

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
Қазақстанның ұлттық ғылым академиясының
Әл-Фараби атындағы ұлттық университетінің

N E W S

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

SERIES
PHYSICO-MATHEMATICAL

6 (340)

NOVEMBER – DECEMBER 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 Тілекқабұл 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/> National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2021

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

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 340 (2021), 114–120

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1726.107>

UDC 537.533.3

Ibrayev A.T.

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: pok_rk@mail.ru

CONSTRUCTION AND APPLICATION OF A DYNAMIC MOTION COUNTING SYSTEM FOR RESEARCHING THE PROPERTIES OF ELECTRON MIRRORS AND CATHODE LENSES

Abstract. As known, the reference system based on the Galilean transformations does not satisfy the basic requirement of the theory of relativity about the invariance of the intervals between events. At the same time, in many cases, when studying complex movements, it is necessary to observe the principle of invariance of the intervals between events for the studied movements and in the region of low speeds. In this regard, there is a need for additional analysis of the features of the Galilean transformations.

Based on the analysis and consideration of the features of Galileo's transformations, new inertial and dynamic reference frames of movements are obtained. In the new inertial reference frame, the main drawback of Galileo's transformations, associated with the violation of the invariance of the intervals between events, is eliminated. The developed dynamic frame of reference makes it possible to conduct effective studies of movements in force fields. Elements of this dynamic frame of reference intuitively, without a detailed analysis of the meaning of the transformations used, have been successfully applied in a number of scientific works in the field of physical electronics, devoted to the construction of theories of electron mirrors and cathode lenses. Obviously, the new reference systems indicated in the work will find wide application both in the field of research and design of electron-optical devices and ion-beam technological installations, and in other branches of fundamental and technical sciences.

Key words: motion, reference frame, coordinate transformation, velocity, interval invariance.

Introduction. Currently, in various areas of fundamental and technical sciences, various coordinate transformations and inertial reference systems proposed by Galileo and Lorentz are used to study complex movements [1-5]. At the same time, it is noted that the reference system based on the Galilean transformations does not satisfy the basic requirement of the theory of relativity about the invariance of the intervals between events. Relativistic physics uses Lorentz transformations that are free from this drawback. As you know, in practice, the Lorentz transform is used in the theory of relativity only for high speeds, and at low speeds of the studied movements relative to the speed of light, the Lorentz transform is practically not used. At the same time, in many cases, when studying complex movements, it is necessary to observe the principle of invariance of the intervals between events for the studied movements and in the region of low speeds. In this regard, there is a need for additional analysis of the features of the Galilean transformations.

In this paper, we present a method for constructing new inertial and dynamic (non-inertial) reference frames of motion that satisfy the basic requirement of the theory of relativity about the invariance of intervals between events. Note that the inertial and dynamic reference systems proposed in this paper can be effectively used to study complex movements in the region of relatively low velocities.

Materials and methods. Development of the new frame will be done through improvement of the following Galilean transformations that link the coordinates x , y , z and time t of coordinate system (reference) K with the coordinates x' , y' , z' and time t' of the reference system K' , moving along the axis x of the coordinate system K at a speed V ,

$$x = x' + Vt', \quad y = y', \quad z = z', \quad t = t'. \quad (1)$$

A counting system (1) is inertial and it is assumed that the velocity V is constant.

Let's start improving transformations (1) with a more rigorous formulation of the relationship between the coordinate systems (reference) K and K' . For this purpose, we introduce the concept of scalar motion. As a

Let's start improving transformations (1) with a more rigorous formulation of the relationship between the coordinate systems (reference) K and K' . For this purpose, we introduce the concept of scalar motion. As a scalar motion, we take the linear motion of the origin of the coordinate system K' along the axis x of the coordinate system K from the point $x = 0$ to the current coordinate $x = x_s$ at a constant speed V_s . Then, the scalar motion will be described by the expression

$$x_s = V_s t_s, \tag{2}$$

where t_s denotes the time of movement of the point of origin of the coordinate system K' .

In this case, taking into account (2), the coordinates x and x' and will be related as follows

$$x = x' + V_s t_s = x' + x_s. \tag{3}$$

Using the scalar velocity V_s as the base parameter to describe the motion in both coordinate systems K and K' , the current coordinate x can be represented as

$$x = x' + x_s = V_s t, \tag{4}$$

From which we get

$$t = \frac{x' + x_s}{V_s} = t' + t_s. \tag{5}$$

From the above equations (2) – (5), instead of the Galilean transformations (1), we obtain new transformations

$$x = x' + V_s t_s, \quad y = y', \quad z = z', \quad t = t' + t_s, \tag{6}$$

where $t' = \frac{x'}{V_s}$.

Results. Equations (6) represent a new inertial frame of reference, which is free from the main drawback of the frame of reference (1) and satisfies the requirement of the theory of relativity about the invariance of intervals between events. In contrast to the traditional presentation of the theory of relativity, the interval s_{12} between two events is represented using the value of the speed of scalar motion in the following form

$$\begin{aligned} s_{12} &= \left[V_s^2 (t_2 - t_1)^2 - (x_2 - x_1)^2 - (y_2 - y_1)^2 - (z_2 - z_1)^2 \right]^{1/2} = \\ &= \left[V_s^2 (t'_2 - t'_1)^2 - (x'_2 - x'_1)^2 - (y'_2 - y'_1)^2 - (z'_2 - z'_1)^2 \right]^{1/2}. \end{aligned} \tag{7}$$

Here, the numbers in the indices of the variables indicate their belonging to the first or second event.

An important circumstance in the representation of the interval s_{12} in the form (7) is that it is not necessary to bind the scalar velocity to the speed of light.

We continue the analysis of the Galilean transformations (1) to derive the dynamical reference frame.

Due to the fact that nonlinear motions in nonlinear force fields are studied in the field of dynamics, the differentials of the spatial coordinates given in (1) should be used for transformations of reference systems

$$dx = dx' + V_x dt, \quad dy = dy', \quad dz = dz'. \tag{8}$$

In the first equation (8), it is assumed that $V = V_x$. This equation generally takes into account that the origin of the K' coordinate system moves along the axis x of the K coordinate system. Instead of the fourth transformation equation (1), we use the velocity representation as

$$V_x = \frac{dx}{dt}. \tag{9}$$

Equation (9), with a more strict allocation of the current coordinate $x = x_s$ of the origin of the moving reference system K' , the movement of which in the reference system K is selected as a scalar movement, takes the form

$$V_s = \frac{dx_s}{dt}. \tag{10}$$

Here V_s denotes, as above, the speed of scalar motion, relative to which the parameters of arbitrary motion are determined.

When studying movements under the influence of force fields, the value V_s can be determined by using

the energy conservation equation for a supposed material particle moving in the force field along the axis x , the current coordinate of which coincides with the coordinate $x = x_s$ of the origin of the reference system K' ,

$$\frac{m}{2} V_s^2 = W_{pot}(x_s),$$

from which it follows

$$\frac{dx_s}{dt} = k \sqrt{W_{pot}(x_s)}. \quad (11)$$

In equation (11) $W_{pot}(x_s)$ - the function of the distribution of the potential energy of the force field along the axis at $x = x_s$, $k = \sigma \sqrt{\frac{2}{m}}$ - the coefficient connecting the potential energy and the velocity of the particle, $\sigma = \pm 1$ - a sign unit indicating the direction of movement of the beginning of the mobile coordinate system.

Integrating (8), taking into account equation (10), and from the law of conservation of energy for the base (scalar) trajectory (11), we obtain

$$x = x_s + x', \quad y = y', \quad z = z', \quad t = t_s + t', \quad \frac{dx_s}{dt} = k \sqrt{W_{pot}(x_s)}. \quad (12)$$

Equations (12) represent a new dynamic frame of reference for motion.

When deriving equations (12), it was also taken into account that it follows from equation (9)

$$t(x) = \frac{1}{k} \int_0^x \frac{dx}{\sqrt{W_{pot}(x)}} = \frac{1}{k} \int_0^{x_s+x'} \frac{dx}{\sqrt{W_{pot}(x)}} = \frac{1}{k} \int_0^{x_s} \frac{dx}{\sqrt{W_{pot}(x)}} + \frac{1}{k} \int_{x_s}^{x_s+x'} \frac{dx}{\sqrt{W_{pot}(x)}} = t_s + t'$$

It is easy to see that the reference frame (12) fully satisfies the basic requirement of the theory of relativity about the invariance of intervals between events. This means that the reference system (12) can be used to solve problems of studying complex movements without limiting the value of the scalar velocity and without strictly binding it to the speed of light.

From the equations obtained above, we select the value of equations (6) and (12). In the new frame of reference (6), the main drawback of the Galilean transformations (noted in all classical works), which is associated with the violation of the invariance of the intervals between events, is eliminated. Equations (12) are a generalized form of the dynamic reference system.

Note that the elements of the dynamic reference system (12) are intuitively, without a detailed analysis of the meaning of the transformations used, have already been successfully tested and applied in a number of scientific papers devoted to the construction of theories of electronic mirrors and cathode lenses, for example, [6-12]. In these works, it was pointed out that traditional methods of studying electron lenses are unsuitable for developing the theory of cathode lenses and electron mirrors due to the fact that they do not take into account the specificity of their initial conditions. For example, in single and immersion lenses, it is fairly assumed that the trajectories of charged particles everywhere have a small inclination to the main optical axis. For a cathode lens and an electron mirror, this assumption is unfair, since charged particles leave the cathode at an angle from 0 to 90 degrees and all the particles emitted by the cathode subsequently participate in the formation of a crossover or image of the cathode surface, and in the electron mirror, charged particles are reflected from 90 to 180 degrees. In addition, in single and immersion lenses, the condition of a small spread of the energies of charged particles relative to the values of the axial potential is everywhere fulfilled, and in the cathode lens in the cathode region, and in the electron mirror in the reflection region, this condition is not fulfilled. These circumstances lead to the appearance of singular features in the areas noted above, and the correct solution of the problems of analyzing the aberrations of the studied elements becomes impossible.

Discussion. Consider the following example. In the Cartesian coordinate system x, y, z , whose z axis coincides with the main optical axis of a two-dimensional planar-symmetric cathode lens with a plane of symmetry xz , the motion of a charged one with charge e and mass m is described by the following equations:

$$m\ddot{y} = -e \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \quad (13)$$

$$\dot{y}^2 + \dot{z}^2 = -\frac{2e}{\dots}(\varphi + \varepsilon), \quad (14)$$

where the points denote the time differentiation, $-e\varepsilon$ - the value of the initial energy of the charged particle, $\varphi = \varphi(y, z)$ - the function of the distribution of the electrostatic potential, which near the main optical axis can be represented as a power series

$$\varphi(y, z) = \Phi(z) - \frac{\Phi''}{2} y^2 + \frac{\Phi^{IV}}{24} y^4 + \dots \quad (15)$$

Here the strokes denote the differentiation in z , $\Phi(z) = \varphi(0, z)$ - the distribution of the potential along the main optical axis.

Using the traditional method of solving equations (13) – (15) to describe the motion of charged particles in the paraxial approximation, we obtain the equation

$$2(\Phi + \varepsilon_z) y'' + \Phi' y' + \Phi'' y = 0, \quad (16)$$

where ε_z is a small value and characterizes the axial component of the initial energy of the charged particle.

Equation (16) for the allocation of the chromatic component of aberrations in the motion of the particle flow can be represented as

$$y'' + \frac{\Phi'}{2\Phi} y' + \frac{\Phi''}{2\Phi} y = -\frac{\varepsilon_z}{\Phi} y'', \quad (17)$$

from which one can clearly see the appearance of a mathematical singularity (division by zero) at $\varepsilon_z \neq 0$ and $\Phi = 0$, which must inevitably be considered when studying the properties of cathode lenses and electron mirrors. Note that in single and ordinary immersion lenses $\Phi \propto \varepsilon_z$, it is accepted for any section of the trajectories of charged particles, so this problem does not arise.

The indicated difficulties of a mathematical nature can be overcome by choosing as the main (basic) motion of a particle with zero initial energy and moving along the main optical axis of the lens. For this particle, it is true that

$$\dot{z}_0 = \sqrt{-\frac{2e}{m} \Phi(z_0)}. \quad (18)$$

Index "0" here denotes the coordinate of the main particle.

The motion of an arbitrary particle in the field of the lens under consideration is investigated relative to the motion of the main particle, which we will call the "main motion". The movements of the arbitrary and basic particles along the main optical axis for the same time differ by the amount of longitudinal aberration $\eta(z_0)$. Therefore, the following relation is true

$$z = z_0 + \eta(z_0). \quad (19)$$

Equations (18) and (19) are, in fact, analogs of the first and fifth equations in the dynamical coordinate system obtained above (12).

Taking into account (19), the functions of z , in view of the smallness of the longitudinal aberration $\eta(z_0)$, can be expanded in the form

$$\Phi(z) = \Phi(z_0) + \Phi'(z_0)\eta(z_0) + \frac{\Phi''(z_0)}{2}\eta^2(z_0) + \dots \quad (20)$$

From equations (13) - (15) and (18) - (20) we obtain

$$2\Phi y'' + \Phi' y' + \Phi'' y = -\Phi''' \eta y - \frac{\Phi^{IV}}{2} \eta^2 y + \frac{\Phi^{IV}}{6} y^3 + \dots, \quad (21)$$

$$2\Phi \eta' - \Phi' \eta = -\Phi y'^2 - \Phi \eta'^2 + \frac{\Phi''}{2} \eta^2 - \frac{\Phi''}{2} y^2 + \varepsilon. \quad (22)$$

Thus, using (18) and (19), which are parts of the derived and formulated above dynamic reference system, instead of equation (17), which is incorrect for cathode lenses and electron mirrors, we obtain the system of equations (21) and (22). The solution of these equations does not lead to difficulties and makes it possible to estimate the paraxial properties and aberration characteristics of the studied elements both in the transverse and longitudinal directions [6-12].

To analyze the aberration characteristics of cathode lenses and electron mirrors only in the transverse direction, in an explicit dependence on the coordinate of the main optical axis, the values of the aberration functions $A(z_0)$ obtained after solving equations (21) and (22), taking into account equation (19), can be represented as

$$A(z_0) = A(z - \eta) = A(z) - A'(z)\eta - \dots \quad (23)$$

Equation (23) makes it possible to analyze the aberration characteristics of cathode lenses and electron mirrors in the form traditional for single and conventional immersion lenses.

Conclusion. Summing up, we note that in this work, based on the analysis and consideration of the features of Galileo's transformations, new inertial and dynamic reference frames of motions are obtained. In the new inertial reference frame, the main drawback of Galileo's transformations, associated with the violation of the invariance of the intervals between events, is eliminated. The developed dynamic frame of reference makes it possible to conduct effective studies of movements in force fields. We also note that in works [6-12] intuitively, using the elements of the proposed and substantiated in this work, a dynamic frame of reference based on the introduction of the concept of motion of a central particle, the main mathematical difficulties that hindered the construction of theories for the study and design of cathode lenses and electron mirrors were overcome. Obviously, reference systems in the form (6) and (12) will find wide application both in the field of research and design of electron-optical and ion-beam devices, and in other branches of fundamental and technical sciences.

Ибраев А.Т.

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: pok_rk@mail.ru

ЭЛЕКТРОНДЫҚ АЙНАЛАРМЕН КАТОДТЫҚ ЛИНЗАЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ ҮШІН ДИНАМИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫСТЫҢ ӨЛШЕМ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ

Аннотация. Қазіргі заманда іргелі және техникалық ғылымдардың әртүрлі бағыттарында күрделі қозғалыстарды зерттеу үшін Галилео және Лоренц ұсынған координаталық түрлендірулер мен инерциялық қозғалыстарды өлшеу жүйелері қолданылады. Галилейдің түрлендірулеріне негізделген координаталық түрлендірулер жүйесі оқиғалар арасындағы интервалдардың өзгермейтіндігі туралы салыстырмалылық теориясының негізгі талаптарының бірін қанағаттандырмайтындығы белгілі. Осыған байланысты Галилей түрлендірулерінің ерекшеліктерін қосымша талдау қажет.

Бұл жұмыста Галилей түрлендірулерінің ерекшеліктерін талдау және ескеру негізінде қозғалыстарды есептеудің жаңа инерциялық және динамикалық жүйелері жасалды. Жаңа инерциялық өлшемдік жүйеде оқиғалар арасындағы интервалдардың инварианттылығы бұзылуымен байланысты Галилей түрлендірулерінің негізгі кемшілігі шеттетілген. Қарастырылған динамикалық өлшемдік жүйе күш өрістеріндегі қозғалыстарға тиімді зерттеулер жүргізуге мүмкіндік береді. Бұл динамикалық өлшемдік жүйенің элементтері интуитивті түрде, қолданылған түрлендірулердің мағынасын егжей-тегжейлі талдамай, электронды айналармен катодлинзаларының теорияларын құруға арналған физикалық электроника саласындағы бір қатар ғылыми еңбектерде сәтті қолданылды.

Мақалада жаңа өлшемдік жүйелерді қолдану мүмкіндіктерін көрсету үшін екі өлшемді планарлы-симметриялы (цилиндрлік) катодты линзаны зерттеудің және жобалаудың теориялық негіздерін құру мысалы қарастырылған. Алынған нәтижелер осы жұмыста ұсынылған қозғалыстардың динамикалық өлшемдік жүйесін қолданудың тиімділігін дәлелдейді.

Жұмыста көрсетілген жаңа инерциялық және динамикалық өлшемдік жүйелерді салыстырмалы түрде төмен жылдамдықтар саласындағы күрделі қозғалыстарды зерттеу үшін тиімді пайдалануға болады және электронды-оптикалық құрылғылармен ионды-сәулелік технологиялық қондырғыларды зерттеу және жобалау саласында да, іргелі және техникалық ғылымдардың басқа салаларында да кеңінен қолдануға болады.

Түйінді сөздер: қозғалыс, тірек, координаталық түрлендіру, жылдамдық, интервалдық инвариант.

Ибраев А.Т.

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

E-mail: pok_rk@mail.ru

ПОСТРОЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА ДВИЖЕНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОННЫХ ЗЕРКАЛ И КАТОДНЫХ ЛИНЗ

Аннотация. В настоящее время в различных направлениях фундаментальных и технических наук для исследования сложных движений используются различного рода преобразования координат и инерциальные системы отсчета, предложенные Галилеем и Лоренцем. При этом отмечается, что система отсчета на основе преобразований Галилея не удовлетворяют базовому требованию теории относительности об инвариантности интервалов между событиями. В связи с этим, возникает потребность в дополнительном анализе особенностей преобразований Галилея.

В данной работе на основе анализа и учета особенностей преобразований Галилея получены новые инерциальная и динамическая системы отсчета движений. В новой инерциальной системе отсчета устраняется основной недостаток преобразований Галилея, связанный с нарушением инвариантности интервалов между событиями. Разработанная динамическая система отсчета дает возможность проводить эффективные исследования движений в силовых полях. Элементы этой динамической системы отсчета интуитивно, без подробного анализа смысла используемых преобразований, успешно применялись в ряде научных работ в области физической электроники, посвященных построению теорий электронных зеркал и катодных линз.

В статье для иллюстрации возможностей применения новых систем отсчета рассмотрен пример построения теоретических основ исследования и проектирования двумерной планарно-симметричной (цилиндрической) катодной линзы. Полученные результаты подтверждают эффективность использования предложенной в данной работе динамической системы отсчета движений.

Очевидно, указанные в работе новые инерциальная и динамическая системы отсчета могут быть эффективно использованы для исследования сложных движений в области относительно малых скоростей и найдут широкое применение как в области исследования и проектирования электронно-оптических приборов и ионно-лучевых технологических установок, так и в других отраслях фундаментальных и технических наук.

Ключевые слова: движение, система отсчета, преобразование координат, скорость, интервальная инвариантность.

Information about author:

Ibrayev Alpamys – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; E-mail: pok_rk@mail.ru; ORCID iD0000-0002-5263-0384.

REFERENCES

- [1] Landau L.D. Lifshitz E.M. (1968). Theoretical Physics: Mechanics, Volume 1, Moscow: Nauka.216 p.
- [2] Landau L.D. Lifshits E.M. (1968). Theoretical Physics: Field Theory, Volume 2, Moscow, Nauka.512 p.
- [3] Morse F.M. Feshbach G. (1958). Methods of Theoretical Physics, Volume 1, Moscow: Foreign Literature Publishing House.
- [4] Ibrayev A.T. (2020) Method for constructing the commutative algebra of quaternion and octonion, News of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Physico-mathematical series, V6, N 334, 5-12. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1726.91>. (in Eng.).
- [5] Kel'man V.M. Yavor S.Ya. (1968). Electronic Optics. L.: Nauka. 488 p.
- [6] Kel'man V.M., Sapargaliev A.A., Yakushev E.M. (1972) Theory of cathode lenses I. Cylindrical cathode lens, Journal of Technical Physics, 42, 2001–2010.
- [7] Kel'man V.M., Sapargaliev A.A., Yakushev E.M. (1973) Theory of cathode lenses II. Electrostatic cathode lens with rotational symmetry, Journal of Technical Physics, 43, 52-60.

[8] Kel'man Sapargaliev A.A. (1981) Transaxial electrostatic cathode lens, *Journal of Technical Physics*, 51, 22-30.

[9] Yakushev E.M., Sekunova L.M. (1986) Theory of electron mirrors and cathode lenses, *Advances in Electronics and Electron Physics*, 68, 337-416. (in Eng.).

[10] Yakushev E.M. (2013) *Theory and Computation of Electron Mirrors: The Central Particle Method*. *Advances in Imaging and Electron Physics*, First Edition, 147–247. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-407701-0.00003-0> (in Eng.).

[11] Ibrayev A.T., Sagyndyk A.B. (2017) Numerical investigation of the aberrational coefficients of a box shaped cathode lens, *News of the national academy of sciences of the republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences*. ISSN 2224-5278. V. 4, N 424, 108 - 114. (in Eng.).

[12] Ibrayev A.T. (2015) Theory of Cathode Lens with Multipole Components of Electrostatic Field and the Space Charge, *Microscopy and Microanalysis*, V. 21, N6, 270-275. <http://dx.doi.org/10.1017/S1431927615013495> (in Eng.).

МАХМУНЫ

ФИЗИКА

- Жұмабаев Б.Т., Васильев И.В., Петровский В.Г., Исабаев К.Ж.**
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ РАДИОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ АРНАЛҒАН ЖАҢА ПОЛИГОН.....6
- Мейірбеков М.Н., Исмаилов М.Б.**
КӨМІРПЛАСТИКТІ ТҮТІКТЕРДІ ОРАУ ӘДІСІМЕН ЖАСАУ БОЙЫНША ЗЕРТХАНАЛЫҚ
ҚОНДЫРҒЫНЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ.....15
- Мырзатай А.А., Рзаева Л.Г. Ускенбаева Г.А., Шукирова А.К., Абитова Г.**
ДЕРЕКТЕР МАССИВИ КӨЛЕМІНІҢ ЖЕЛІЛІК ЖАБДЫҚТЫҢ ІСТЕН ШЫҒУЫН БОЛЖАУ
НӘТИЖЕЛЕРІНЕ ӘСЕРІ.....28
- Таймуратова Л.У., Биғожа О.Д., Сейтмұратов А.Ж., Казбекова Б.К., Аймағанбетова З.К.**
ЭЛЕКТРОНДАРДЫҢ ЖОЛАРАЛЫҚ АУЫСУЛАРЫНДАҒЫ КРЕМНИДІҢТЕРІС БОЙЛЫҚ
МАГНИТКЕ ТӨЗІМДІЛІШІ.....37

ИНФОРМАТИКА

- Байшолан Н., Тұрдалыұлы М., Байшоланова Қ.С., Кубаев Қ.Е., Тунгушбаев М.Т.**
АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ОҚИҒАЛАРЫНДАҒЫ ШАБУЫЛДАРДЫ БОЛЖАУДЫ
БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ.....42
- Усатова О.А., Жұмабекова А.Т., Мэтсон Э., Карюкин В.И., Глесова Б.Е.**
АҚПАРАТТЫҚ РЕСУРСТАРҒА ТӨНЕТІН ҚАУІП ТҮРЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ МАШИНАЛЫҚ
ОҚЫТУДЫ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ.....48
- Кожангулов Е.Т., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., Максұтова А.А.**
ҮЙТКІЛІ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІ КӨМЕГІМЕН ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН МИКРОСҮЛБЕКТЕРДІҢ
ЖІКТЕУШІСІ59
- Мамырбаев О.Ж., Оралбекова Д.О., Әлімхан Қ., Othman M., Жумажанов Б.**
АВТОМАТТЫ СӨЙЛЕУДІ ТАЛУ ҮШІН ОНЛАЙН МОДЕЛЬДЕРДІ ҚОЛДАНУ.....66
- Сейлова Н.А., Ибраев Р.Б., Горлов Л.В., Тұрдалыұлы М.**
ҚАЛҚАН БЛОКТЫҚ СИММЕТРИЯЛЫҚ ШИФРЛАУ АЛГОРИТМІНІҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС
ТҮЙІНІНІҢ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....73
- Ташенова Ж.М., Нурлыбаев Э.Н., Абдуғулова Ж.К., Аманжолова Ш.А.**
ДЕРЕКТЕР ОРТАЛЫҒЫНЫҢ ЖЕЛІЛІК ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ҚАУІПСІЗДІК
ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ.....81
- Шопағұлов О.А., Корячко В.П.**
САРАПТАМА ЖҮЙЕЛЕРДІҢ БІЛІМ НЕГІЗІНДЕГІ КОНЦЕПТУАЛДЫҚ МОДЕЛЬДЕР.....92

МАТЕМАТИКА

- Егенова Ә., Құрақбаева С., Калбаева А., Ізтаев Ж.**
ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУЫНЫҢ ҰҚСАС СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС МОДЕЛЬДЕРІН ҚОЛДАНА
ОТЫРЫП, ӘРТҮРЛІ ФИЗИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ СИПАТТАУДЫҢ КЕЙБІР
МӘСЕЛЕЛЕРІ.....103

Ибраев А.Т. ЭЛЕКТРОНДЫҚ АЙНАЛАРМЕН КАТОДТЫҚ ЛИНЗАЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ ҮШІН ДИНАМИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫСТЫҢ ӨЛШЕМ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ.....	114
Махажанова У.Т., Исмаилова А.А., Жумаханова А.С. БҰЛДЫР ЛОГИКАЛЫҚ ЕРЕЖЕЛЕРДІ ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ПРОЦЕССІНДЕ ҚОЛДАНУДЫҢ МЫСАЛЫ.....	121
Сартабанов Ж.А., Айгенова Г.М., Торемуратова Г.С. ДИФФЕРЕНЦИАЛДАУ ОПЕРАТОРЛЫ СЫЗЫҚТЫ КӨППЕРИОДТЫ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ӨЗАРА КЕЛТІРІМДІЛІГІ.....	128
Тусупов Д.А., Муханова А.А. ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ПРОЦЕССІНДЕГІ ЛОГИКАЛЫҚ ЕРЕЖЕЛЕР ҚОСЫМШАСЫ.....	136

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

- Жумабаев Б.Т., Васильев И.В., Петровский В.Г., Исабаев К.Ж.**
НОВЫЙ ПОЛИГОН ДЛЯ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАЗАХСТАНЕ.....6
- Мейірбеков М.Н., Исмаилов М.Б.**
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ
ПО ФОРМОВАНИЮ УГЛЕПЛАСТИКОВЫХ СТЕРЖНЕЙ МЕТОДОМ НАМОТКИ.....15
- Мырзатай А.А., Рзаева Л.Г., Ускенбаева Г.А., Шукирова А.К., Абитова Г.**
ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМА МАССИВА ДАННЫХ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ОТКАЗОВ СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....28
- Таймуратова Л.У., Биғожа О.Д., Сейтмуратов А.Ж., Казбекова Б.К., Аймаганбетова З.К.**
ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ПРОДОЛЬНОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ КРЕМНИЯ
НА МЕЖДОЛИННЫХ ПЕРЕХОДАХ ЭЛЕКТРОНОВ.....37

ИНФОРМАТИКА

- Байшолан Н., Турдалыулы М., Байшоланова К.С., Кубаев К.Е., Тунгушбаев М.Т.**
ПРОГРАММНОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АТАК
В СОБЫТИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....42
- Жумабекова А.Т., Усатова О.А., Мэтсон Э., Карюкин В.И., Илесова Б.Е.**
ВИДЫ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....48
- Кожугулов Е.Т., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., Максүтова А.А.**
КЛАССИФИКАТОР ИЗОБРАЖЕНИЙ МИКРОСХЕМ ПРИ ПОМОЩИ СВЕРТОЧНОЙ
НЕЙРОННОЙ СЕТИ.....59
- Мамырбаев О.Ж., Оралбекова Д.О., Алимхан К., Othman M., Жумажанов Б.**
РЕАЛИЗАЦИЯ ОНЛАЙНОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО
РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ.....66
- Сейлова Н.А., Ибраев Р.Б., Горлов Л.В., Турдалыулы М.**
КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕЛИНЕЙНОГО УЗЛА АЛГОРИТМА БЛОЧНОГО
СИММЕТРИЧНОГО ШИФРОВАНИЯ QALQAN.....73
- Ташенова Ж.М., Нурлыбаев Э.Н., Абдугулова Ж.К., Аманжолова Ш.А.**
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
ДАТА-ЦЕНТРА.....81
- Шопагулов О.А., Корячко В.П.**
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ В БАЗАХ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ.....92

МАТЕМАТИКА

- Егенова А., Куракбаева С., Калбаева А., Изтаев Ж.**
НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПИСАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
С ПОМОЩЬЮ АНАЛОГИЧНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ВОЛН.....103

Ибраев А.Т. ПОСТРОЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА ДВИЖЕНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОННЫХ ЗЕРКАЛ И КАТОДНЫХ ЛИНЗ.....	114
Махажанова У.Т., Исмаилова А.А., Жумаханова А.С. ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ НЕЧЕТКИХ ЛОГИЧЕСКИХ ПРАВИЛ В ПРОЦЕССАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	121
Сартабанов Ж.А., Айтенова Г.М., Торемуратова Г.С. ВЗАИМНАЯ ПРИВОДИМОСТЬ ЛИНЕЙНЫХ МНОГОПЕРИОДИЧЕСКИХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ С ОПЕРАТОРАМИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ.....	128
Тусупов Д.А., Муханова А.А. ПРИЛОЖЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ ПРАВИЛ В ПРОЦЕССАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	136

CONTENTS

PHYSICS

Zhumabayev B.T., Vassiliyev I.V., Petrovskiy V.G., Issabayev K.Zh. A NEW LANDFILL FOR RADIOPHYSICAL RESEARCH IN KAZAKHSTAN.....	6
Meirbekov M.N., Ismailov M.B. DESIGN AND MANUFACTURE OF A LABORATORY INSTALLATION FOR FORMING CARBON FIBER RODS BY WINDING.....	15
Myrzatay A.A., Rzayeva L.G., Uskenbayeva G.A., Shukirova A.K., Abitova G. THE EFFECT OF THE AMOUNT OF DATA ARRAY ON THE RESULTS OF FORECASTING NETWORK EQUIPMENT FAILURES.....	28
Taimuratova L.U., Bigozha O.D., Seitmuratov A.Zh., Kazbekova B.K., Aimaganbetova Z.K. NEGATIVE LONGITUDINAL MAGNETORESISTANCE SILICON ON INTERLINE ELECTRON TRANSITIONS.....	37

COMPUTER SCIENCE

Baisholan N., Turdalyuly M., Baisholanova K.S., Kubayev K.E., Tungyshbayev M.T. SOFTWARE AND MATHEMATICAL SUPPORT FOR ATTACK PREDICTION IN INFORMATION SECURITY EVENTS.....	42
Zhumabekova A., Ussatova O., Matson E., Karyukin V., Ilessova B. THE TYPES OF THREATS TO THE INFORMATION RESOURCES AND THE METHODS OF THEIR DETECTION WITH THE USE OF MACHINE LEARNING METHODS.....	48
Kozhagulov Y.T., Zhexebay D.M., Sarmanbetov S.A., Maksutova A.A. CLASSIFIER OF MICROCIRCUIT IMAGES USING A CONVENTIONAL NEURAL NETWORK.....	59
Mamyrbayev O.Zh., Oralbekova D.O., Alimhan K., Othman M., Zhumazhanov B. REALIZATION OF ONLINE SYSTEMS FOR AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION.....	66
Seilova N.A., Ibrayev R.B., Gorlov L.V., Turdalyuly M. CRYPTOGRAPHIC PROPERTIES OF A NONLINEAR NODE OF A BLOCK SYMMETRIC ENCRYPTION ALGORITHM QALQAN.....	73
Tashenova Zh., Nurlybaeva E., Abdugulova Zh., Amanzholova Sh. ASSESSMENT OF THE SECURITY STATUS OF THE COMPANY'S DATA CENTER NETWORK INFRASTRUCTURE.....	81
Shopagulov O.A., Koryachko V.P. CONCEPTUAL MODELS IN THE KNOWLEDGE BASES OF EXPERT SYSTEMS.....	92

MATHEMATICS

Yegenova A., Kurakbayeva S., Kalbayeva A., Iztaev Zh. SOME PROBLEMS IN DESCRIBING VARIOUS PHYSICAL PROCESSES WITH SIMILAR NONLINEAR WAVE PROPAGATION MODELS.....	103
---	-----

Ibrayev A.T. CONSTRUCTION AND APPLICATION OF A DYNAMIC MOTION COUNTING SYSTEM FOR RESEARCHING THE PROPERTIES OF ELECTRON MIRRORS AND CATHODE LENSES.....	114
Makhazhanova U.T., Ismailova A.A., Zhumakhanova A.S. EXAMPLE OF APPLICATION OF FUZZY LOGICAL RULES IN DECISION-MAKING PROCESSES.....	121
Sartabanov Zh.A., Aitenova G.M., Toremuratova G.S. MUTUAL REDUCTION OF LINEAR MULTIPERIODIC SYSTEMS OF EQUATIONS WITH DIFFERENTIATION OPERATORS.....	128
Tussupov D.A., Mukhanova A.A. APPLICATION OF LOGICAL RULES IN DECISION-MAKING PROCESSES.....	136

**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 10.12.2021.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
9,5 п.л. Тираж 300. Заказ 6.