНЫҢ СИПАТТАМАСЫ.....	55
Садыков Т.Х., Аргынова А.Х., Жуков В.В., Новолодская О.А., Пискаль В.В. «АДРОН-55» ТЯНЬ-ШАНЬ ИОНДАУШЫ - НЕЙТРОНДЫ КАЛОРИМЕТРІНІҢ ПЕРИФЕРИЯЛЫҚ ДЕТЕКТОРЛАРЫН ЖАҢҒЫРТУ».....	65
Саяков О., Жао Я., Машекова А. 3D СҮЙЫҚТЫҚ ПЕН ҚҰРЫЛЫМНЫҢ ЕКІ ЖАҚТЫ ӨЗАРА ӘРЕКЕТТЕСУІМЕН ҚАНАТТЫ АЭРОДИНАМИКАЛЫҚ ТАЛДАУ.....	75
Терещенко В.М. СПЕКТРОФОТОМЕТРЛІК СТАНДАРТТАРДЫҢ ЖИНАҚТАЛҒАН КАТАЛОГЫН ҚҰРУДЫҢ ПАЙДАСЫ ТУРАЛЫ.....	82
ИНФОРМАТИКА	
Дайырбаева Э.Н., Ерімбетова А.С., Тойгожинова А.Ж. ӘР ТҮРЛІ МАТРИЦАЛАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, СТРИП ӘДІСІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН КЕСКІНДІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ НӘТИЖЕЛЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	89
Калижанова А., Вуйчик В., Кунельбаев М., Козбакова А., Амиргалиева Ж. МАТЛАВ ОРТАСЫНДА КӨЛБЕУ БРЭГГ ТОРЫ БАР ТАЛШЫҚТЫ -ОПТИКАЛЫҚ СЕНСОРДЫҢ СПЕКТРЛІК СИПАТТАМАЛАРЫН МОДЕЛЬДЕУ.....	96
Жантаев Ж.Ш., Қайранбаева А.Б., Қиялбаева А.К., Нұрпейсова Г.Б., Панюкова Д.В. ЗИЯТКЕРЛІК БОЛЖАУҒА АРНАЛҒАН МАҒЛҰМАТ ЖИНАУ: ӘДІСТЕР МЕН НӘТИЖЕЛЕР.....	108

МАТЕМАТИКА

Айсағалиев С.А., Севрюгин И.В., Исаева З.Б., Игликова М.Н. ШЕКТЕУЛЕР МЕН СЫЗЫҚТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ТИІМДІ БАСҚАРУ.....	118
Дауылбаев М.Қ., Атахан Н., Асет Н. СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ИНТЕГРАЛДЫ-ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУ ҮШІН БАСТАПҚЫ СЕКІРІСТІ ШЕТТІК ЕСЕБІ ШЕШІМІНІҢ АСИМПТОТИКАЛЫҚ ЖІКТЕЛУІ.....	126
Есмағамбетов Б.С., Апсеметов А.Т., Балабекова М.О., Каюмов К.Г., Джакибаев А.Ш. КЕЗДЕЙСОҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ЫҚТИМАЛДЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫН ПАРАМЕТРЛІК ЕМЕС БАҒАЛАУ.....	136
Иманбаев Н.С. КВАЗИСИНГУЛЯРЛЫ ИНТЕГРАЛДЫҚ ТЕНДЕУДІҢ ИНДЕКСІН ЕСЕПТЕУДІҢ ТОПОЛОГИЯЛЫҚ БІР ӘДІСІ ЖАЙЛЫ.....	143
Мырканова А.М., Аканова К.М., Ластовецкий А.Л. ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ КЕҢІСТІГІНІҢ АНИЗОТРОПИЯСЫ.....	151
Омарова Г.Т., Омарова Ж.Т. К ОБРАТНОЙ ЗАДАЧЕ НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ.....	165

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Бастыкова Н.Х., Коданова С.К. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В ПРИСТЕНОЧНОЙ ТЕРМОЯДЕРНОЙ ПЛАЗМЕ ВО ВНЕШНЕМ МАГНИТНОМ ПОЛЕ.....	6
Байсеитов К.М. ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ КВАРК-ГЛЮОННОЙ ПЛАЗМЫ.....	15
Досымбетова Г.Б., Сванбаев Е.А., Жуман Г.Б., Нұрғалиев М.К., Саймбетов А.К. РАЗРАБОТКА КОНЦЕНТРИРУЮЩИХ КРЕМНИЕВЫХ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ.....	25
Джазаиров-Кахраманов А.В., Имамбеков О., Карипбаева Л.Т., Стеблякова А.А. ЗНАЧЕНИЕ РЕЗОНАНСОВ НА СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ ПРИ ${}^8\text{Li}(p,\gamma){}^9\text{Be}$ ЗАХВАТЕ ДЛЯ СООТВЕТСТВУЮЩЕГО АСТРОФИЗИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ${}^9\text{Be}$	31
Исмагамбетова Т.Н., Габдуллин М.Т., Ramazanov T.S. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛОТНОЙ ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ С ЧАСТИЧНО ВЫРОЖДЕННЫМИ КВАЗИКЛАССИЧЕСКИМИ ИОНАМИ.....	41
Ибраев А.Т. КОРРЕКТИРОВКА ТЕОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ИСТОЧНИКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ.....	47
Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОТОКОВ УСКОРЕННЫХ ПРОТОНОВ ПРИ РАЗВИТИИ ВСПЫШЕК С ПРОДОЛЖИТЕЛЬНЫМ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕМ.....	55
Садыков Т.Х., Аргынова А.Х., Жуков В.В., Новолодская О.А., Пискаль В.В. МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЕРИФЕРИЙНЫХ ДЕТЕКТОРОВ ТЯНЬ-ШАНСКОГО ИОНИЗАЦИОННО-НЕЙТРОННОГО КАЛОРИМЕТРА «АДРОН-55».....	65
Саяков О., Жао Я., Машекова А. 3D АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРЫЛА С ДВУСТОРОННИМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ЖИДКОСТИ И КОНСТРУКЦИИ.....	75
Терещенко В.М. О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОЗДАНИЯ СВОДНОГО КАТАЛОГА СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ.....	82

ИНФОРМАТИКА

Дайырбаева Э.Н., Еримбетова А.С., Тойгожинова А.Ж. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СТРИП-МЕТОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МАТРИЦ.....	89
Калижанова А., Вуйчик В., Кунельбаев М., Козбакова А., Амиргалиева Ж. МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА С НАКЛОННОЙ РЕШЕТКОЙ БРЭГГА В СРЕДЕ MATLAB.....	96
Жантаев Ж.Ш., Кайранбаева А.Б., Киялбаев А.К., Нурпеисова Г.Б., Панюкова Д.В. СБОР ДАННЫХ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ: МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ.....	108

МАТЕМАТИКА

Айсагалиев С.А., Севрюгин И.В., Исаева З.Б., Игликова М.Н. ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ.....	118
Дауылбаев М.Қ., Атахан Н., Асет Н. АСИМПТОТИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ РЕШЕНИЯ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ С НАЧАЛЬНЫМИ СКАЧКАМИ ДЛЯ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННОГО ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ.....	126
Есмагамбетов Б.С., Апсеметов А.Т., Балабекова М.О., Каюмов К.Г., Джакибаев А.Ш. НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ.....	136
Иманбаев Н.С. ОБ ОДНОМ ТОПОЛОГИЧЕСКОМ ПОДХОДЕ К ВЫЧИСЛЕНИЮ ИНДЕКСА КВАЗИСИНГУЛЯРНОГО ИНТЕГРАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ.....	143
Мырканова А.М., Аканова К.М., Ластовецкий А.Л. АНИЗОТРОПИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН....	151
Омарова Г.Т., Омарова Ж.Т. К ОБРАТНОЙ ЗАДАЧЕ НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ.....	159

CONTENTS

PHYSICS

Bastykova N.Kh., Kodanova S.K. COMPUTER SIMULATION OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF DUST PARTICLES IN THE EDGE FUSION PLASMA.....	6
Baiseitov K.M. DIELECTRIC FUNCTION OF QUARK-GLUON PLASMA.....	15
Dosymbetova G.B., Svanbayev Ye.A., Zhuman G.B., Nurgaliyev M.K., Saymbetov A.K. DEVELOPMENT OF CONCENTRATING SILICON SOLAR CELLS.....	25
Dzhazairov-Kakhramanov A.V., Imambekov O., Karipbayeva L.T., Steblyakova A.A. THE ROLE OF RESONANCES IN THE CAPTURE OF ${}^8\text{Li}(p,\gamma){}^9\text{Be}$ ON THE REACTION RATE OF THE RELEVANT ASTROPHYSICAL SYNTHESIS OF ${}^9\text{Be}$	31
Ismagambetova T.N., Gabdullin M.T., Ramazanov T.S. THERMODYNAMIC PROPERTIES OF DENSE HYDROGEN PLASMAS WITH PARTIALLY DEGENERATE SEMICLASSICAL IONS.....	41
Ibrayev A.T. CORRECTION OF THE THEORY OF RESEARCHING THE PROPERTIES OF CHARGED PARTICLES SOURCES.....	47
Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M. CHARACTERISTICS OF ACCELERATED PROTONS FLUXES DURING THE DEVELOPMENT OF FLARES WITH PROLONGED GAMMA RADIATION.....	55
Sadykov T.Kh., Argynova A.Kh., Jukov V.V., Novolodskaya O.A., Piskal' V.V. MODERNIZATION OF THE PERIPHERAL DETECTORS OF TIEN-SHAN IONIZATION- NEUTRON CALORIMETER DETECTORS "HADRON-55".....	65
Sayakov O., Zhao Y., Mashekova A. 3D AERODYNAMIC ANALYSIS OF AWING WITH 2-WAY FLUID-STRUCTURE INTERACTION.....	75
Tereshchenko V.M. ABOUT EXPEDIENCY OF CREATION COMPILE CATALOGUE OF SPECTROPHOTOMETRIC STANDARDS.....	82

COMPUTER SCIENCE

Daiyrbayeva E., Yerimbetova A., Toigozhinova A. COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF IMAGE RECOVERY BASED ON THE STRIP METHOD USING VARIOUS MATRICES.....	89
Kalizhanova A., Wojcik W., Kunelbayev M., Kozbakova A., Amirgaliyeva Zh. MODELING SPECTRAL CHARACTERISTICS OF FIBER-OPTIC SENSOR WITH TILTED BRAGG GRATING IN MATLAB MEDIUM.....	96
Zhantayev Zh., Kairanbayeva A., Kiyalbayev A., Nurpeissova G., Panyukova D. DATA COLLECTION FOR INTELLECTUAL FORECASTING: METHODS AND RESULTS.....	108

MATHEMATICS

Aisagaliev S.A., Sevryugin I.V., Issyaeva Z.B., Iglukova M.N. OPTIMAL CONTROL OF LINEAR SYSTEMS WITH CONDITIONS.....	118
Dauylbayev M.K., Atakhan N., Asset N. ASYMPTOTIC EXPANSION OF SOLUTION OF BVP WITH INITIAL JUMPS FOR SINGULARLY PERTURBED INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATION.....	126
Yesmagambetov B.B., Apsemetov A., Balabekova M.O., Kayumov K.G., Jakibayev A. NON-PARAMETRIC ESTIMATION OF PROBABILISTIC CHARACTERISTICS OF RANDOM PROCESSES.....	136
Imanbaev N.S. ON A TOPOLOGICAL METHOD FOR CALCULATING THE INDEX OF QUASI-SINGULAR INTEGRAL EQUATION.....	143
Myrkanova A.M., Akanova K.M., Lastovetsky A.L. ANISOTROPY OF ECONOMIC SPACE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN.....	151
Omarova G.T., Omarova Zh.T. TO THE INVERSE PROBLEM OF CELESTIAL MECHANICS.....	159

**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 described work 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 Cross Check originality detection service <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 сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

**ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)**

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*
Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 15.08.2021.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
4,6 п.л. Тираж 300. Заказ 4.