

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

NEWS

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), 89 – 95

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1726.70>

UDC 004.932

IRSTI 47.37.35

Daiyrbayeva E.^{1,2,3*}, Yerimbetova A.^{1,2}, Toigozhinova A.²¹Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK;²Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan;³International Educational Corporation, Almaty, Kazakhstan.

Email: nurbekkyzy_e@mail.ru

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF IMAGE RECOVERY BASED
ON THE STRIP METHOD USING VARIOUS MATRICES**

Abstract: digital image processing and recognition is one of the most intensively developed areas of research. Computer image processing involves processing digital images using computers or specialized devices built on digital signal processors. This article discusses the various orthogonal matrices used in the strip transformation, and compares them based on the metric and visual comparison of the reconstructed images with different frequency characteristics obtained using them. The advantage of the strip method is that due to the linear combination of all fragments of the source signal or image, each fragment of the transmitted signal contains information about all other fragments. This allows you to restore the entire signal or image with the least distortion, while losing a certain number of fragments. The Matlab application is used to perform calculations and mathematical operations. The functionality of the application made it possible to produce orthogonal transformation with a digital image, and calculate relevant metrics, such as average module L1 deviation, standard deviation L2 module, module maximum deflection and PSNR. In this work, the following matrices were used: Hadamard 2^n , Hadamard $p + 1$, Slant, Discrete Cosine Transform, Haar, Conference, S-Matrix. The described strip method based on a two-way matrix transformation of a two-dimensional image can be useful for cryptography, steganography, and other applications.

Key words: strip method, noise, steganography, Hadamard, Haar, imag

Introduction. Computer image processing involves processing digital images using computers or specialized devices built on digital signal processors. At the same time, image processing is understood not only to improve the visual perception of images, but also to classify objects performed during image analysis [1]

An important task in the transmission of signals over communication channels is to reduce the level of interference and distortion introduced in the various links of the channel, or, in other words, to increase the accuracy (or reduce the error) of the signal transmission over the channel.

Methods. Recently, one of the most popular areas in the field of information transmission and storage is cryptography and one of its sections is steganography. Steganography is the transmission of a secret message in a "simple" shell (container). So, for example, you can pass a secret text hidden in another text that is open to everyone. This direction in the transmission of computer information is becoming increasingly developed and widespread.

The strip method is one of the methods of noise-resistant transmission of a signal or image [2]. The essence of the method is to cut the initial signal into fragments of the same size, further linear combination and reverse gluing. The received signal or image is transmitted over the channel where it is exposed to interference. At the receiving end, the reverse conversion of the signal (image) is performed, as a result, the original signal is restored.

By performing various linear combinations, you can get a uniform distribution of interference throughout the signal, which will significantly reduce the noise amplitude. This will improve the quality of the recovered signal [3].

Experiments and results. The first stage of the strip transformation of a two-dimensional signal (image) consists in splitting it into N fragments of the same size [2].

Denote the number of horizontal and vertical strips, which are conventionally cut image by m and n; then $N = mn$.

Next, the fragments are linearly combined according to the following scheme. The original image, divided into fragments, is considered as a block matrix of size m by n, which is multiplied by the orthogonal matrix B on the left and by the orthogonal matrix A on the right (two-sided transformation) (1.1).

$$Z = BXA \quad (1.1)$$

In this case, there is a multiplication of the numerical matrices A, B by the block matrix X, the elements of which are image areas. In this case, the following rules are used:

1. Adding blocks (fragments). The addition of individual blocks (fragments) of image matrices is performed by summing the corresponding elements of the blocks. This operation is similar to adding two matrices of the same size.

2. Multiplication of a fragment by a number. The operation is performed by multiplying each pixel of the fragment by a number. This changes the brightness of the fragment as a whole. The operation is similar to multiplying a matrix by a number.

3. Multiplication of a block matrix by a numeric matrix. This multiplication is performed similarly to the usual multiplication of numerical matrices according to the "row by column" rule, taking into account the use of the first two operations.

This method mixes image fragments horizontally and vertically. Thus, each piece of the image contains information about all the other pieces. The communication channel transmits the Z image obtained as a result of a two-sided strip transformation of the original image. Pulse noise Δ is added to it in the channel. As a result, we get $\tilde{Z} = Z + \Delta$ at the channel output. At the receiving end, the image undergoes an inverse bidirectional transformation to obtain the original image. This transformation is described by the following formula (1.2):

$$\tilde{X} = B^{-1}\tilde{Z}A^{-1} = B^{-1}(Z + \Delta)A^{-1} = B^{-1}ZA^{-1} + B^{-1}\Delta A^{-1} = X + B^{-1}\Delta A^{-1} \quad (1.2)$$

Thus, the recipient will see the original image with added noise in the channel to it, to which the inverse bidirectional transformation is applied.

When using this method, it is convenient to take the matrix A and B equal, since this will simplify the calculations, and will also save memory in hardware implementation. Moreover, matrix A is an orthonormal matrix. Then equation (1.1) takes the following form (1.3):

$$Z = AXA \quad (1.3)$$

Equation (1.2) will be simplified to (1.4):

$$\tilde{Z} = Z + A^T \Delta A^T \quad (1.4)$$

It is worth noting that the above method is applicable in the case of black and white images, each component of which can be represented as a single matrix with integer components. It is this matrix that undergoes fragmentation during the strip transformation. One of the standard ways to represent color images is using a three-layer RGB matrix. Each pixel in the image is encoded with the luminance value of red (R), green (G), and blue (B) colors. Then, in the cases, each of these matrices is strip-transformed separately [2,4].

Choice of transformation matrix. Strip transform matrices are selected in order to achieve the most uniform distribution of interference in the signal or image as a result of decoding at the receiving end of the communication channel. This will allow the most accurate recovery of information about distorted or lost fragments.

In this work, the following matrices were used [2-6]:

- Hadamard 2^n
- Hadamard $p + 1$
- Slant

- Discrete Cosine Transform
- Haar
- Conference
- S-Matrix

Results. Matlab application was used to carry out calculations and mathematical operations. The functionality of this application made it possible to perform orthogonal transformation with a digital image, as well as calculate the necessary metrics.

For comparison, the following orthogonal transformations were selected: Hadamard, Haar, Slant, Discrete Cosine Transform. To compare the effect of noise on the final result, the following indicators were selected:

- the average of the deviation module L1:

$$L1 = \sum_{i,j=1}^n \frac{|x_{ij} - y_{ij}|}{n^2}$$

- root-mean-square deviation module L2:

$$L2 = \sqrt{\sum_{i,j=1}^n \frac{|x_{ij} - y_{ij}|^2}{n^2}}$$

- maximum deviation module MAX =

$$\max_{1 \leq i, j \leq n} |x_{ij} - y_{ij}|$$

- signal to noise ratio PSNR:

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2 n^2}{\sum_{i,j=1}^n (x_{ij} - y_{ij})^2}$$

For the experiment, monochrome images (1024x1024) with light and dark areas of different frequency characteristics were selected (Fig. 1, 2). Interference to the image was set as a black area of various sizes in the center of the image. It was “cut” into fragments, after which it was subjected to a two-sided transformation using the matrices described above.



Figure 1. High Frequency Image

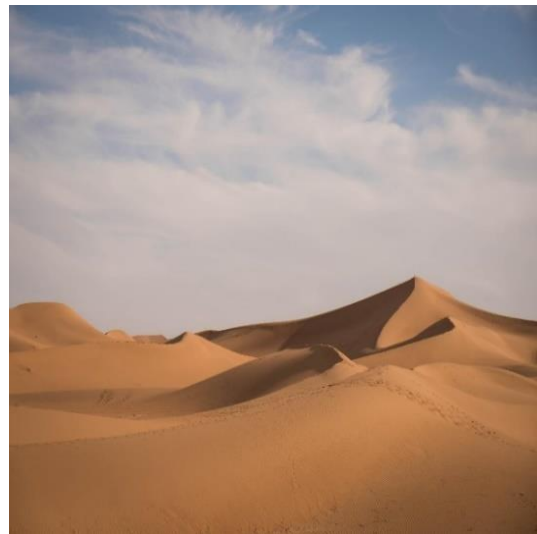


Figure 2. Low frequency image

Table 1 - Dependence of the image reconstruction error with a high frequency response

Matrix	Noise percentage	L1	L2	MAX	PSNR
Hadamard	2.77%	8.11	10.18	48.81	27.98
	13.85%	17.93	22.64	97.84	21.03
	27.71%	25.51	32.27	143.59	17.96
	41.53%	31.85	40.11	181.21	16.07
	84.03%	49.21	62.69	253.00	12.19
Haar	2.77%	3.12	9.57	101.50	28.51
	13.85%	13.68	23.12	167.68	20.85
	27.71%	20.70	33.38	170.75	17.66
	41.53%	29.24	40.71	180.38	15.94
	84.03%	53.99	71.52	254.00	11.04
Slant	2.77%	3.56	8.96	145.68	29.08
	13.85%	12.67	22.14	177.33	21.23
	27.71%	21.03	33.66	197.90	17.59
	41.53%	30.21	41.35	194.97	15.80
	84.03%	52.56	69.77	253.00	11.26
Discrete Cosine Transform (DCT)	2.77%	7.32	9.55	58.94	28.54
	13.85%	16.42	21.05	114.89	21.67
	27.71%	24.08	30.77	157.72	18.37
	41.53%	30.55	38.97	181.92	16.32
	84.03%	49.27	63.68	252.00	12.05
Conference	2.77%	24.05	30.26	148.25	18.52
	13.85%	27.29	34.32	159.87	17.42
	27.71%	31.01	39.13	172.08	16.28
	41.53%	34.72	43.88	198.16	15.29
	84.03%	50.00	64.70	252.00	11.91
S-Matrix	2.77%	50.471	80.158	255	10.052
	13.85%	63.494	91.636	255	8.889
	27.71%	43.326	65.068	255	11.863
	41.53%	74.728	100.421	255	8.094
	84.03%	66.045	86.54	254	9.386
Hadamard p+1	2.77%	7.71	9.70	52.44	28.40
	13.85%	17.80	22.32	124.62	21.16
	27.71%	25.23	31.72	154.01	18.10
	41.53%	31.14	39.25	174.28	16.26
	84.03%	46.47	58.42	250.00	12.80

Table 2 - Dependence of the image restoration error with a low frequency response

Matrix	Noise percentage	L1	L2	MAX	PSNR
Hadamard	2.77%	4.11	5.05	13.41	34.07
	13.85%	5.31	6.94	26.80	31.30
	27.71%	6.89	9.68	49.33	28.41
	41.53%	9.00	12.50	68.77	26.19
	84.03%	31.41	56.92	204.00	13.03
Haar	2.77%	0.86	2.59	28.75	39.86
	13.85%	4.47	9.68	62.25	28.42
	27.71%	6.85	13.08	64.00	25.80
	41.53%	10.08	16.69	75.00	23.68
	84.03%	55.69	81.16	204.00	9.94
Slant	2.77%	0.64	1.67	42.30	43.66
	13.85%	4.95	9.66	80.57	28.43
	27.71%	6.37	11.52	89.67	26.90
	41.53%	9.94	15.74	97.44	24.19
	84.03%	53.30	77.22	204.00	10.38
Discrete Cosine Transform (DCT)	2.77%	1.20	1.83	16.71	42.86
	13.85%	2.85	4.47	43.03	35.12
	27.71%	4.65	7.35	80.32	30.81
	41.53%	7.05	10.93	89.69	27.36
	84.03%	42.22	65.57	204.00	11.80
Conference	2.77%	7.17	9.28	46.20	28.78
	13.85%	11.52	15.19	76.81	24.50
	27.71%	11.85	16.99	137.36	23.53
	41.53%	12.57	17.97	138.00	23.04
	84.03%	37.96	61.26	203.00	12.39
S-Matrix	2.77%	62.60	86.43	206.00	9.40
	13.85%	69.04	94.43	215.00	8.63
	27.71%	35.33	60.77	214.00	12.46
	41.53%	69.36	94.61	214.00	8.61
	84.03%	68.91	94.76	207.00	8.60
Hadamard p+1	2.77%	2.10	2.71	10.78	39.48
	13.85%	4.38	5.79	27.75	32.87
	27.71%	6.23	8.48	56.36	29.56
	41.53%	7.48	10.76	72.80	27.50
	84.03%	17.49	33.67	203.00	17.59

In the image (Table 1) with a high frequency response, the Haar and Slant matrices performed well in the mean deviation, the Discrete Cosine Transform (DCT) in the root mean square, the Hadamard matrix in the maximum, and the Discrete Cosine Transform (DCT) in PSNR.

In the image (Table 2) with a low frequency response by the mean value - Discrete Cosine Transform (DCT), Hadamard, by RMS - Discrete Cosine Transform (DCT), Hadamard, to the maximum - Hadamard matrix, by PSNR - Discrete Cosine Transform (DCT) and two modifications of Hadamard.

When visually comparing the images, it is clearly seen that with any percentage of information loss - Discrete Cosine Transform (DCT) and Hadamard matrix, it is best to save the image, which allows it to be closer to the original using third-party software and other algorithms. Using a Slant matrix or a Haar matrix allows you to keep some parts of the image exactly as in the original image (which may be due to the fact that there was no interference on them), but significantly spoils the image. At the same time, other parts of the image are seriously distorted or cannot be restored.

Conclusion. In the course of the work, new experiments were carried out with several types of strip transformation matrices. Those of them have been identified that are most successful in minimizing the negative impact of the interference, evenly distributing it over the entire image, thereby making it possible to restore the lost areas. The dependence of the degree of reconstruction on the size of the interference was revealed for various matrices and images with different frequency characteristics.

«This research has is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP08857179)».

Дайырбаева Э.Н.^{1,2,3*}, Ерімбетова А.С.^{1,2}, Тойгожинова А.Ж.²

¹«Ақпараттық және есептеуіш технологиялар институты» ҒК БҒМ ҚР, Алматы, Қазақстан;

²Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан;

³Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, Қазақстан.

Email: nurbekkyzy_e@mail.ru

ӘРТҮРЛІ МАТРИЦАЛАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, СТРИП ӘДІСІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН КЕСКІНДІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ НӘТИЖЕЛЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

Аннотация: кескіндерді сандық өңдеу және тану – қарқынды дамып келе жатқан зерттеу бағыттарының бірі. Компьютерлік кескіндерді өңдеу сандық кескіндерді компьютерлермен немесе сандық сигнал процессорларына салынған мамандандырылған құрылғылармен өңдеуді қамтиды. Бұл мақалада стрип-түрлендіруде қолданылатын әртүрлі ортогональды матрицалар қарастырылады және оларды пайдалану арқылы алынған әртүрлі жиілік сипаттамалары бар қалпына келтірілген бейнелерді метрикалық және визуалды салыстыру негізінде салыстыру жүргізілді. Стрип әдісінің артықшылығы – бастапқы сигналдың немесе бейненің барлық фрагменттерін сызықтық түрде біріктіру арқылы берілетін сигналдың әр фрагменті барлық басқа фрагменттер туралы ақпаратты қамтиды. Бұл белгілі бір фрагменттер жоғалған кезде барлық сигналды немесе кескінді ең аз бұрмаланумен қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Есептеулер мен математикалық операцияларды жүргізу үшін Matlab қосымшасы қолданылды. Бұл қосымшаның функционалдылығы сандық кескінмен ортогональды түрлендіруге, сонымен қатар сәйкес өлшемдерді есептеуге мүмкіндік берді, яғни: орташа ауытқу модулі L1, орташа квадраттық ауытқу модулі L2, максималды ауытқу модулі және PSNR. Бұл жұмыста келесі матрицалар қолданылды: Hadamard 2ⁿ, Hadamard p+1, Slant, Discrete Cosine Transform, Shear, Conference, S-Matrix. Екі өлшемді кескінді екі жақты матрицалық түрлендіруге негізделген сипатталған стрип әдісі криптография, стеганография және басқа да қосымшалар үшін пайдалы болуы мүмкін.

Түйін сөздер: стрип-әдіс, шу, стеганография, Hadamard, Haar, бейне.

Дайырбаева Э.Н.^{1,2,3*}, Ерімбетова А.С.^{1,2}, Тойгожинова А.Ж.²

¹«Институт информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК, Алматы, Казахстан;

²Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан;

³Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан.

Email: nurbekkyzy_e@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СТРИП-МЕТОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ МАТРИЦ

Аннотация: цифровая обработка и распознавание изображений - одно из наиболее интенсивно развивающихся направлений исследований. Компьютерная обработка изображений включает в себя обработку цифровых изображений с помощью компьютеров или специализированных устройств, построенных на цифровых сигнальных процессорах. В данной статье рассматриваются различные ортогональные матрицы, используемые в стрип - преобразовании, и проведено их сравнение на основе метрического и визуального сравнения восстановленных изображений с различной частотной характеристикой, полученных с их использованием. Преимущество стрип-метода заключается в том, что благодаря линейному комбинированию всех фрагментов исходного сигнала или изображения каждый фрагмент передаваемого сигнала содержит информацию обо всех остальных фрагментах.

Это позволяет восстановить весь сигнал или изображение с наименьшими искажениями при потере некоторого числа фрагментов. Для проведения вычислений и математических операций используется приложение Matlab. Функционал данного приложения позволил произвести ортогональные преобразования с цифровым изображением, а также вычислить соответствующие метрики, такие как: средний модуль отклонения L1, среднеквадратичный модуль отклонения L2, максимум модуля отклонения и PSNR. В данной работе были использованы следующие матрицы: Hadamard 2^n , Hadamard $p+1$, Slant, Discrete Cosine Transform, Haar, Conference, S-Matrix. Описанный стрип-метод на основе двустороннего матричного преобразования двумерного изображения может быть полезен для целей криптографии, стеганографии и других применений.

Ключевые слова: стрип-метод, шум, стеганография, Hadamard, Haar, изображение.

Information about the authors:

Elmira Daiyrbayeva – 2-year doctoral student of the specialty 8D06254-Radio engineering, electronics and telecommunications, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan; research fellow, Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK; assist. prof., International Educational Corporation, Almaty, Kazakhstan, nurbekkyzy_e@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4255-5456>;

Yerimbetova Aigerim – Doctor PhD, Associate Professor, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan; Senior Researcher, Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK; aigerian@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2013-1513>;

Toigozhinova Aynur – Doctor PhD, assist. prof., Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan; aynur_t@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0305-2776>.

REFERENCES

1. Fisenko V.T., Fisenko T.Yu. (2008). Computer processing and image recognition: textbook. stipend. - St. Petersburg: St. Petersburg State University ITMO, p. 192. [in Russ.].
2. Mironovsky L.A., Slaev V.A. (2006). Strip-method of image and signal transformation.-St-Petersburg: Politekhnik, p.163. [in Russ.].
3. Mironovsky L., Slaev V. (2015). Implementation of Hadamard matrices for image processing. Intelligent Systems Reference Library 73, p. 311-349.
4. Hadamard J. (1893). Resolution d'une question relative aux determinants. Bull. des Sciences Mathematiques, Vol.17, p.240-246.
5. Ouyang W., Zhang R., Cham W.K. (2010). Fast pattern matching using orthogonal Haar transform. Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition 5540058, p.3050-3057.
6. Daiyrbayeva E.N. (2020). Image restoration based on the strip method // ISSC-2020. Mater. 58th International scientific student conference / NSU.- Novosibirsk, p. 77. [in Russ.].

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 СҰЙЫҚТЫҚ 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 ҰҚТИМАЛДЫҚ 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.