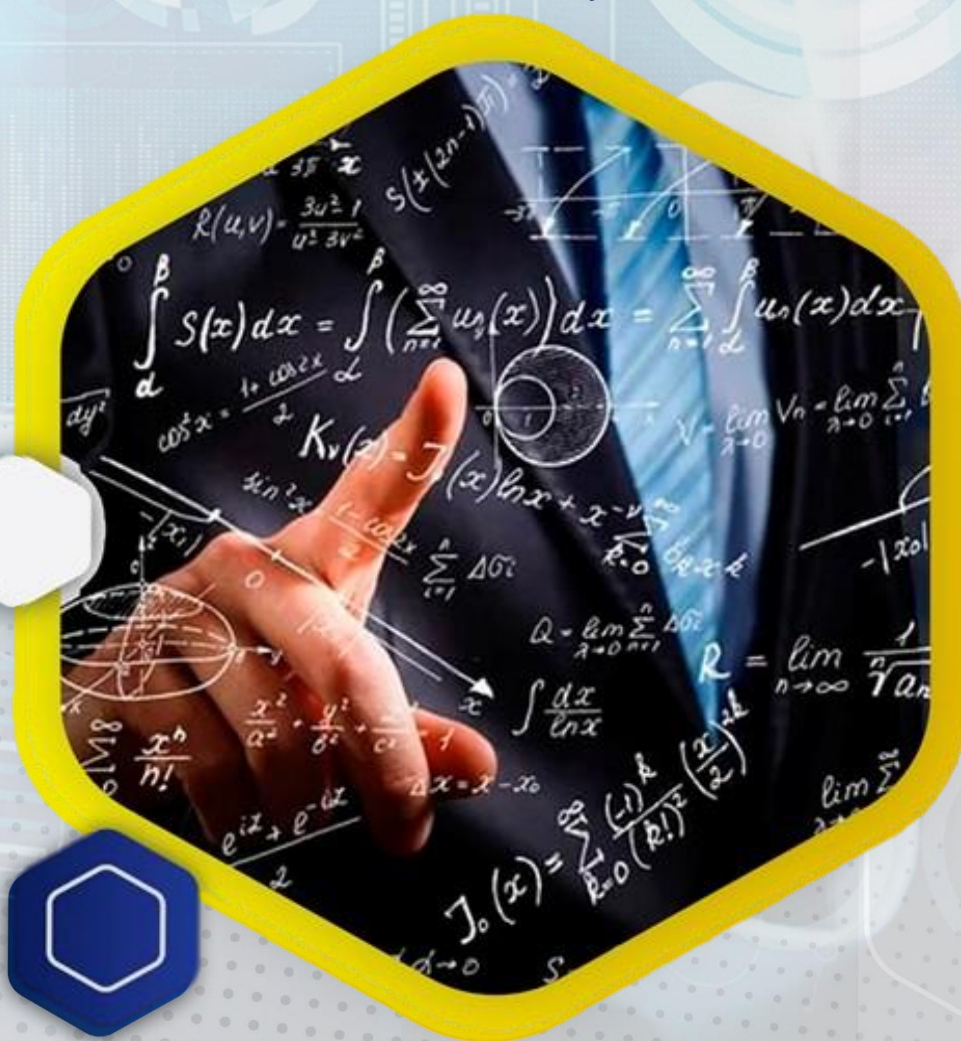


**BUXORO
DAVLAT
UNIVERSITETI**

XALQARO ILMIY-NAZARIY ANJUMAN MATERILLARI



BUXORO-2025



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI**



CURRENT PROBLEMS OF PHYSICS, MATHEMATICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND THEORETICAL
CONFERENCE**

(May 16-17, 2025)

Bukhara-2025

UDC: 530+51+004.8

LBC: 22.1 + 22.16 + 32.81

A92

ISBN: 978-6206-800-31-9

ORGANIZING COMMITTEE

Chairman:	
Khamidov O.Kh	Professor, rector of Bukhara State University
Vice-chairman:	
Samiyev K.A.	Professor, vice-rector of Bukhara State University
Jurayev H.O.	Professor, dean of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies, Bukhara State University
Members of the organizing committee	
Sharipov M.Z.	Professor, head of the Department of Bukhara State University
Jalolov O.I.	Docent, head of the Department of Bukhara State University
Shafiyev T.R.	Docent, head of the Department of Bukhara State University
Dilmurodov E.B.	Docent, head of the Department of Bukhara State University
Kodirov J.R.	Docent, head of the Department of Bukhara State University
Durdiev U.D.	Docent, head of the Department of Bukhara State University
Eshonkulov H.I.	Docent, IT Advisor to the Rector of Bukhara State University
Bakayev I.I.	Docent, Senior Specialist at the Center of Excellence for Science and Education, Bukhara State University
Nuriddinov J.Z.	Docent, deputy dean of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies
Ubaydullayev A.N.	Docent, deputy dean of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies
Rasulov X.R.	Docent, Bukhara State University
Fayziyev Sh.Sh.	Docent, Bukhara State University

PROGRAM COMMITTEE

Chairman:	
Rasulov T.H.	Professor, Head of the Center of Excellence for Science and Education, Bukhara State University
Members of the organizing committee	
Mukimov K. M.	Academician of the AS RUZ
Durdiev D.K.	Professor, head of Bukhara branch of the Institute of Mathematics named after V.I.Romanovsky
Mutti-Ur Rehman	Professor, Asia International University
Ikromov I.A.	Professor, head of Samarkand branch of the Institute of Mathematics named after V.I.Romanovsky
Shadimetov X.M.	Professor, Tashkent institute of railway transport engineers
Ravshanov N.	Professor, Digital Technologies and Artificial Intelligence Development Research Institute
Hayotov A.R.	Professor, V.I. Romanovsky Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of Uzbekistan
Muminov B.B.	Professor, Tashkent State University of Economics
Muminov Z.E.	Professor, Tashkent State University of Economics
Muminov M.E.	Professor, Samarkand State University
Jurayev D.R.	Professor, Bukhara State University
Kaxxorov S.K.	Professor, Bukhara State University
Jiemuratov R.E.	Professor, dean of the Faculty Physics-Mathematics, Nukus State Pedagogical Institute
Prenov B.B.	Docent, head of the Department Nukus State Pedagogical Institute
Otepbergenov J.S.	Docent, head of the Department Nukus State Pedagogical Institute
Seitnazarov K.K.	Docent, head of the Department Nukus branch of Tashkent university of Information Technologies
Tursunov I.G.	Professor, dean of the Faculty Physics and Chemistry, Chirchik State Pedagogical University

Secretariat:*Atamuradov J.J., Khudayarov S.S., Xazratov F.X.*© *Bukhara state university*

Section 1: Mathematical analysis and its applications

ОЦЕНКИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ ФРЕДГОЛЬМА, АССОЦИИРОВАННЫЙ С
ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ФРИДРИХСА НА НЕЦЕЛОЧИСЛЕННОМ РЕШЕТКЕ

Неъматова Ш.Б.

Докторант Бухарского государственного университета

Аннотация. В настоящей работе рассматривается обобщенная модель Фридрихса $A_h(k)$, $h > 0$ на нецелочисленной решетке, где $k \in (-\pi/h; \pi/h]^3$. При всех $h > 0$ получены оценки для соответствующего определителя Фредгольма в случае когда $A_h(\mathbf{0})$ имеет нулевое собственное значение или число $z = 0$ является регулярной точкой оператора $A_h(\mathbf{0})$. Здесь $\mathbf{0} := (0,0,0)$.

Ключевые слова: обобщенная модель Фридрихса, определитель Фредгольма, собственное значение, регулярная точка.

Annotatsiya. Ushbu ishda butun bo'lgan sonli panjarada umumlashgan Fridrixs modeli $A_h(k)$, $h > 0$ qaralgan, bu yerda $k \in (-\pi/h; \pi/h]^3$. Barcha $h > 0$ uchun $A_h(\mathbf{0})$ operator nolga teng hos qiymatga ega yoki $z = 0$ soni $A_h(\mathbf{0})$ operatorning regular nuqtasi bo'lgan hollarda mos Fredgolm determinanti uchun baholashlar olingan. Bu yerda $\mathbf{0} := (0,0,0)$.

Kalit so'zlar: umumlashgan Fridrixs modeli, Fredgolm determinanti, hos qiymat, regular nuqta.

Annotation. In this work we consider a generalized Friedrichs model $A_h(k)$, $h > 0$ on a non-integer lattice, where $k \in (-\pi/h; \pi/h]^3$. For all $h > 0$, the estimates for the corresponding Fredholm determinant are obtained in the case where the operator $A_h(\mathbf{0})$ has a zero eigenvalue or the number $z = 0$ is the regular point of the operator $A_h(\mathbf{0})$. Here $\mathbf{0} := (0,0,0)$.

Key words: generalized Friedrichs model, Fredholm determinant, eigenvalue, regular point.

Пусть $\mathbb{C}, \mathbb{R}$ и $\mathbb{Z}$ есть множество всех комплексных, вещественных и целых чисел, соответственно. Для каждого фиксированного $h > 0$ через $\mathbb{T}_h^3$ обозначим куб $(-\pi/h; \pi/h]^3$ с соответствующим отождествлением противоположных граней. Пусть $L_2(\mathbb{T}_h^3)$ гильбертово пространство квадратично-интегрируемых (комплекснозначных) функций, определенных на $\mathbb{T}_h^3$. Обозначим через $\mathcal{H}$ прямую сумму пространств $\mathcal{H}_0 := \mathbb{C}$, $\mathcal{H}_1 := L_2(\mathbb{T}_h^3)$, т.е. $\mathcal{H} := \mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1$. Пространства $\mathcal{H}_0$ и $\mathcal{H}_1$ называются нульчастичной и одночастичной подпространства фоковского пространства $\mathcal{F}(L_2(\mathbb{T}_h^3))$ по $L_2(\mathbb{T}_h^3)$, соответственно.

При каждом фиксированном $h > 0$ введем семейства обобщенных моделей Фридрихса $A_h(k)$, $k \in \mathbb{T}_h^3$, действующую в $\mathcal{H}$ по правилу

$$A_h(k) := \begin{pmatrix} A_{00}(h; k) & A_{01}(h) \\ A_{01}^*(h) & A_{11}(h; k) \end{pmatrix},$$

где операторы $A_{ii}(h; k): \mathcal{H}_i \rightarrow \mathcal{H}_i$, $i = 0, 1$ и $A_{01}(h): \mathcal{H}_1 \rightarrow \mathcal{H}_0$ определяются по правилам

$$A_{00}(h; k)f_0 = (l_2\varepsilon_h(k) + 1)f_0, \quad A_{01}(h)f_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \int_{\mathbb{T}_h^3} v_h(t)f_1(t)dt,$$

$$(A_{11}(h; k)f_1)(p) = E_h(k; p)f_1(p), \quad E_h(k; p) := l_1\varepsilon_h(p) + l_2\varepsilon_h(k - p).$$

Здесь l_1, l_2 — вещественные положительные числа, при каждом фиксированном $h > 0$ функция $v_h(\cdot)$ вещественнозначная ограниченная функция на $\mathbb{T}_h^3$, а функция $\varepsilon_h(\cdot)$ имеет вид:

$$\varepsilon_h(k) := \frac{1}{h^2} \sum_{i=1}^3 (1 - \cos(hk_i)), \quad k = (k_1, k_2, k_3) \in \mathbb{T}_h^3.$$

Очевидно, что оператор $A_h(k)$ ограничен и самосопряжен в $\mathcal{H}$.

Обозначим через $\sigma(\cdot)$, $\sigma_{\text{ess}}(\cdot)$ и $\sigma_{\text{disc}}(\cdot)$, соответственно, спектр, существенный спектр и дискретный спектр ограниченного самосопряженного оператора.

Из известной теоремы Г.Вейля о сохранении существенного спектра при возмущениях конечного ранга следует, что существенный спектр оператора $A_h(k)$ будет равна

$$\sigma_{\text{ess}}(A_h(k)) = [m_h(k); M_h(k)],$$

где числа $m_h(k)$ и $M_h(k)$ определяются следующим образом:

$$m_h(k) := \min_{p \in \mathbb{T}_h^3} E_h(k; p), \quad M_h(k) := \max_{p \in \mathbb{T}_h^3} E_h(k; p).$$

При каждом фиксированном $h > 0$ и $k \in \mathbb{T}_h^3$ определим регулярную в области $\mathbb{C} \setminus \sigma_{\text{ess}}(A_h(k))$ функцию (детерминант Фредгольма, ассоциированный с оператором $A_h(k)$)

$$\Delta_h(k; z) := l_2 \varepsilon_h(k) + 1 - z - \frac{1}{2} \int_{\mathbb{T}_h^3} \frac{v_h^2(t) dt}{E_h(k; t) - z}.$$

Лемма. При каждом фиксированном $h > 0$ и $k \in \mathbb{T}_h^3$ число $z \in \mathbb{C} \setminus \sigma_{\text{ess}}(A_h(k))$ является собственным значением оператора $A_h(k)$ тогда и только тогда, когда $\Delta_h(k; z_h(k)) = 0$.

Для $\delta > 0$ положим

$$U_\delta(\mathbf{0}) := \{q \in \mathbb{T}_h^3 : |q| < \delta\}, \text{ где } \mathbf{0} := (0, 0, 0) \in \mathbb{T}_h^3.$$

Теорема. Пусть $h > 0$.

А) Если оператор $A_h(\mathbf{0})$ имеет нулевое собственное значение, то существует $C_1(h), C_2(h), C_3(h) > 0$ и $\delta(h) > 0$ такие, что выполняются следующие неравенства:

$$A_1) C_1(h)k^2 \leq \Delta_h(k; -l_1 \varepsilon(k)) \leq C_2(h)k^2, p \in U_{\delta(h)}(\mathbf{0});$$

$$A_2) \Delta_h(k; -l_1 \varepsilon(k)) \geq C_3(h), k \notin U_{\delta(h)}(\mathbf{0}).$$

В) Если оператор $A_h(\mathbf{0}) \geq 0$ и число $z = 0$ является регулярной точкой оператора $A_h(\mathbf{0})$. Тогда существует число $C_1(h) > 0$ такое, что выполняется неравенство

$$\Delta_h(-p; z - l_1 \varepsilon_h(k)) \geq C_1(h)$$

для всех $k \in \mathbb{T}_h^3$ и $z \leq 0$.

Аналогичный результат получен в работе [1] для случая $h = 1$.

Литература

1. Т.Х.Расулов. О числе собственных значений одного матричного оператора. Сибирский математический журнал. 2011, Том 52, №2, стр. 400-415.

CRYSTALLINE HEXAGONAL CURVATURE FLOW OF NETWORKS: HOMOTHETICALLY SHRINKING SOLUTIONS WITH ONE BOUNDED COMPONENT

Firdavsjon M. Almuratov

Doctor of Philosophy in Physical and Mathematical Sciences (PhD)

Head of the Department of Applied Mathematics, Jizzakh branch of the National University of Uzbekistan

Mardon A. Pardabaev

Doctor of Philosophy in Physical and Mathematical Sciences (PhD)

Associate Professor of the Department of Mathematics, Uzbek-Finnish Pedagogical Institute

Abstract: We study the crystalline curvature flow of planar networks with a single hexagonal anisotropy. After proving the local existence of a classical solution for a rather large class of initial conditions, we classify the homothetically shrinking solutions having one bounded component.

Keywords: anisotropy, network, partition, crystalline, curvature, crystalline.

Crystalline evolution, more generally, geometric interface motions in which surface tension acts as a main driving force, model many processes in material sciences such as phase transformation, grain growth, crystal growth, ion beam and chemical etching etc., and therefore, became the topic of many papers[1,2,3,4]. In simplified models, the motion of these curves is described by a geometric equation relating, for instance, the normal velocity of the interface to its curvature. When the interface is represented by a single closed curve, i.e., the two-phase case, such an evolution is usually called anisotropic curve shortening flow.

In our crystalline setting, we can provide explicit examples leading to those phenomena, including higher multiplicity segments, and it is worth mentioning that if after vanishing of some

segments, the resulting network remains simple (not necessarily parallel to the initial one and possibly with multiple junctions), then the flow restarts until a subsequent singularity is reached.

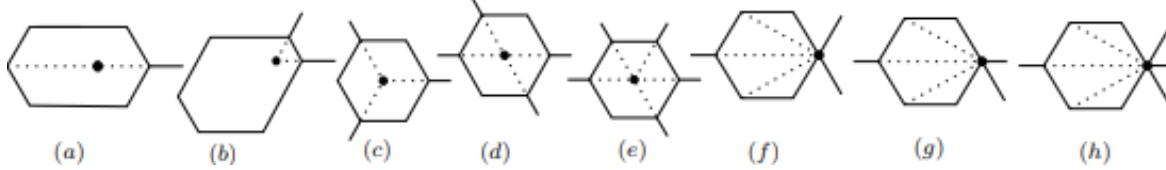


Fig 1. All possible self-shrinker with one bounded phase.

Theorem. Up to a rotation and mirror reflection, there are only eight different simple self-shrinkers possibly with multiple junctions (see Figure 1. (a)-(h)).

Definition (Self-shrinker). A family $\{S(t)\}_{t \in [0, T)}$ of admissible polygonal networks evolving by φ -curvature is called a **homothetically shrinking solution** starting from S^0 , if there exists a strictly decreasing function $r(t): [0, T) \rightarrow [0, 1]$ such that

$$\lim_{t \rightarrow T^-} r(t) = 0 \quad \text{and} \quad S(t) = r(t)S^0 \quad \text{for all } t \in [0, T).$$

For shortness, we call S^0 a **self-shrinker**.

References

- [1] F. Almgren, J. Taylor, L. Wang: Curvature-driven flows: a variational approach. SIAM J. Control Optim. 31 (1993), 387–438.
- [2] O. Benois, T. Bodineau, P. Buttà, E. Presutti: On the validity of the van der Waals theory of surface tension. Markov Process. Related Fields 3 (1997), 175–198.
- [3] J. Cahn: Stability, microstructural evolution, grain growth, and coarsening in a two-dimensional two-phase microstructure. Acta Metall. Mater. 39 (1991), 2189–2199.
- [4] J.W. Cahn, C.A. Handwerker, J.E. Taylor: Geometric models of crystal growth. Acta Metall. Mater. 40 (1992), 1443–1474.

INFINITENESS OF THE NUMBER OF EIGENVALUES OF THE SCHRÖDINGER OPERATOR ON A LATTICE

Khalkhuzhaev Ahmad Miyassarovich,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,
Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Dean of the Faculty of
Mathematics,

Makhmudov Khabibullo Shakar ugli,

Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Postgraduate student

Annotatsiya. Ushbu ishda ikki o‘lchamli $\mathbb{Z}^2$ panjarasida silindrik potentsialli ikki fermionli sistema Gamiltoniani qaralgan. Sistema Gamiltonianiga mos $H(\mathbf{k})$ operator uchun $L_2^0(\mathbb{T}^2)$ toq funksiyalar qism fazosi $H(\mathbf{k})$ operatorga nisbatan invariant bo‘lgan $L_2^{oe}(\mathbb{T}^2)$ va $L_2^{eo}(\mathbb{T}^2)$ qism fazolarning to‘g‘ri yig‘indisi sifatida ifodalanadi. Ixtiyoriy $\beta \in [0, \pi]$ uchun (bu yerda $\mathbf{k}_\beta = (\pi - 2\beta, \pi)$), $H^{eo}(\mathbf{k}_\beta) := H(\mathbf{k}_\beta)|_{L_2^{eo}(\mathbb{T}^2)}$ operatorining muhim spektrdan quyida cheksizta xos qiymati mavjudligi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: Shryodinger operatori, panjara, fermion, kvaziimpuls, invariant qism fazolar, xos qiymat, muhim spektr.

Аннотация. В данной работе рассматривается гамильтониан системы двух фермионов на двумерной решетке $\mathbb{Z}^2$ с цилиндрическим потенциалом. Для оператора $H(\mathbf{k})$, соответствующего гамильтониану системы, подпространство нечетных функций $L_2^0(\mathbb{T}^2)$ представляется в виде прямых сумм двух инвариантных подпространств $L_2^{oe}(\mathbb{T}^2)$ и $L_2^{eo}(\mathbb{T}^2)$ относительно оператора $H(\mathbf{k})$. Для любого $\beta \in [0, \pi]$, (где $\mathbf{k}_\beta = (\pi - 2\beta, \pi)$) показано, что оператор $H^{eo}(\mathbf{k}_\beta) := H(\mathbf{k}_\beta)|_{L_2^{eo}(\mathbb{T}^2)}$ имеет бесконечное число собственных значений, лежащих ниже существенного спектра.

Ключевые слова: оператор Шрёдингера, решетка, фермион, квазиимпульс, инвариантные подпространства, собственное значение, существенный спектр.

Abstract. In this paper, we consider the Hamiltonian of a system of two fermions on a two-dimensional lattice $\mathbb{Z}^2$ with a cylindrical potential. For the operator $H(\mathbf{k})$ corresponding to the Hamiltonian of the system the subspace of odd functions $L_2^o(\mathbb{T}^2)$ is represented as direct sums of two invariant subspaces $L_2^{oe}(\mathbb{T}^2)$ and $L_2^{eo}(\mathbb{T}^2)$ with respect to the operator $H(\mathbf{k})$. For any $\beta \in [0, \pi]$ (where $\mathbf{k}_\beta = (\pi - 2\beta, \pi)$), it is shown that the operator $H^{eo}(\mathbf{k}_\beta) := H(\mathbf{k}_\beta)|_{L_2^{eo}(\mathbb{T}^2)}$ has an infinite number of eigenvalues lying below the essential spectrum.

Keywords: Schrödinger operator, lattice, fermion, quasi-momentum, invariant subspaces, eigenvalue, essential spectrum.

The operator $H(\mathbf{k})$, $\mathbf{k} \in \mathbb{T}^2$ corresponding to a system of two fermions on a two-dimensional lattice, acts in the Hilbert space of odd functions $L_2^o(\mathbb{T}^2) \subset L_2(\mathbb{T}^2)$ by the formula

$$H(\mathbf{k}) = H_0(\mathbf{k}) - V,$$

where

$$(H_0(\mathbf{k})f)(\mathbf{q}) = \varepsilon_{\mathbf{k}}(\mathbf{q})f(\mathbf{q}), \quad (Vf)(\mathbf{q}) = \frac{1}{2\pi} \int_{\mathbb{T}^2} v(\mathbf{q} - \mathbf{s})f(\mathbf{s}) d\mathbf{s},$$

$$\varepsilon_{\mathbf{k}}(\mathbf{q}) = \varepsilon\left(\frac{\mathbf{k}}{2} + \mathbf{q}\right) + \varepsilon\left(\frac{\mathbf{k}}{2} - \mathbf{q}\right); \quad \varepsilon(\mathbf{q}) = \sum_{i=1}^2 (1 - \cos q_i), \quad \mathbf{q} = (q_1, q_2) \in \mathbb{T}^2.$$

The kernel $v(\mathbf{q})$ of the integral operator V is represented as $v(\mathbf{q}) = \frac{c_0}{2\pi} v_1(q_1)v_2(q_2)$, where

$$v_1(q_1) = 1 + \frac{2}{10} \cos q_1 + \frac{2}{10^2} \cos 2q_1, \quad v_2(q_2) = 1 + 2 \sum_{m=1}^{\infty} 10^{-m} \cos mq_2.$$

Denote by $L_2^o(\mathbb{T}^2)$ and $L_2^e(\mathbb{T}^2)$ the Hilbert space of odd and even functions, respectively.

Let $L_2^{oe}(\mathbb{T}^2) = L_2^o(\mathbb{T}) \otimes L_2^e(\mathbb{T})$, $L_2^{eo}(\mathbb{T}^2) = L_2^e(\mathbb{T}) \otimes L_2^o(\mathbb{T})$. Then the space $L_2^o(\mathbb{T}^2)$ can be express as a direct sum $L_2^o(\mathbb{T}^2) = L_2^{oe}(\mathbb{T}^2) \oplus L_2^{eo}(\mathbb{T}^2)$ (see [1]).

Lemma. The subspace $L_2^{eo}(\mathbb{T}^2)$ is invariant under the operator $H(\mathbf{k})$.

By $H^{eo}(\mathbf{k})$ we denote the restriction of the operator $H(\mathbf{k})$ in the subspace $L_2^{eo}(\mathbb{T}^2)$.

Theorem. For any $\beta \in [0, \pi]$ the operator $H^{eo}(\mathbf{k}_\beta)$, $\mathbf{k}_\beta = (\pi - 2\beta, \pi)$ has an infinite number of eigenvalues lying below the essential spectrum.

REFERENCES

1. Abdullaev Zh. I., Kuliev K. D. Bound states of a two-boson system on a two-dimensional lattice. *Theor. Math. Phys.* 2016. **186** (2). pp. 231–250.

DYNAMICS OF THE DISCRETE-TIME SEIR EPIDEMIC MODEL

Jamilov U.U.,

DSc., Senior researcher

V.I. Romanovskiy Institute of Mathematics

Shukurova Sh.S.,

Master student of Karshi State University

jamilovu@yandex.ru, shukurovashahnoza72@gmail.com

Abstract. This paper deals with a discrete-time dynamical system generated by a Susceptible-Exposed-Infectious-Recovered (SEIR) epidemic model on the 3D simplex. We show that any orbit of this dynamical system is convergent.

Keywords: modeling, quadratic stochastic operator, regular operator.

Аннотация. В данной статье рассматривается дискретная динамическая система, порождённая эпидемической моделью типа Susceptible-Exposed-Infectious-Recovered (SEIR) заданной на трехмерном симплексе. Показано, что любая орбита этой динамической системы является сходящимся.

Ключевые слова. моделирование, квадратичный стохастический оператор, регулярный оператор.

Annotatsiya. Ushbu ishda uch o'ldhamli simpleksda Susceptible–Exposed–Infectious–Recovered (SEIR) epidemik modeli tomonidan hosil qilingan diskret vaqtli dinamik sistema tadqiq etilgan. Diskret vaqtli dinamik sistemaning har qanday orbitasi yaqinlashuvchi ekanligi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: model, kvadratik stoxastik operator, regulyar operator.

We consider the following discrete-time dynamical system $V : \mathbb{R}_+^4 \rightarrow \mathbb{R}_+^4$, defined by the mapping

$$V : \begin{cases} x_1' = x_1 + \mu x_4 - \beta x_1 x_3, \\ x_2' = (1 - \gamma_1) x_2 + \beta x_1 x_3, \\ x_3' = (1 - \gamma_2) x_3 + \gamma_1 x_2, \\ x_4' = (1 - \mu) x_4 + \gamma_2 x_3, \end{cases} \quad (1)$$

where $\beta, \gamma_1, \gamma_2$ and μ are non-negative parameters.

The main problem is to describe the limit points of the orbit $\{\mathbf{x}^{(n)}\}_{n \geq 0}$ for given operator V and any initial point $\mathbf{x}$. Let $S^{m-1} = \left\{ \mathbf{x} \in \mathbb{R}_+^m : \sum_{i=1}^m x_i = 1 \right\}$, the $(m-1)$ -dimensional simplex. A map V of S^{m-1} into itself is called a quadratic stochastic operator (QSO) if $(V\mathbf{x})_k = \sum_{i,j=1}^m p_{ij,k} x_i x_j$, for any $\mathbf{x} \in S^{m-1}$ and for all $k=1, \dots, m$, where $p_{ij,k} = p_{ji,k} \geq 0$, $\sum_{k=1}^m p_{ij,k} = 1$, $\forall i, j, k = 1, \dots, m$.

Assume $\{\mathbf{x}^{(n)} \in S^{m-1} : n = 0, 1, 2, \dots\}$ is the orbit (trajectory) of the initial point $\mathbf{x} \in S^{m-1}$, where $\mathbf{x}^{(n+1)} = V(\mathbf{x}^{(n)})$ for all $n = 0, 1, 2, \dots$. We denote by $\omega_V(\mathbf{x}^{(0)})$ the set of ω -limiting points of the orbit $\{\mathbf{x}^{(n)}\}_{n \geq 0}$. A QSO is called a Volterra QSO if $p_{ij,k} = 0$, $\forall k \notin \{i, j\}$. The asymptotic behavior of orbits Volterra QSOs was analyzed in [1]. In [2], it was shown that strictly non-Volterra QSOs have a unique fixed point.

Proposition 1. The operator (1) maps S^3 to itself iff $\beta, \gamma_1, \gamma_2, \mu \in [0, 1]$.

Theorem 2. For the QSO V (4) the following statements are hold:

$$\omega_V(\mathbf{x}^{(0)}) = \begin{cases} (x_1^{(0)}, 0, 1 - x_1^{(0)} - x_4^{(0)}, x_4^{(0)}), & \text{if } \beta = \gamma_2 = 0, \gamma_1 > 0, \\ (x_1^{(0)}, x_2^{(0)}, 0, 1 - x_1^{(0)} - x_2^{(0)}), & \text{if } \beta = \gamma_1 = 0, \gamma_2 > 0, \\ (0, 1 - x_3^{(0)} - x_4^{(0)}, x_3^{(0)}, x_4^{(0)}), & \text{if } \gamma_1 = \gamma_2 = 0, \beta > 0, \\ (1 - x_3^{(0)} - x_4^{(0)}, 0, x_3^{(0)}, x_4^{(0)}), & \text{if } \gamma_1 = \gamma_2 = 0, \beta < 0, \\ (x_1^{(0)}, 0, 0, 1 - x_1^{(0)}), & \text{if } \beta = 0, \gamma_1 \gamma_2 > 0, \\ (0, 0, 1 - x_4^{(0)}, x_4^{(0)}), & \text{if } \gamma_2 = 0, \beta \gamma_1 > 0, \\ (1 - x_4^{(0)}, 0, 0, x_4^{(0)}), & \text{if } \gamma_2 = 0, \beta \gamma_1 < 0, \\ (0, x_1^{(0)} + x_2^{(0)}, 0, x_3^{(0)} + x_4^{(0)}), & \text{if } \gamma_1 = 0, \beta \gamma_2 > 0, \\ (x_1^{(0)} + x_2^{(0)}, 0, 0, x_3^{(0)} + x_4^{(0)}), & \text{if } \gamma_1 = 0, \beta \gamma_2 < 0, \\ (x_1^*, 0, 0, 1 - x_1^*), & \text{if } \beta \gamma_1 \gamma_2 \neq 0. \end{cases}$$

References

1. Ganikhodzhaev R.N., Quadratic stochastic operators, Lyapunov functions and tournaments, Sb. Math., 76(2), 489-506 (1993).
2. Zhamilov U.U., Rozikov U.A., On the dynamics of strictly non-Volterra quadratic stochastic operators on the two-dimensional simplex, Sb. Math., 200(9), 1339-1351 (2009).

EIGENVALUES OF THE SCHRÖDINGER OPERATOR CORRESPONDING TO THE THREE-PARTICLE SYSTEM IN THE GAP

Abdullaev Janikul Ibragimovich

Professor, Samarkand state university named after Sharof Rashidov, jabdullaev@mail.ru

Toshturdiyev Abdikhurayra Mukhammadievich

PhD, Samarkand state university named after Sharof Rashidov,

atoshturdiyev@mail.ru

Annotatsiya. Bu ishda uch zarrachali sistemaga (ikki fermion massalari 1 va boshqa tabiatli zarracha massasi $m = \frac{1}{\gamma}$) mos Shryodinger operatori $H_\mu(K)$ ning diskret spektri qaralgan. Yetarlicha katta $\mu > 0$ larda $H_\mu(0)$ operatorning ikki zarrachali va uch zarrachali muhim spektr shohlari orasidagi bo'shliqda xos qiymati mavjudligi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: Panjaradagi Shryodinger operatori, fermion, xos qiymat, xos funksiya, kvaziimpuls, invariant qism fazo, Faddeev tipidagi operator, bog'langan holat.

Аннотация. В работе рассматривается дискретный спектр оператора Шредингера $H_\mu(K)$, соответствующий трехчастичной системе (два фермиона с массами 1 и частицы другой природы с массой $m = 1/\gamma$). Показано, что при достаточно больших $\mu > 0$ оператор $H_\mu(0)$ имеет собственное значение в лакуне.

Ключевые слова: Оператор Шредингера на решетке, фермион, собственное значение, собственная функция, квазиимпульс, инвариантное подпространство, оператор типа Фаддеева, связанное состояние.

Abstract. In this paper, we consider the discrete spectrum of the Schrödinger operator $H_\mu(K)$ corresponding to a three-particle system (two fermions with masses 1 and particles of another nature with mass $m = 1/\gamma$). It is shown that for sufficiently large $\mu > 0$, the operator $H_\mu(0)$ has an eigenvalue in the gap.

Keywords: Lattice Schrödinger operator, fermion, eigenvalue, eigenfunction, quasi-momentum, invariant subspace, Faddeev-type operator, bound state.

The existence of the bound states of the three particle systems has been studied in many works, see [1]–[6]. Efimov [1] discovered the existence of infinite number of eigenvalues (Efimov's effect).

Now we give some results concerning to the three-particle systems on the lattice. The existence at least one eigenvalues of the three particle discrete Schrödinger operator $H_\mu(\mathbf{K}) = H_0(\mathbf{K}) - \mu V$ (μ is arbitrary) for dimensions $d = 1, 2$ is shown in [4], the proofs of which are based on unboundedness of the norm of the Faddeev type operator $T(\mathbf{K}, z)$ for the spectral parameter z close to the lower bound of the essential spectrum.

In this work we consider Hamiltonian H_μ for a system of three quantum particles, two fermions with mass 1 and another particle with mass $m = 1/\gamma > 0$ with zero range pair potentials $\mu > 0$ on one dimensional lattice $\mathbb{Z}$. In the momentum representation the total three-body Hamiltonian appears to be decomposable (see, [2])

$$H_\mu = \int_{\mathbb{T}} \oplus H_\mu(K) dK.$$

The fiber Hamiltonian $H_\mu(\mathbf{K}) = H_0(K) - \mu V$ depends parametrically on the total quasimomentum $K \in \mathbb{T} = (-\pi, \pi]$. It is the sum of a free part $H_0(K)$ and an interaction term $-\mu V$, both bounded and the dependence on K of the free part is continuous. Eigenfunctions of $H_\mu(K)$ are

interpreted as the bound states of the Hamiltonian H_μ and the corresponding eigenvalues, as the bound state energy.

Let $\mathbb{T}$ be a one-dimensional torus, $L_2^{as}(\mathbb{T}^2) \subset L_2(\mathbb{T}^2)$ be the Hilbert space of square-integrable functions, defined on $\mathbb{T}^2$ and antisymmetric with respect to the coordinates. In the momentum representation, the two and three particle Hamiltonians act accordingly in the Hilbert spaces $L_2(\mathbb{T})$ and $L_2^{as}(\mathbb{T}^2)$.

The Schrödinger operator $h_\mu(k)$ corresponding to the two-particle part of the three-particle system (fermion and another particle) is the Hilbert space $L_2(\mathbb{T})$ is given by the following formula:

$$(h_\mu(k)f)(p) = \varepsilon_k(p)f(p) - \frac{\mu}{2\pi} \int_{\mathbb{T}} f(s)ds.$$

Here

$$\varepsilon_k(p) = \varepsilon(p) + \gamma\varepsilon(k-p), \quad \varepsilon(p) = 1 - \cos p.$$

By the Weyl theorem [7], the essential spectrum $\sigma_{ess}(h_\mu(k))$ of the operator $h_\mu(k)$ coincides with the spectrum $\sigma(h_0(k))$ of unperturbed operator $h_0(k)$, i.e.

$$\sigma_{ess}(h_\mu(k)) = [\varepsilon_{min}(k), \varepsilon_{max}(k)],$$

where

$$\varepsilon_{min}(k) = \min_{q \in \mathbb{T}} \varepsilon_k(q) = 1 + \gamma - \sqrt{1 + 2\gamma \cos k + \gamma^2}$$

and

$$\varepsilon_{max}(k) = \max_{q \in \mathbb{T}} \varepsilon_k(q) = 1 + \gamma + \sqrt{1 + 2\gamma \cos k + \gamma^2}.$$

Lemma 1. For all $\mu > 0$, $\gamma > 0$ and $k \in \mathbb{T}$ the operator $h_\mu(k)$ has a unique simple eigenvalue

$$z_\mu(k) = 1 + \gamma - \sqrt{1 + 2\gamma \cos k + \gamma^2 + \mu^2}$$

below the essential spectrum.

The corresponding three-particle Schrödinger operator

$$H_\mu(K) = H_0(K) - \mu(V_1 + V_2),$$

acts in $L_2^{as}(\mathbb{T}^2)$, where

$$(H_0(K)f)(p, q) = E_K(p, q)f(p, q), \quad E_K(p, q) = \varepsilon(p) + \varepsilon(q) + \gamma\varepsilon(K - p - q) \text{ and}$$

$$(V_1 f)(p, q) = \frac{1}{2\pi} \int_{\mathbb{T}} f(p, s)ds, \quad (V_2 f)(p, q) = \frac{1}{2\pi} \int_{\mathbb{T}} f(s, q)ds.$$

For the essential spectrum $\sigma_{ess}(H_\mu(K))$ of the operator $H_\mu(K)$ the equality holds true

$$\sigma_{ess}(H_\mu(K)) = \text{Im} \lambda_{\mu, K} \cup \text{Im} E_K.$$

Here $\lambda_{\mu, K}(p) = z_\mu(K - p) + \varepsilon(p)$,

$$\text{Im} \lambda_{\mu, K} = [\lambda_{min}(\mu, K), \lambda_{max}(\mu, K)], \quad \text{Im} E_K = [E_{min}(K), E_{max}(K)]$$

The intervals $[\lambda_{min}(\mu, K), \lambda_{max}(\mu, K)]$ and $[E_{min}(K), E_{max}(K)]$ are called "two particle branch" and "three particle branch" of the essential spectrum of the operator $H_\mu(K)$, respectively.

In this work, we consider the case $K = 0$. Next, we are interested in the spectrum of the operator $H_\mu(0)$.

Hence, the essential spectrum of the operator $H_\mu(0)$ will be union of the following segments:

$$[1 + \gamma - \sqrt{(1 + \gamma)^2 + \mu^2}, 3 + \gamma - \sqrt{(1 - \gamma)^2 + \mu^2}] \text{ and } [0, \max_{p, q \in \mathbb{T}} E_0(p, q)].$$

If we solve the equation

$$3 + \gamma - \sqrt{(1 - \gamma)^2 + \mu^2} = 0.$$

with respect to the parameter μ , we get $\mu_0 = 2\sqrt{2(1 + \gamma)}$.

If we solve the equation $\lambda_{max}(\mu, 0) = 0$ with respect to the parameter μ , that is, we get $\mu_0 = 2\sqrt{2(1 + \gamma)}$ from

$$3 + \gamma - \sqrt{(1 - \gamma)^2 + \mu^2} = 0.$$

Therefore, the two-particle branch $\text{Im} \lambda_\mu$ and the three-particle branch $\text{Im} E_0$ of the operator $H_\mu(0)$ do not intersect for all $\mu > \mu_0$, that is, a gap appears between the two and three-particle branches of the essential spectrum.

Our main goal is show the operator $H_\mu(0)$ has eigenvalues in the gap

$$(\lambda_{\max}(\mu, 0), 0)$$

It is known that [3], the space $L_2^{as}(\mathbb{T}^2)$ can be written into the direct sum

$$L_2^{as}(\mathbb{T}^2) = L_2^{(as,o)}(\mathbb{T}^2) \oplus L_2^{(as,e)}(\mathbb{T}^2).$$

Here

$$L_2^{(as,o)}(\mathbb{T}^2) := \{f \in L_2^{as}(\mathbb{T}^2): f(p, q) = -f(-p, -q)\}$$

$$L_2^{(as,e)}(\mathbb{T}^2) := \{f \in L_2^{as}(\mathbb{T}^2): f(p, q) = f(-p, -q)\}.$$

Lemma 2. *The subspaces $L_2^{as,o}(\mathbb{T}^2)$ and $L_2^{as,e}(\mathbb{T}^2)$ are invariant under the operator $H_\mu(0)$.*

The main result of the paper is the following theorem.

Theorem. *Let $\gamma > 1$. Then, there exist μ_γ such that, for any $\mu > \mu_\gamma$ the operator $H_\mu(0)$ has a least one eigenvalue in the gap $(\lambda_{\max}(\mu, 0), 0)$ of the essential spectrum. The eigenfunction f corresponding to this eigenvalue belongs to the subspace $L_2^{as,e}(\mathbb{T}^2)$.*

REFERENCES

1. V. Efimov, Energy levels arising from resonant two-body forces in a three-body system. Phys. Lett. B 33. 563-564. (1970).
2. J.I. Abdullaev, A.M. Xalxujaev. Xujamiyrov I.A. Condition for the existence of an eigenvalue of the three-particle Schrödinger operator on lattices. *Izv. vuz.* pp. 1-23. (2022).
3. J.I. Abdullaev, A.M. Khalkhuzhaev, K.D. Kuliev. The existence of eigenvalues of Schrödinger operator on three dimensional lattice. *Methods of Functional Analysis and Topology* Vol. 28 No 3. pp. 189-208. (2022).
4. S. N. Lakaev G. F. Dell'Antonio and A. M. Khalkhuzhaev. Existence of an isolated band of a system of three particles in an optical lattice *J. Phys. A: Math. Theor.* 49 145204–15. (2016).
5. A. M. Khalkhuzhaev The essential spectrum of the three-particle discrete operator corresponding to a system of three fermions on a lattice, *Russian Mathematics* 61 -12. (2017).
6. S. Albeverio, S. N. Lakaev, Z. I. Muminov. Schrödinger Operators on Lattices. The Efimov Effect and Discrete Spectrum Asymptotics. *Ann. Henri Poincaré* 5 743–72 25. (2004).
7. M. Reed, B. Simon. Methods of Modern Mathematical Physics VI: Analysis of Operators, New York Academic. (1979).

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА ТЕНЗОРНОЙ СУММЫ МОДЕЛЕЙ ФРИДРИХСА С ОДНОМЕРНЫМ ВОЗМУЩЕНИЕМ

Бахронов Б.И.

д.ф.ф.-м.н. (PhD),

Бухарский государственный университет

Аннотация: В данной работе рассматривается модельный оператор в виде тензорной суммы моделей Фридрихса с двумерным возмущением. Определена местоположение существенного спектра и собственных значений этой модели.

Ключевые слова: тензорная сумма, модельный оператор, существенный и точечный спектры.

Annotation: In this work, we consider the model operator in the form of a tensor sum of Friedrichs models with two-dimensional perturbation. The location of the essential spectrum and eigenvalues of this model are determined.

Key words: tensor sum, model operator, essential and point spectrum.

Annotatsiya: Mazkur ishda ikki o'lchamli qo'zg'alishga ega Fridrixs modellari tenzor yig'indisi ko'rinishdagi model operator qaralgan. Bu model operator muhim spektri va xos qiymatlarining joylashuv o'rni aniqlangan.

Kalit so'zlar: tenzor yig'indi, model operator, muhim va nuqtali spektr.

Пусть $\mathbb{T}^d$ - d -мерный тор, $L_2^s((\mathbb{T}^d)^2)$ – гильбертово пространство квадратично интегрируемых (комплекснозначных) симметричных функций, определенных на $(\mathbb{T}^d)^2$.

Рассмотрим модельный оператор $H_{\mu,\lambda}$ со спектральными параметрами μ и λ , действующий в комплексном гильбертовом пространстве $L_2^s((\mathbb{T}^d)^2)$ по формуле

$$H_{\mu,\lambda} := H_{0,0} - \mu(V_{11} + V_{12}) + \lambda(V_{21} + V_{22}),$$

где $H_{0,0}$ – оператор умножения на функцию двух переменных $u(p) + u(q)$:

$$(H_{0,0}f)(p, q) = (u(p) + u(q))f(p, q),$$

а $V_{\alpha\beta}$, $\alpha, \beta = 1, 2$ – нелокальные операторы (частично интегральные операторы) взаимодействия:

$$(V_{\alpha 1}f)(p, q) = v_\alpha(p) \int_{\mathbb{T}^d} v_\alpha(t) f(t, q) dt,$$

$$(V_{\alpha 2}f)(p, q) = v_\alpha(q) \int_{\mathbb{T}^d} v_\alpha(t) f(p, t) dt.$$

Здесь $f \in L_2^s((\mathbb{T}^d)^2)$, а $u(\cdot)$ и $v_\alpha(\cdot)$, $\alpha = 1, 2$ – вещественнозначные, непрерывные функции на $\mathbb{T}^d$.

Пусть $\text{mes}(\cdot)$ – мера Лебега в $\mathbb{R}^d$, $\text{supp}\{v(\cdot)\}$ – носитель функции $v(\cdot)$,

$$m := \min_{p \in \mathbb{T}^d} u(p), \quad M := \max_{p \in \mathbb{T}^d} u(p).$$

Определим регулярную в области $C \setminus [m; M]$ функцию

$$I_\alpha(z) := \int_{\mathbb{T}^d} \frac{v_\alpha^2(t) dt}{u(t) - z}.$$

Так как функции $I_\alpha(\cdot)$, $\alpha = 1, 2$ монотонно возрастает в интервалах $(-\infty; m)$ и $(M; +\infty)$, в силу теоремы о предельном переходе под знаком интеграла Лебега следует, что существуют следующие конечные или бесконечные пределы

$$I_1(m) = \lim_{z \rightarrow m-0} I_1(z), \quad I_2(M) = \lim_{z \rightarrow M+0} I_2(z).$$

В случае $|I_2(M)| < \infty$ введем константу что $\lambda_0 = -(I_2(M))^{-1}$.

Для формулировки основного результата работы в гильбертовом пространстве $L_2(\mathbb{T}^d)$ рассмотрим модел Фридрихса

$$(h_\mu^{(1)}f)(p) = u(p)f(p) - \mu v_1(p) \int_{\mathbb{T}^d} v_1(t) f(t) dt,$$

$$(h_\lambda^{(2)}f)(p) = u(p)f(p) + \lambda v_2(p) \int_{\mathbb{T}^d} v_2(t) f(t) dt$$

Можно легко убедиться, что оператор $h_\mu^{(1)}$ имеет не более одно собственное значение $E_1(\mu)$, лежащее левее точки m , а оператор $h_\lambda^{(2)}$ имеет не более одно собственное значение $E_2(\lambda)$, лежащее правее точки M .

В данном случае модельный оператор записывается как тензорная сумма моделей Фридрихса $h_\mu^{(1)}$ и $h_\lambda^{(2)}$.

Теперь сформулируем основной результат работы.

Теорема. Предположим, что $\text{mes}(\text{supp}\{v_1(\cdot)\} \cap \text{supp}\{v_2(\cdot)\}) = 0$. и пусть $|I_1(m)| = +\infty$ и $|I_2(M)| < +\infty$.

А) Если $\mu > 0$ и $0 < \lambda \leq \lambda_0$, то модельный оператор $H_{\mu,\lambda}$ имеет одно простое собственное значение $2E_1(\mu)$ и верны следующие равенства:

$$\sigma_{\text{ess}}(H_{\mu,\lambda}) = [E_1(\mu) + m; E_1(\mu) + M] \cup [2m; 2M], \quad \sigma_{\text{pp}}(H_{\mu,\lambda}) = \{2E_1(\mu)\}$$

Б) Если $\mu > 0$ и $\lambda > \lambda_0$, то модельный оператор $H_{\mu,\lambda}$ имеет два простые собственные значения $2E_1(\mu)$ и $2E_2(\lambda)$ и верны равенства:

$$\sigma_{\text{ess}}(H_{\mu,\lambda}) = [E_1(\mu) + m; E_1(\mu) + M] \cup [2m; 2M] \cup [E_2(\lambda) + m; E_2(\lambda) + M],$$

$$\sigma_{\text{pp}}(H_{\mu,\lambda}) = \{2E_1(\mu); E_1(\mu) + E_2(\lambda); 2E_2(\lambda)\}$$

Литературы

1. Rasulov T.H., Bahronov B.I. Existence of the eigenvalues of a tensor sum of the Friedrichs models with rank 2 perturbation. Nanosystems: Phys. Chem. Math., 14:2 (2023). – Pp. 151-157

2. Rasulov T.H., Bahronov B.I. Structure of the numerical range of Friedrichs model: 1D case with rank two perturbation. Bulletin of the Institute of Mathematics, 4 (2020). – Pp. 21-28.

О КРИТИЧЕСКОМ ПОКАЗАТЕЛЕ ОГРАНИЧЕННОСТИ МАКСИМАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Икромов Исроил Акрамович

Док ф.-м.наук, проф.

Институт Математики им. В.И. Романовского АНРУз,

Баракаев Азамат Мансурович

Самаркандский государственный Университет

Аннотация: В работе рассматривается проблема об ограниченности максимальных операторов, связанных с гиперповерхностями в пространстве суммируемых функций со степенью p . Получен критерий ограниченности максимальных операторов в пространстве квадратично-суммируемых функций.

Ключевые слова: Максимальный оператор, преобразование Фурье, гиперповерхность, ограниченность.

Annotation: The paper deals with boundedness problem for maximal operators associated to hypersurfaces in the space of integrable functions with degree p . A criterion for the boundedness of maximal operators in the space of square-summable functions is obtained.

Keywords: Maximal operator, Fourier transform, hypersurface, boundedness.

Пусть S — гладкая гиперповерхность в $\mathbb{R}^{n+1}$ и $dm = \psi d\sigma$, где $d\sigma$ — индуцированная Лебегова мера на S и ψ бесконечно-гладкая неотрицательная функция с компактным носителем в $\mathbb{R}^{n+1}$ (т.е. $\psi \in C_0^\infty(\mathbb{R}^{n+1})$).

В работе рассматривается проблема ограниченности следующего максимального оператора

$$Mf(x) = \sup_{t>0} \left| \int_S f(x - ty) \psi(y) d\sigma(y) \right| \quad (1)$$

при $p = h = 2$, где $h(S)$ высота гиперповерхности, введения в классической работе А.Н. Варченко [1].

Определение 1. Говорят, что максимальный оператор M ограничен в L^p , если существует положительное число C_p такое, что для любой функции $f \in C_0^\infty(\mathbb{R}^{n+1})$, выполняется неравенство:

$$\|Mf\|_{L^p} \leq C_p \|f\|_{L^p}, \quad (2)$$

где $\|\cdot\|_{L^p}$ — естественная норма пространства L^p .

В работе всюду предполагается выполнение следующего условия трансверсальности: для любой точки $x \in S$ аффинная касательная плоскость $S + T_x$ к S в точке x не проходит через начало координат.

В работе [2] доказано что, если S выпуклая гиперповерхность конечного линейного типа и $p \geq 2$, то условие

$$d(x, H)^{-\frac{1}{p}} \in L^1_{loc}(S) \quad (3)$$

является необходимым и достаточным для ограниченности максимального оператора в $L^p(\mathbb{R}^{n+1})$, т.е. удовлетворяют неравенству (2), где H — любая гиперповерхность не проходящая через начало координат и $d(x, H)$ — расстояния от $x \in S$ до H . Из результатов С.Д. Согги [3] следует, что если в каждой точке гиперповерхности S хотя бы одна из главных кривизны отлично от нуля, то максимальный оператор ограничен в L^p при $p > 2$. Однако, вопрос об ограниченности максимального оператора при $p = 2$ остается открытым. В данной работе рассматривается задача об ограниченности максимального оператора в критическом показателе $p = 2$.

Предположим, что в некоторой окрестности начала координат выпуклая поверхность S задана следующей формулой:

$$z := F(x, y) = xb(x, y) + \varphi(y) + C, \quad (4)$$

где $b(x, y)$ – вещественно-аналитическая функция, удовлетворяющая условиям: $b(0,0) = 0$, $b'_x(0,0) \neq 0$ и $C \neq 0$ некоторая константа и $\varphi(y)$ – выпуклая, плоская функция в начале координат, т.е. она обращается в нуль со всеми производными в начале координат. Из выпуклости поверхности следует, что в точке $(0,0,C)$ только одна из главных кривизны поверхности, заданной формулой (4), отлична от нуля. Далее обозначим через $d(Y, H)$ – расстояние от точки $Y := (x, y, z(x, y))$ поверхности до ее касательной плоскости H . Из условия выпуклости функции $\varphi(y)$ следует, что каждого, достаточно малого $u > 0$ имеем $\varphi^{-1}(u) = \{z_1, z_2\}$, где $z_2 > 0$ и $z_1 < 0$. Определим функцию γ по формуле: $\gamma(u) = z_2 - z_1$.

Лемма. Выпуклая функция, заданная формулой (4) может быть записана в следующем виде:

$$z = x^2 B(x, y) + \varphi(y) + C,$$

где B вещественно-аналитическая функция такая, что $B(0,0) > 0$.

Полученный результат мы сформулируем в виде следующей теоремы.

Теорема. Если S – выпуклая поверхность, заданная формулой (4) и функция φ плоская в начале координат, то существует окрестность U точки $(0, 0, C)$ такая, что для любой плотности ψ , удовлетворяющей условию $\psi(0,0,C) > 0$ следующие утверждения эквивалентны:

1. Максимальный оператор, определенный формулой (1) ограничен в пространстве $L^2(R^3)$;
2. $\ln \varphi(y)$ интегрируема на отрезке $[-\varepsilon, \varepsilon]$, где $\varepsilon > 0$ – достаточно малое число.
3. $\sum_{n=1}^{\infty} \gamma(2^{-n})$ – ряд сходится.

Литература

1. Варченко А.Н. Многогранники Ньютона и оценки осциллирующих интегралов. // Функциональный анализ и его прил., -1976.10, No3.-Стр.13-38.
2. Iosevich~A., Sawyer~E. Maximal Averages over surfaces // Adv. in Math., -1997.-132.-46.-P.119-187.
3. Sogge, C. D., Maximal operators associated to hypersurfaces with one nonvanishing principal curvature, in Fourier Analysis and Partial Differential Equations (Miraflores de la Sierra, 1992), Stud. Adv. Math., pp. 317–323. CRC, Boca Raton, FL, -1995.

PANJARADAGI BIR ZARRACHALI SHRYODINGER OPERATORINING SPEKTRAL XOSSALARI

*Abdullayev Janikul Ibragimovich, e-mail: jabdullaev@mail.ru
fizika-matematika fanlari doktori*

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, professor

Quljonov O'tkir Nematovich, e-mail: uquljonov@bk.ru

fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, kafedra mudiri

Haydarova Nilufar

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti magistranti

Аnotatsiya. Bir o'lchamli panjarada bir zarrachali sistemaga mos Shryodinger operatori $\hat{H}_\mu$ qaralgan. Zarrachaning tashqi maydon bilan ta'sir energiyasi $\mu > 0$ ning barcha qiymatlarida $\hat{H}_\mu$ ning kamida bitta xos qiymati mavjudligi isbotlangan.

Калит so'zlar. Панжара, Гамильтониан, квазиимпульс, потенциал, Шрьодингер оператора, хос қиймат, хос функсия.

Abstract. The Schrödinger operator $\hat{H}_\mu$, corresponding to a one-particle system on a one-dimensional lattice, is considered. It is proven that for all values of $\mu > 0$, the operator $\hat{H}_\mu$ has at least one eigenvalue.

Keywords: Lattice, Hamiltonian, quasimomentum, potential, Schrödinger operator, eigenvalue, eigenfunction.

Аннотация. Рассматривается оператор Шрёдингера $\hat{H}_\mu$, соответствующий одночастичной системе на одномерной решётке. Доказано, что при всех значениях $\mu > 0$ оператор $\hat{H}_\mu$ имеет по крайней мере одно собственное значение.

Ключевые слова: решётка, гамильтониан, квазимоментум, потенциал, оператор Шрёдингера, собственное значение, собственная функция.

$\mathbb{Z}$ panjaradagi bir kvant zarrachasining $\hat{H}_0$ erkin Hamiltoniani $\ell_2(\mathbb{Z})$ Hilbert fazosida quyidagicha aniqlanuvchi operator bo'ladi:

$$(\hat{H}_0 \hat{\psi})(x) = \sum_{s \in \mathbb{Z}} \hat{\varepsilon}(s) \hat{\psi}(x+s), \quad \hat{\psi} \in \ell_2(\mathbb{Z}).$$

$$\text{Bu yerda } \hat{\varepsilon}(s) = \begin{cases} 1, & s = 0 \\ -\frac{1}{2}, & |s| = 1 \\ 0, & |s| > 1 \end{cases}.$$

$\hat{H}_0$ erkin Hamiltonianning chegaralangan qo'zg'alishlarida $\hat{V}_n$ tashqi maydon ta'sirida bir o'lchamli panjarada harakatlanuvchi bitta zarrachaning to'liq Hamiltoniani

$$\hat{H}_\mu = \hat{H}_0 - \mu \hat{V}_n$$

formula orqali beriladi, $\hat{V}_n$ operator esa $\hat{v}_n(\cdot)$ funksiyaga ko'paytirish operatoridir, ya'ni

$$(\hat{V}_n \hat{\psi})(x) = \hat{v}_n(x) \hat{\psi}(x), \quad \hat{\psi} \in \ell_2(\mathbb{Z}). \quad \text{Bu yerda } \hat{v}_n(x) = \begin{cases} 1, & |x| = n \\ 0, & |x| \neq n \end{cases}$$

bo'lib, μ ni musbat deb faraz qilamiz va $n \in \mathbb{N}$.

Fure almashtirishidan so'ng $\hat{H}_0$ va $\hat{V}_n$ operatorlar quyidagi mos unitar ekvivalent operatorlarga o'tadi: $(H_0 f)(p) = \varepsilon(p) f(p)$, $\varepsilon(p) = 1 - \cos p$.

1-teorema. Faraz qilaylik $\mu > 0$ va $n \in \mathbb{N}$ bo'lsin.

a) agar $\mu < \frac{1}{2n}$ bo'lsa, u holda H_μ operatorning $(-\infty, 0)$ oraliqda yotuvchi yagona oddiy $z_1(\mu)$ xos qiymati mavjud va unga mos xos funksiya $f_c(p) = \frac{\cos np}{1 - \cos p - z_1(\mu)}$ ko'rinishda bo'ladi.

b) agar $\mu = \frac{1}{2n}$ bo'lsa, u holda H_μ operator bitta $z_1(\mu)$ xos qiymatga ega va $z = 0$ soni super rezonans bo'ladi.

c) agar $\mu > \frac{1}{2n}$ bo'lsa, u holda H_μ operator $(-\infty, 0)$ oraliqda ikkita oddiy $z_1(\mu)$ va $z_2(\mu)$ ($z_1(\mu) < z_2(\mu)$) xos qiymatga ega. Ularga mos xos funksiyalar $f_c(p) = \frac{\cos np}{1 - \cos p - z_1(\mu)}$ va $f_s(p) = \frac{\sin np}{1 - \cos p - z_2(\mu)}$ ko'rinishda bo'ladi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. S.Albeverio, S.N.Lakaev and Z.I.Muminov. Schroedinger operators on lattices. The Efimov effect and discrete spectrum asymptotics // Ann. Henri Poincare. 5. 2004. pp.743-772.

2. Ж.И.Абдуллаев, С.Н.Лакаев. Асимптотика дискретного спектра разностного трехчастичного оператора Шредингера на решетке // Теоретическая и математическая физика. 136. 2003. №2. ст. 231-245.

NON-GIBBSIAN EWENS PROBABILITY DISTRIBUTIONS ON CAYLEY TREES

Zarinabonu Mustafoyeva

V.I.Romanovskii Institute of Mathematics, PhD Student

Shahlo Sayfullayeva

Bukhara State University, Master Student

Annotation. In this talk, we demonstrate that Ewens probability distributions can be regarded as non-Gibbsian distributions on Cayley trees. This study lays the groundwork for a new direction in the theory of non-Gibbsian probability distributions on trees.

Аннотация. В этом докладе мы показываем, что распределения Эвенса могут рассматриваться как не-гиббсовские распределения на деревьях Кэли. Это исследование закладывает основу для нового направления в теории не-гиббсовских вероятностных распределений на деревьях.

Annotatsiya. Ushbu maqolada biz Ewens ehtimollik taqsimotlarini Keli daraxtlardagi Gibbs bo'lmagan taqsimotlar sifatida ko'rish mumkinligini ko'rsatamiz. Ushbu tadqiqot daraxtlardagi Gibbs bo'lmagan ehtimollik taqsimoti nazariyasining yangi yo'nalishi uchun asos yaratadi.

Keywords: Ewens' sampling formula (ESF), Cayley trees, Gibbsian specifications, Gibbsian and non-Gibbsian distribution.

Ключевые слова: формула выборки Юэнса (ESF), Кэли деревья, спецификации Гиббса, Гиббсовское и негиббсовское распределение.

Kalit so'zlar: Ewens namuna formulasi (ESF), Keli daraxtlari, Gibbs spetsifikatsiyalari, Gibbs va Gibbs bo'lmagan taqsimot.

The Cayley tree T^k of order $k \geq 1$ is an infinite tree, i.e., a graph without cycles, with exactly $k + 1$ edges issuing from each vertex. Let $T^k = (V, L)$ where V is the set of vertices and L the of edges. Two vertices x and y are called *nearest-neighbors* if there exists an edge $l \in L$ connecting them and we denote $l = \langle x, y \rangle [1]$.

We consider multivariate Ewens probability distributions [2] on a Cayley tree. The Hamiltonian corresponding to this probability measure in the finite $\Lambda \subset V$ has the following form:

$$H_\Lambda(\sigma_\Lambda) = \sum_{j=1}^{|\Lambda|} \left[b_j(\sigma_\Lambda) \ln \frac{\theta}{j} - \ln(b_j(\sigma_\Lambda)!) \right], \quad (1)$$

Here, $b_j(\sigma_\Lambda)$ represents the multiplicity of the configuration σ_Λ , with θ and j reflecting system parameters and $|\Lambda|$ denotes the number of elements in Λ .

The Boltzmann weight refers to the factor used in statistical mechanics to describe the probability of a system being in a particular configuration based on its energy. It is typically expressed in the form:

$$P_\Lambda(\sigma_\Lambda) := \frac{\exp\{H_\Lambda(\sigma_\Lambda)\}}{Z_{|\Lambda|}(\theta)}.$$

where $Z_{|\Lambda|}(\theta)$ is the normalizing constant. And then we have the following:

$$P_\Lambda(\sigma_\Lambda) = \frac{1}{Z_{|\Lambda|}(\theta)} \prod_{j=1}^{|\Lambda|} \left(\frac{\theta}{j} \right)^{b_j(\sigma_\Lambda)} \frac{1}{(b_j(\sigma_\Lambda))!}. \quad (2)$$

For a given finite $\Delta \subset V$, the potential corresponding to the Hamiltonian (1) is defined as

$$U_\Lambda(\sigma) = \begin{cases} b_j(\sigma_\Lambda) \ln \frac{\theta}{j} - \ln(b_j(\sigma_\Lambda)!) , & \text{if } \Delta = \Lambda \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}. \quad (3)$$

where Λ is finite subset of V .

Lemma. For the potential (2), the following divergence holds:

$$\sum_{x \in \Lambda} \|U_\Lambda\|_\infty = \infty, \forall x \in V.$$

Theorem. For each finite $\Lambda \subset V$, the Gibbs measure associated with the probability measure $P_\Lambda(\sigma_\Lambda)$ in (2) is non-Gibbsian, provided that it satisfies the consistency condition.

REFERENCES

1. U.A.Rozikov, Gibbs measures on Cayley trees, World Scientific, 2013.
2. Ewens W.J., The sampling theory of selectively neutral alleles. Theoretical Population Biology, pp. 87-112, 1972.

BESH O'LCHAMLI QO'ZG'ALISHGA EGA UMUMLASHGAN FRIDRIXS MODELLARI OILASI XOS QIYMATLARINING SONI VA JOYLASHUV O'RNI

Jumayeva Dilrabo Xolmurot qizi

Buxoro Davlat Universiteti, Buxoro, O'zbekiston

Annotatsiya. Ushbu ishda besh o'lchamli qo'zg'alishga ega umumlashgan Fridrixs modellari oilasining muhim va diskret spektrlari o'rganilgan. Mos Fredgolm determinanti qurilgan va xos qiymatlari haqida teorema keltirilgan.

Kalit so'zlar: muhim spektr, diskret spektr, umumlashgan Fridrixs modeli, Fredgolm determinanti.

Аннотация. В работе изучена существенный и дискретный спектр семейства обобщенных моделей Фридрихса с пятимерным возмущением. Построен определитель Фредгольма и приведена теорема о собственных значениях.

Ключевые слова: существенный спектр, дискретный спектр, обобщенная модель Фридрихса, определитель Фредгольма.

Abstract. In this work we investigate the essential and discrete spectrum of the family of generalized Friedrichs models with rank five perturbation. The Fredholm determinant is constructed and theorem on the eigenvalues is given.

Keywords: essential spectrum, discrete spectrum, generalized Friedrichs model, Fredholm determinant.

$\mathbb{C}$ bir o'lchamli kompleks sonlar fazosi, $L_2(\mathbb{T})$ esa $\mathbb{T}$ bir o'lchamli torda aniqlangan, kvadrati bilan integrallanuvchi funksiyalarning Hilbert fazosi bo'lsin. $\mathcal{H}$ orqali $\mathcal{H}_0 := \mathbb{C}$ va $\mathcal{H}_1 := L_2(\mathbb{T})$ fazolarning to'g'ri yig'indisini belgilaymiz, ya'ni $\mathcal{H} := \mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1$. Bunda $\mathcal{H}_0$ va $\mathcal{H}_1$ fazolarga $L_2(\mathbb{T})$ fazo yordamida qurilgan $\mathcal{F}(L_2(\mathbb{T}))$ Fok fazoning mos ravishda nol zarrachali va bir zarrachali qism fazolari deyiladi.

$\mathcal{H}$ Hilbert fazosida ta'sir qiluvchi quyidagi

$$h_{\mu,\lambda}(k) := \begin{pmatrix} h_{00}(k) & \mu h_{01} \\ \mu h_{01}^* & h_{11}(k) - v_\lambda \end{pmatrix}$$

ikkinchi tartibli operatorli matrisani qaraymiz.

Bu yerda matritsaviy elementlar $f_i \in \mathcal{H}_i$, $i = 0, 1$ larda

$$h_{00}(k)f_0 = a_0(k)f_0, \quad h_{01}f_1 = \int_{\mathbb{T}} v_0(t)f_1(t)dt, \quad (h_{01}^*f_0)(p) = v(p)f_0;$$

$$(h_{11}(k)f_1)(p) = E_k(p)f_1(p), \quad (v_\lambda f_1)(p) = \int_{\mathbb{T}} v(p-t)f_1(t)dt.$$

Bu yerda $E_k(p) := \varepsilon_1(p) + \varepsilon_2(k-p)$ va $v(p) := \lambda_0 + \lambda_1 \cos(p)$ kabi aniqlangan. μ, λ_0 va λ_1 haqiqiy musbat sonlar, $\lambda = (\lambda_0, \lambda_1)$; shuningdek, $a_0(\cdot), v(\cdot), v_0(\cdot), \varepsilon_1(\cdot)$ va $\varepsilon_2(\cdot)$ funksiyalar $\mathbb{T}$ torda aniqlangan haqiqiy qiymatli va uzluksiz funksiyalardir.

$h_{\mu,\lambda}(k)$ ikkinchi tartibli operatorli matritsaga odatda umumlashgan Fridrixs modellari oilasi deyiladi. Bu matritsaning elementlariga qo'yilgan shartlarda $h_{\mu,\lambda}(k)$ chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operator bo'ladi. Chekli o'lchamli qo'zg'alishlarda muhim spektrning o'zgarishligi haqidagi mashhur Veyl teoremasiga ko'ra $h_{\mu,\lambda}(k)$ umumlashgan Fridrixs modelining muhim spektri uchun

$$\sigma_{\text{ess}}(h_{\mu,\lambda}(k)) = [m(k), M(k)]$$

tenglik o'rinli. Bu yerda

$$m(k) := \min_{p \in \mathbb{T}^d} E_k(p), \quad M(k) := \max_{p \in \mathbb{T}^d} E_k(p).$$

$\mathbb{C} \setminus [m(k), M(k)]$ sohada regulyar bo'lgan va $h_{\mu, \lambda}(k)$ umumlashgan Fridriks modelining Fredgolm determinant deb ataluvchi

$$\Delta(k; z) := \begin{vmatrix} D_0(k; z) & \lambda_0 c_1(k; z) & \lambda_1 c_2(k; z) & \lambda_1 c_3(k; z) \\ c_1(k; z) & D_1(k; z) & \lambda_1 c_4(k; z) & \lambda_1 c_5(k; z) \\ c_2(k; z) & \lambda_0 c_4(k; z) & D_2(k; z) & \lambda_1 c_6(k; z) \\ c_3(k; z) & \lambda_0 c_5(k; z) & \lambda_1 c_6(k; z) & D_3(k; z) \end{vmatrix}$$

funksiyani qaraymiz. Bunda

$$\begin{aligned} c_1(k; z) &= \mu \int_{\mathbb{T}} \frac{v_0(t)}{E_k(t) - z} dt, & c_2(k; z) &= \mu \int_{\mathbb{T}} \frac{v_0(t) \cos t}{E_k(t) - z} dt; \\ c_3(k; z) &= \mu \int_{\mathbb{T}} \frac{v_0(t) \sin t}{E_k(t) - z} dt, & c_4(k; z) &= - \int_{\mathbb{T}} \frac{\cos t}{E_k(t) - z} dt; \\ c_5(k; z) &= - \int_{\mathbb{T}} \frac{\sin t}{E_k(t) - z} dt, & c_6(k; z) &= - \int_{\mathbb{T}} \frac{\sin t \cos t}{E_k(t) - z} dt; \\ D_0(k; z) &= a_0(k) - z - \mu^2 \int_{\mathbb{T}} \frac{v_0^2(t)}{E_k(t) - z} dt; \\ D_1(k; z) &= 1 - \lambda_1 \int_{\mathbb{T}} \frac{\cos^2 t}{E_k(t) - z} dt, & D_2(k; z) &= 1 - \lambda_0 \int_{\mathbb{T}} \frac{1}{E_k(t) - z} dt; \\ D_3(k; z) &= 1 - \lambda_1 \int_{\mathbb{T}} \frac{\sin^2 t}{E_k(t) - z} dt. \end{aligned}$$

Ushbu lemmada $h_{\mu, \lambda}(k)$ umumlashgan Fridriks modelining xos qiymatlari va $\Delta(k; z)$ funksiyaning nollari orasidagi bog'liqlik o'rnatilgan.

Lemma. $z \in \mathbb{C} \setminus \sigma_{\text{ess}}(h_{\mu, \lambda})$ soni $h_{\mu, \lambda}(k)$ umumlashgan Fridriks modelining xos qiymati bo'lishi uchun $\Delta(k; z) = 0$ bo'lishi zarur va yetarli.

$h_{\mu, \lambda}(k)$ umumlashgan Fridriks modelining diskret spektri uchun quyidagi munosabat o'rinli :

$$\sigma_{\text{disc}}(h_{\mu, \lambda}(k)) = \{z \in \mathbb{C} \setminus \sigma_{\text{ess}}(h_{\mu, \lambda}(k)) : \Delta(k; z) = 0\}$$

Quyidagi teoremda $h_{\mu, \lambda}(k)$ umumlashgan Fridriks modeli xos qiymatlarining soni va joylashuv o'rni bayon qilingan.

Teorema. $h_{\mu, \lambda}(k)$ umumlashgan Fridriks modeli $m(k)$ nuqtadan chapda ko'pi bilan to'rtta (karraligi bilan qo'shib hisoblaganda), $M(k)$ nuqtadan o'ngda ko'pi bilan bitta oddiy xos qiymatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Muminov M.I., Rasulov T.H., The Faddeev equation and essential spectrum of a Hamiltonian in Fock space. Methods of Functional Analysis and Topology. 17:1 (2011), P. 47-57

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА УРАВНЕНИЯ ФАДДЕЕВА ДЛЯ 2×2 ОПЕРАТОРНЫХ МАТРИЦ

Дилмуродов Элёр Бахтиёрович

Доктор философии по физико-математическим наукам (PhD), доцент

Бухарский государственный университет, Бухара, Узбекистан

Бухарское отделение Института Математике имени В.И.Романовского, Бухара,

Узбекистан

Abstract. Ushbu ishda H ikkinchi tartibli operatorli matritsa qaraladi. H operatorli matritsaning xos vektorlari uchun Faddeev tenglamasi quriladi va uning bir qator xossalari o'rganiladi.

Kalit so'zlar: operatorli matritsa, spektr, operator o'zgaruvchili funksiya.

Абстракт. В данной работе рассматривается 2×2 операторная матрица H . Предложен аналог известного уравнения Фаддеева для собственных векторов H и изучены некоторые его важные свойства.

Ключевые слова: операторная матрица, спектр, операторнозначная функция.

Abstract. In this work we consider a 2×2 operator matrix H . We construct an analog of the well-known Faddeev equation for the eigenvectors of H and study some important properties of this equation.

Key words: operator matrix, spectrum, operator-valued function.

Пусть $\mathcal{H}_0, \mathcal{H}_1$ — два гильбертова пространства, причем $\dim \mathcal{H}_0 < \infty$ и $\mathcal{H} := \mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1$. В данной работе мы рассматриваем операторную матрицу вида

$$H := \begin{pmatrix} H_{00} & H_{01} \\ H_{01}^* & H_{11} \end{pmatrix} \quad (1)$$

в $\mathcal{H}$ с элементами $H_{00} = H_{00}^*: \mathcal{H}_0 \rightarrow \mathcal{H}_0$, $H_{01}: \mathcal{H}_1 \rightarrow \mathcal{H}_0$ и $H_{11}: \mathcal{H}_1 \rightarrow \mathcal{H}_1$ — линейными ограниченными операторами. Будем предполагать, что H_{11} допускает представление

$$H_{11} = H_{11}^0 - K,$$

где H_{11}^0 и K — линейные ограниченные самосопряженные операторы, в частности, K является компактным оператором, причем $K \geq 0$.

При этих предположениях операторная матрица H является ограниченным и самосопряженным оператором в $\mathcal{H}$.

Поскольку H_{00}, H_{01} и K являются компактными операторами, по теореме Вейля [1] для существенного спектра $\sigma_{\text{ess}}(H)$ оператора H имеем $\sigma_{\text{ess}}(H) = \sigma_{\text{ess}}(H_{11}^0)$.

Пусть I_i — тождественный оператор на $\mathcal{H}_i$, $i = 0, 1$, и $R_{11}^0(z) := (H_{11}^0 - zI_1)^{-1}$, $z \in \rho(H_{11}^0)$. В нашем анализе дискретного спектра H важную роль играет 2×2 блочная операторная матрица

$$T(z) := \begin{pmatrix} T_{00}(z) & T_{01}(z) \\ T_{10}(z) & T_{11}(z) \end{pmatrix}: \mathcal{H} \rightarrow \mathcal{H}, \quad z \in \rho(H_{11}^0), \quad (2)$$

где элементы $T_{ij}(z): \mathcal{H}_j \rightarrow \mathcal{H}_i$, $i, j = 0, 1$, определяются формулами

$$T_{00}(z) := (1 + z)I_0 - H_{00} + H_{01}R_{11}^0(z)H_{01}^*,$$

$$T_{01}(z) := -H_{01}R_{11}^0(z)K^{1/2},$$

$$T_{10}(z) := -K^{1/2}R_{11}^0(z)H_{01}^*,$$

$$T_{11}(z) := K^{1/2}R_{11}^0(z)K^{1/2}. \quad (3)$$

Множество $\rho(H_{11}^0) \cap \mathbb{R}$ является открытым. Поэтому имеем представление

$$\rho(H_{11}^0) \cap \mathbb{R} = \bigcup_{k=1}^N \Delta_k, \quad 1 \leq N \leq \infty,$$

где Δ_k — открытые попарно не пересекающиеся интервалы в $\mathbb{R}$. В дальнейшем будем называть интервалы Δ_k открытыми компонентами множества $\rho(H_{11}^0) \cap \mathbb{R}$.

Теорема 1. Пусть $T(z)$, $z \in \rho(H_{11}^0)$, — операторнозначная функция, заданная, формулами (2) и (3).

а) $T(\cdot)$ является функцией Неванлинны, допускающей представление

$$T(z) = C_0 + zC_1 + L^*(H_{11}^0 - z)^{-1}L, \quad z \in \rho(H_{11}^0),$$

где

$$C_0 := \begin{pmatrix} 1 - H_{00} & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} = C_0^*, \quad C_1 := \begin{pmatrix} I_0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} = P_0 \geq 0$$

и

$$L := \begin{pmatrix} \mathcal{H}_0 \\ H_{01}^* - K \end{pmatrix}: \bigoplus_{\mathcal{H}_1} \rightarrow \mathcal{H}.$$

б) Функция $T(\cdot)$ непрерывна и непрерывно дифференцируема по операторной норме.

с) На каждой открытой компоненте Δ_k множества $\rho(H_{11}^0) \cap \mathbb{R}$ функция $T(\cdot)$ является неубывающей и удовлетворяет включению $\ker(T'(x)) \subseteq \ker(T(x))$, $x \in \Delta_k$.

Список литературы

1. Reed M., Simon B. *Methods of Modern Mathematical Physics. IV. Analysis of Operators* (Academic Press, New York, 1978).

UMUMLASHGAN FRIDRIXS MODELI XOS QIYMATLARINI MATHCAD REDAKTORI YORDAMIDA TADQIQ QILISH

Yashiyeva Feruza Yusuf qizi
Buxoro davlat pedagogika instituti

Annotatsiya. Ushbu ishda umumlashgan Fridriks modeliga mos Fredgolm determinantining ba'zi analitik xossalari o'rganilgan. Bu modelning xos qiymatlari parametr funksiyalar maxsus ko'rinishga ega bo'lgan hollarda MathCAD redaktori yordamida tadqiq qilingan.

Kalit so'zlar: tor, to'g'ri yig'indi, umumlashgan Fridriks modeli, operatorli matrisa, MathCad redaktori, xos qiymat.

Annotation. In this work we study some analytic properties of the Fredholm determinant corresponding to the generalized Friedrichs model. The eigenvalues of this model are investigated using MathCAD redactor, when parameter function has special form.

Keywords: torus, direct sum, generalized Friedrichs model, operator matrix, MathCAD redactor, eigenvalue.

Аннотация: В данной изучены аналитические свойства определителя Фредгольма, соответствующего обобщенной модели Фридрихса. Исследованы собственные значения обобщенной модели Фридрихса с помощью редактора MathCAD, когда параметр функции имеют специальный вид.

Ключевые слова: тор, прямая сумма, обобщенная модель Фридрихса, операторная матрица, редактор MathCAD, собственное значение.

$T = (-\pi; \pi]$ – bir o'lchamli tor, $\mathbb{C}$ – bir o'lchamli kompleks sonlar fazosi, $L_2(T)$ esa T torda aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi (umuman olganda kompleks qiymatli) funksiyalarning Hilbert fazosini belgilaymiz. Quyidagicha belgilashlar kiritamiz:

$$\mathcal{H}_0 := \mathbb{C}, \quad \mathcal{H}_1 := L_2(T), \quad \mathcal{H} := \mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1.$$

Ta'rif. $\mathcal{H}$ Hilbert fazoga $L_2(T)$ fazo yordamida qurilgan Fok fazosining qirqilgan ikki zarrachali qism fazosi deyiladi.

$\mathcal{H}$ Hilbert fazosida umumlashgan Fridriks modeli deb ataluvchi [1] va

$$H := \begin{pmatrix} H_{00} & H_{01} \\ H_{01}^* & H_{11} \end{pmatrix} \quad (1)$$

ko'rinishda aniqlangan ikkinchi tartibli operatorli matritsani qaraymiz. Bunda $H_{ij}: \mathcal{H}_j \rightarrow \mathcal{H}_i$, $i \leq j$, $i, j = 0, 1$ operatorlar quyidagi qoidalar bo'yicha aniqlangan.

$$H_{00}f_0 = af_0, \quad H_{01}f_1 = \int_T v(t)f_1(t)dt;$$

$$(H_{11}f_1)(x) = (a + u(x))f_1(x), \quad f_0 \in H_0, \quad f_1 \in H_1;$$

a – fiksirlangan haqiqiy son, $u(\cdot)$ va $v(\cdot)$ funksiyalar T torda aniqlangan haqiqiy qiymatli uzluksiz funksiyalar bo'lib, $u(\cdot)$ funksiyaning nomanfiy bo'lishi talab qilinadi.

H_{01}^* orqali H_{01} operatorga qo'shma operator belgilangan bo'lib, sodda hisoblashlarga ko'ra

$$(H_{01}^*f_0)(x) = v(x)f_0, \quad f_0 \in \mathcal{H}_0.$$

Parametrlarga qo'yilgan yuqoridagi shartlarda $\mathcal{H}$ Hilbert fazosida (1) tenglik yordamida aniqlangan H umumlashgan Fridriks modeli chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operator bo'ladi. Bu tasdiqning o'rinli ekanligi Funksional analiz kursining tegishli ta'riflari yordamida tekshiriladi.

Zamonaviy matematik fizikada H_{01} operatorga yo'qotish operatori, H_{01}^* operatorga esa paydo qilish operatori deyiladi.

H operatorining muhim spektrini o'rganish maqsadida $\mathcal{H}$ Hilbert fazosida

$$H_0 := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & H_{11} \end{pmatrix}$$

kabi aniqlangan operatorli matritsani qaraymiz. Aniqlanishiga ko'ra $H - H_0$ ikki o'lchamli o'z – o'ziga qo'shma operator bo'ladi. Shu sababli chekli o'lchamli qo'zg'alishlarda muhim spektrning o'zgarishligi haqidagi Veyl teoremasiga [5] ko'ra H va H_0 operatorli matritsalarining muhim spektrlari ustma – ust tushadi. Ikkinchi tomondan

$$\sigma_{\text{ess}}(H_0) = [a + m; a + M], \quad \sigma_{\text{disc}}(H_0) = \{0\}$$

tengliklar o'rinlidir. Bu yerda m va M sonlari quyidagicha aniqlangan:

$$m := \min_{x \in T} u(x), \quad M := \max_{x \in T} u(x).$$

Yuqoridagi mulohazalarga ko'ra,

$$\sigma_{\text{ess}}(H) = \sigma_{\text{ess}}(H_0) = [a + m; a + M].$$

Endi H operatorning xos qiymatlarini o'rganish masalasini qaraymiz. Buning uchun $\mathbb{C} \setminus [a + m; a + M]$ sohada analitik bo'lgan

$$\Delta(z) := a - z - \int_T \frac{v^2(t)dt}{a + u(t) - z}$$

funksiyani qaraymiz. Odatda, $\Delta(\cdot)$ funksiyaga H umumlashgan Fridriks modeliga mos Fredgol'm determinanti deyiladi. Quyidagi lemma H umumlashgan Fridriks modeli xos qiymatlari va $\Delta(\cdot)$ funksiya nollari orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

1-lemma: Ushbu $z \in \mathbb{C} \setminus [a + m; a + M]$ soni H umumlashgan Fridriks modelining xos qiymati bo'lishi uchun $\Delta(z) = 0$ tenglikning bajarilishi zarur va yetarli.

1-lemmadan H umumlashgan Fridriks modeli diskret spektri uchun

$$\sigma_{\text{disc}}(H) = \{z \in \mathbb{C} \setminus [a + m; a + M] : \Delta(z) = 0\} \quad (2)$$

tenglik kelib chiqadi.

Qulaylik uchun $\Delta(\cdot)$ funksiyaning ayrim analitik xossalarini bayon qilamiz.

$\Delta(\cdot)$ funksiya $(-\infty; a + m)$ va $(a + M; +\infty)$ oraliqlarda monoton kamayuvchi funksiya bo'lganligi bois integral belgisi ostida limitga o'tish haqidagi Lebeg teoremasiga ko'ra chekli yoki cheksiz bo'lgan

$$\Delta(a + m) = \lim_{z \rightarrow a + m - 0} \Delta(z), \quad \Delta(a + M) = \lim_{z \rightarrow a + M + 0} \Delta(z)$$

limitlar mavjud bo'ladi. Bu holda

$$\Delta(a + m) = -m - \int_T \frac{v^2(t)dt}{u(t) - m} < 0$$

bo'ladi. Ikkinchi tomondan,

$$\lim_{z \rightarrow -\infty} \Delta(z) = +\infty$$

munosabat o'rinli. $\Delta(\cdot)$ funksiya $(-\infty; a + m)$ oraliqda monoton kamayuvchi uzluksiz funksiya bo'lgani bois yagona $E_1 \in (-\infty; a + m)$ soni topilib, $\Delta(E_1) = 0$ bo'ladi. (2) tenglikka ko'ra, E_1 soni H operatorning oddiy xos qiymati bo'ladi. Endi $\Delta(a + M)$ ni tahlil qilamiz. Agar

$$\int_T \frac{v^2(t)dt}{u(t) - M} \quad (3)$$

integral uzoqlashuvchi bo'lsa, u holda $\Delta(a + M) = +\infty$ bo'lib,

$$\lim_{z \rightarrow +\infty} \Delta(z) = -\infty$$

tenglikka ko'ra hamda $\Delta(\cdot)$ funksiyaning $(a + M; +\infty)$ oraliqda monoton va uzluksizligidan shunday $E_2 \in (a + M; +\infty)$ soni topilib, $\Delta(E_2) = 0$ bo'ladi. U holda (2) tenglikka ko'ra, E_2 soni H operatorning oddiy xos qiymati bo'ladi. Agar (3) integral yaqinlashuvchi bo'lsa, u holda E_2 xos qiymatning mavjudligi $\Delta(a + M)$ ning qiymatidan bog'liq. $\Delta(a + M) \leq 0$ bo'lgani holda H operator $(a + M; +\infty)$ oraliqda yotuvchi xos qiymatga ega emas. Agar $\Delta(a + M) > 0$ bo'lsa, u holda H operator $(a + M; +\infty)$ oraliqda yotuvchi yagona E_2 oddiy xos qiymatga ega.

Endi MathCAD matematik redaktori yordamida xususiy holda (parametr funksiyalar ko'rinishi aniq berilgan holda) E_1 va E_2 xos qiymatlarni aniq topish masalasini qaraymiz. Faraz qilaylik,

$$a = 1, \quad v(x) = \sin x, \quad u(x) = 1 - \cos x$$

bo'lsin. Bu holda

$$\Delta(z) = 1 - z - \int_T \frac{\sin^2(t) dt}{2 - \cos(t) - z}$$

bo'ladi.

Endi MathCAD redaktori yordamida $\Delta(z)$ funksiyani chizamiz. Buning uchun quyidagi buyruqlar ketma – ketligidan foydalanamiz:

1-misol:

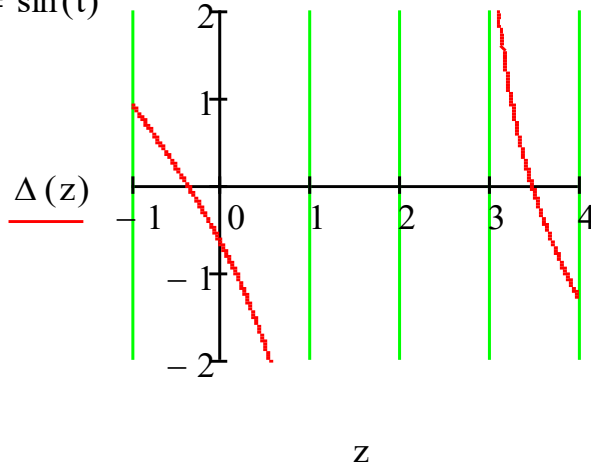
$$a := 1,$$

$$u(t) := 1 - \cos(t),$$

$$v(t) := \sin(t)$$

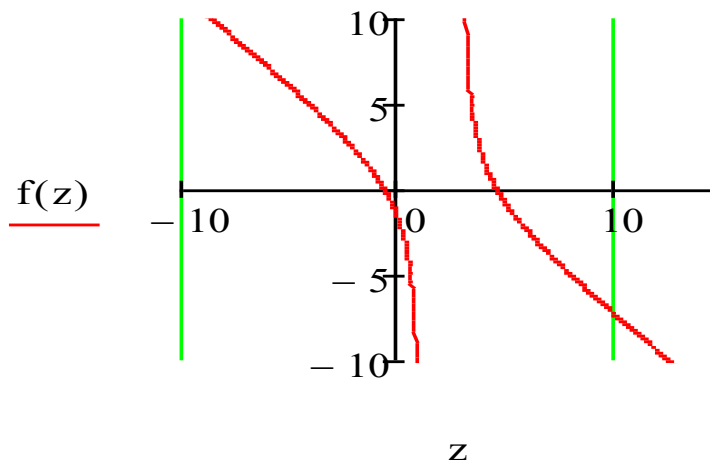
$$y(t) := (-1, 1),$$

$$u(t) := (0, 2)$$



$$\Delta(z) := 1 - z - \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\sin(t)^2}{2 - \cos(t) - z} dt$$

Yuqoridagi chizmalardan ko'rinib turibdiki, $\Delta(\cdot)$ funksiyani ikkita E_1 va E_2 nollari mavjud. 1-lemmaga ko'ra E_1 va E_2 sonlar H operatorning xos qiymatlari bo'lib, E_1 xos qiymat $(-1; 1)$ oraliqda va E_2 xos qiymat esa $(3; 4)$ oraliqda joylashgan.



2-misol: Faraz qilaylik,

$$a = 2, \quad v(x) = 1, \quad u(x) = 2 - \sin(t)$$

bo'lsin. Bu holda,

$$f(z) = 2 - z - \left(\int_T \frac{1}{2 - \sin(t) - z} dt \right).$$

Ushbu funksiyani nollarini topaylik. $f(\cdot)$ funksiyani MathCAD redaktori orqali chizaylik:

$$a := 2, \quad v(t) := 1, \quad f(z) := 2 - z - \int_{-\pi}^{\pi} \frac{1}{2 - \sin(t) - z} dt$$

$$u(t) = 2 - \sin(t)$$

Chizmalardan ko‘rinib turibdiki, ushbu misolda ham 2 ta E_1 va E_2 xos qiymatlar mavjud bo‘lib, E_1 xos qiymat $(-3; -2)$ va E_2 $(6; 7)$ sonlari orasida joylashgan.

Foydalanilgan adabiyot

1. Лакаев С.Н. Некоторые спектральные свойства модели Фридрикса. Труды семинара им. И. Г. Петровского, 11 (1986), С. 210-223.
27:2 (2007), pp. 191-220.

UCH O‘LCHAMLI QO‘ZG‘ALISHGA EGA UMUMLASHGAN FRIDRIXS MODELI XOS QIYMATLARINING MAVJUDLIGI

Sayliyeva Gulrux Rustam qizi

Buxoro davlat universiteti, Buxoro, O‘zbekiston

g.r.saylieva@buxdu.uz

Annotatsiya. Mazkur ishda Fok fazosining ikki zarrachali qir qilgan qism fazosida ta’sir qiluvchi, uch o‘lchamli qo‘zg‘alishga ega umumlashgan Fridrixs modeli qarang. Uning kamida bitta va ko‘pi bilan uchta xos qiymatlarga ega ekanligi bayon qilingan. Berilgan operator bitta, ikkita va uchta xos qiymatlarga ega bo‘lish shartlari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Fok fazosi, operatorli matritsa, umumlashgan Fridrixs modeli, muhim spektr, xos qiymat.

Аннотация. В данной работе рассматривается обобщенная модель Фридрикса с трехмерным возмущением, действующий в двухчастичном обрезанном подпространстве фоковского пространства. Утверждается, что он имеет не менее одного и не более трех собственных значений. Приведены условия наличия у данного оператора одного, двух и трех собственных значений.

Ключевые слова: пространства Фока, операторная матрица, обобщенная модель Фридрикса, существенный спектр, собственное значение.

Annotation. In this work we consider the generalized Friedrichs model with rank three perturbation, acting in the two-particle cut subspace of the Fock space. It is stated that it has at least one and at most three eigenvalues. The conditions for a given operator to have one, two, and three eigenvalues are given.

Key words: Fock space, operator matrix, generalized Friedrichs model, essential spectrum, eigenvalue.

$\mathbb{C}$ kompleks sonlar maydoni, $L_2(\mathbb{T})$ bir o‘lchamli $\mathbb{T} = (-\pi, \pi]$ torda aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi (kompleks qiymatli) uzluksiz funksiyalarning Hilbert fazosi bo‘lsin. $\mathcal{H}$ orqali $\mathcal{H}_0 := \mathbb{C}$ va $\mathcal{H}_1 := L_2(\mathbb{T})$ Hilbert fazolarining to‘g‘ri yig‘indisini belgilaymiz, ya’ni $\mathcal{H} := \mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1$. Demak

$$\mathcal{H} := \{f = (f_0, f_1): f_0 \in \mathcal{H}_0, f_1 \in \mathcal{H}_1\}.$$

Hosil bo‘lgan $\mathcal{H}$ Hilbert fazosiga Fok fazosining qir qilgan ikki zarrachali qism fazosi deyiladi. $\mathcal{H}$ Hilbert fazosida

$$H_{\mu, \lambda} := \begin{pmatrix} H_{00} & \mu H_{01} \\ \mu H_{01}^* & H_{11}^0 - \lambda V \end{pmatrix}$$

ko‘rinishida berilgan ikkinchi tartibli operatorli matritsani qaraymiz. Bunda

$$H_{00}f_0 = \varepsilon f_0, \quad H_{01}f_1 = \int_{\mathbb{T}} \cos(t) f_1(t) dt;$$

$$(H_{11}^0 f_1)(x) = (\varepsilon + 1 - \cos(2x)) f_1(x), \quad (V f_1)(x) = \sin(x) \int_{\mathbb{T}} \sin(t) f_1(t) dt.$$

Bu yerda μ, λ sonlari haqiqiy musbat sonlar, ε biror fiksrangan haqiqiy son.

Parametrlarga qo'yilgan bunday shartlarda $H_{\mu,\lambda}$ operatorli matritsa $\mathcal{H}$ Hilbert fazosida chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operatoridir.

Odatda $H_{\mu,\lambda}$ operatorli matritsaga umumlashgan Fridriks modeli deb ataladi hamda panjaradagi soni saqlanmaydigan va ikkitadan oshmaydigan zarrachalar sistemasiga mos keluvchi Hamiltonianni ifodalaydi [2]. Sodda mulohazalar yordamida $H_{\mu,\lambda}$ operatorli matritsa uch o'lchamli qo'zg'alishga ega ekanligini ko'rsatish mumkin.

Chekli o'lchamli qo'zg'alishlarda muhim spektrning o'zgarmasligi haqidagi mashhur Veyl teoremasini qo'llab, $H_{\mu,\lambda}$ operatorning muhim spektri uchun

$$\sigma_{\text{ess}}(H_{\mu,\lambda}) = [\varepsilon; \varepsilon + 2]$$

tenglikni hosil qilamiz.

Quyidagi miqdorlarni kiritamiz:

$$\mu_0 := \frac{2}{\sqrt{\pi}}, \quad \lambda_0 := \frac{1}{\pi}.$$

Quyidagi teorema ishning asosiy natijasi bo'lib, $H_{\mu,\lambda}$ operator xos qiymatlarining soni va joylashuv o'rnini tavsiflaydi.

1-teorema. (A) Istalgan $\mu, \lambda > 0$ sonlari uchun $H_{\mu,\lambda}$ operator ε nuqtadan chapda kamida bitta, ko'pi bilan ikkita, $\varepsilon + 2$ nuqtadan o'ngda esa ko'pi bilan bitta xos qiymatga ega;

(B) Agar $\mu \leq \mu_0, \lambda \leq \lambda_0$ bo'lsa, u holda $H_{\mu,\lambda}$ operator ε nuqtadan chapda yagona xos qiymatga ega;

(C) Agar $\mu > \mu_0, \lambda \leq \lambda_0$ bo'lsa, u holda $H_{\mu,\lambda}$ operator ε nuqtadan chapda va $\varepsilon + 2$ nuqtadan o'ngda bittadan oddiy xos qiymatlarga ega;

(D) Agar $\mu \leq \mu_0, \lambda > \lambda_0$ bo'lsa, u holda $H_{\mu,\lambda}$ operator ε nuqtadan chapda 2 ta xos qiymatlarga ega hamda $\varepsilon + 2$ nuqtadan o'ngda joylashgan xos qiymatlarga ega emas;

(E) Agar $\mu > \mu_0, \lambda > \lambda_0$ bo'lsa, u holda $H_{\mu,\lambda}$ operator ε nuqtadan chapda 2 ta va $\varepsilon + 2$ nuqtadan o'ngda bitta xos qiymatlarga ega.

Bayon qilingan teorema kompakt bo'lmagan qo'zg'alishga ega uchinchi tartibli operatorli matritsa muhim spektri tarmoqlarining joylashuv o'rnini, tuzilishi va uni tashkil qiluvchi kesmalar sonini aniqlashda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. C.Tretter. Spectral Theory of Block Operator Matrices and Applications. Imperial College Press, 2008.
2. T.Rasulov. Study of the essential spectrum of a matrix operator. Theor. Math. Phys. 164:1 (2010), pp. 883-895.

PANJARADAGI UCH ZARRACHALI MODEL OPERATOR MUHIM SPEKTRI CHEGARALARI UCHUN MUNOSABATLAR

G.H.Umirqulova

Buxoro davlat universiteti

g.h.umirqulova@buxdu.uz

Annotatsiya. Ushbu ishda bir o'lchamli panjaradagi uchta zarrachalar sistemasiga mos model operator Hilbert fazosidagi chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operator sifatida qaralgan. Model operator muhim spektrining quyi va yuqori chegaralari uchun munosabatlar bayon qilingan.

Kalit so'zlar: zarrachalar sistemasi, model operator, Hilbert fazo, Fridriks modeli, muhim spektr va uning tarmoqlari, chegara, baholash.

Annotation. In this work we consider a model operator corresponding to the two-particle system on a one-dimensional lattice as a linear, bounded, and self-adjoint operator in the Hilbert space. It is presented the relations for the lower and upper bounds of the essential spectrum of the model operator.

Keywords: system of particles, model operator, Hilbert space, Friedrichs model, essential spectrum and its branches, bound, estimate.

Аннотация. В данной работе модельный оператор, соответствующий системы двух частиц на одномерной решетке, рассматривается как линейный, ограниченный и самосопряженный оператор в гильбертовом пространстве. Изложены соотношения для нижней и верхней границ существенного спектра модельного оператора.

Ключевые слова: система частиц, модельный оператор, гильбертово пространство, модель Фридрихса, существенный спектр и его ветви, граница, оценка.

$T^1 := (-\pi; \pi]$ orqali bir o'lchamli torni belgilaymiz. Mazkur maqolada T^2 to'plamda aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi (umuman olganda kompleks qiymatlarni qabul qiluvchi) simmetrik funksiyalarning Hilbert fazosi bo'lgan $L_2^s(T^2)$ fazoda

$$H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)} := H_0^{(\gamma)} - \mu(V_1 + V_2) - \lambda V_3, \quad (1)$$

tenglik orqali aniqlanuvchi Hamiltonianni qaraymiz. Bunda $\mu, \lambda > 0$ ta'sirlashish parametrlari, $H_0^{(\gamma)}$ qo'zg'almas operator $E_\gamma(\cdot, \cdot)$ funksiyaga ko'paytirish operatori:

$$\begin{aligned} (H_0^{(\gamma)} f)(x, y) &= E_\gamma(x, y) f(x, y), \\ E_\gamma(x, y) &:= \varepsilon(x) + \varepsilon(y) + \gamma \varepsilon(x + y), \\ \varepsilon(x) &:= 1 - \cos(mx), m \in N. \end{aligned}$$

$V_\alpha, \alpha = 1, 2, 3$ - operatorlar esa lokal bo'lmagan potensial operatorlari bo'lib, quyidagi ko'rinishdagi xususiy integrall operatorlardir:

$$\begin{aligned} (V_1 f)(x, y) &= v(y) \int_{T^1} v(t) f(x, t) dt, \\ (V_2 f)(x, y) &= v(x) \int_{T^1} v(t) f(t, y) dt, \\ (V_3 f)(x, y) &= \int_{T^1} f(t, x + y - t) dt. \end{aligned}$$

V_1 va V_2 operatorlar yadrosida ishtirok etuvchi $v(\cdot)$ funksiya T^1 to'plamda aniqlangan haqiqiy qiymatli uzluksiz funksiya.

(1) tenglik yordamida ta'sir qiluvchi $H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)}$ operator $L_2^s(T^2)$ Hilbert fazosida chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operator.

Ishning asosiy natijasini bayon qilish maqsadida $L_2(T^1)$ Hilbert fazosida ikkita

$$\begin{aligned} (h_\mu^{(\gamma,1)}(k)g)(x) &= (\varepsilon(x) + \gamma \varepsilon(k + x))g(x) - \mu v(x) \int_{T^1} v(t)g(t)dt, \\ (h_\lambda^{(2)}(k)g)(x) &= (\varepsilon(x) + \varepsilon(k - x))g(x) - \lambda \int_{T^1} g(t)dt \end{aligned}$$

Fridriks modellari oilasini qaraymiz.

Quyidagicha belgilash kiritamiz:

$$\Sigma_{\mu,\lambda}^{(\gamma)} := \bigcup_{k \in T^1} \left\{ \sigma_{\text{disc}} \left(h_{\mu}^{(\gamma,1)}(k) \right) + \varepsilon(k) \right\} \bigcup_{k \in T^1} \left\{ \sigma_{\text{disc}} \left(h_{\lambda}^{(2)}(k) \right) + \gamma \varepsilon(k) \right\} \cup \left[0; 3 + \frac{3\gamma}{2} \right].$$

Quyidagi teorema $H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)}$ model operator muhim spektrining joylashuv o'rnini ifodalaydi.

1-teorema. $H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)}$ model Hamiltonianning muhim spektri uchun

$$\sigma_{\text{ess}} \left(H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)} \right) = \Sigma_{\mu,\lambda}^{(\gamma)}$$

tenglik o'rinli bo'ladi.

Ta'rif. Ushbu

$$\sigma_{\text{three}} \left(H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)} \right) := \left[0; 3 + \frac{3\gamma}{2} \right]$$

va

$$\sigma_{\text{two}} \left(H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)} \right) := \bigcup_{k \in T^1} \left\{ \sigma_{\text{disc}} \left(h_{\mu}^{(\gamma,1)}(k) \right) + \varepsilon(k) \right\} \bigcup_{k \in T^1} \left\{ \sigma_{\text{disc}} \left(h_{\lambda}^{(2)}(k) \right) + \gamma \varepsilon(k) \right\}$$

to'plamlarga mos ravishda $H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)}$ model operator muhim spektrining uch va ikki zarrachali tarmoqlari deyiladi.

Endi ishning asosiy natijasini bayon qilamiz.

2-teorema. Ixtiyoriy $\mu, \gamma, \lambda > 0$ sonlari uchun $H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)}$ model operator muhim spektrining chegaralari uchun quyidagi munosabatlar o'rinli:

$$\begin{aligned} \min \sigma_{\text{ess}} \left(H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)} \right) < 0 = \min \sigma_{\text{three}} \left(H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)} \right), \\ \max \sigma \left(H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)} \right) = \max \sigma_{\text{ess}} \left(H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)} \right) = 3 + \frac{3\gamma}{2}. \end{aligned}$$

Oxirgi teoremda $H_{\mu,\lambda}^{(\gamma)}$ model operator muhim spektri quyi chegarasi uchun olingan baholash ikki zarrachali tarmoqning quyi chegarasi manfiy ekanligini anglatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. T.Kh.Rasulov, Z.D.Rasulova. On the spectrum of a three-particle model operator on a lattice with non-local potentials. Siberian Electronic Mathematical Reports, 12 (2015), pp. 168-184.
2. G.H.Umirqulova. Panjaradagi uch zarrachali sistemaga mos model gamiltonianning muhim spektrining tavsifi. O'zMU xabarlar, Toshkent, 2024-y., 118-127 betlar.

TO'RT O'LCHAMLI QO'ZG'ALISHGA EGA FRIDRIXS MODELI SONLI TASVIRINI TADQIQ QILISH

Husenova Jasmina To'liqinova
Buxoro davlat universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada to'rt o'lchamli qo'zg'alishga ega, panjaradagi ikkita zarrachali sistema Hamiltonianiga mos Fridriks modeli qaralgan. Yordamchi to'rtta bir o'lchamli qo'zg'alishga ega Fridriks modellari sonli tasviri yordamida o'rganilayotgan Fridriks modelining sonli tasviri tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: Fridriks modeli, qo'zg'alish operatori, integral operator, bir o'lchamli panjara, sonli tasvir.

Аннотация. В данной работе рассматривается модель Фридрикса с четырехмерным возмущением, соответствующий гамильтониану системы двух частиц на решетке. С помощью числовой области значений четырех вспомогательных моделей Фридрикса с одномерными возмущениями анализируется числовая область значений исследуемой модели Фридрикса.

Ключевые слова: модель Фридрикса, оператор возмущения, интегральный оператор, одномерная решетка, числовой область значений.

Annotation. In this article the Friedrichs model with rank four perturbation, corresponding to the Hamiltonian of the two-particle system on a lattice is considered. By the numerical ranges of the four auxiliary Friedrichs models with rank one perturbation the numerical range of the considered Friedrichs model is analyzed.

Key words: Friedrichs model, perturbation operator, integral operator, one-dimensional lattice, numerical range.

Bizga X Hilbert fazosida aniqlangan A chiziqli chegaralangan operator berilgan bo'lsin. $\|\cdot\|$ va $(\cdot, \cdot)$ simvollar orqali X fazosidagi mos ravishda norma va skalyar ko'paytmalarni belgilaymiz. Quyidagi

$$W(A) := \{(Ax, x) : x \in X : \|x\| = 1\}$$

ko'rinishda aniqlangan to'plamga A operatorning sonli tasviri deyiladi [1]. Ushbu ishda $L_2[-\pi; \pi]$ Hilbert fazosida chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma bo'lgan hamda to'rt o'lchamli qo'zg'alishga ega Fridriks modelining sonli tasviri o'rganilgan. Ta'kidlash joizki, tadqiq qilingan Fridriks modelini panjaradagi ikki zarrachali sistemaga mos Hamiltonian sifatida ham qarash mumkin. Fridriks modelining sonli tasvirini o'rganish kvant mexanikasi, statistik mexanika va gidrodinamika kabi sohalarining dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi.

Endi $L_2[-\pi; \pi]$ Hilbert fazosida

$$H = H_0 - V_1 - V_2 - V_3 - V_4 \quad (1)$$

ko'rinishdagi Fridriks modelini qaraymiz. Bu yerda H_0 operator $u(\cdot)$ funksiyaga ko'paytirish operatori:

$$(H_0 f)(x) = u(x)f(x), \quad f \in L_2[-\pi; \pi],$$

V_α operatorlar esa qo'zg'alish operatorlari (integral operatorlar):

$$(V_\alpha f)(x) = v_\alpha(x) \int_{-\pi}^{\pi} v_\alpha(t)f(t)dt, \quad \alpha = 1, 2, 3, 4, \quad f \in L_2[-\pi; \pi].$$

Operatorning $u(\cdot)$, $v_\alpha(\cdot)$, $\alpha = 1, 2, 3, 4$ parametr funksiyalari $[-\pi; \pi]$ kesmada aniqlangan haqiqiy qiymatli uzluksiz funksiyalar bo'lib, $v_\alpha(\cdot)$, $\alpha = 1, 2, 3, 4$ paramter funksiyalar chiziqli bog'lanmagan bo'lsin.

Parametr funksiyalarga qo'yilgan bunday shartlarda (1) tenglik bilan aniqlangan H operator $L_2[-\pi; \pi]$ Hilbert fazosidagi chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operator bo'ladi.

$V := V_1 + V_2 + V_3 + V_4$ to'rt o'lchamli operator bo'lgani bois chekli o'lchamli qo'zg'alishlarda muhim spektrning o'zgarmasligi haqidagi Veyl teoremasidan foydalanib [2], H Fridriks modelining muhim spektri uchun quyidagi

$$\sigma_{\text{ess}}(H) = \sigma(H_0) = \sigma_{\text{ess}}(H_0) = [m; M]$$

tengliklarni hosil qilamiz. Bu yerda m va M sonlari uchun

$$m := \min_{x \in [-\pi; \pi]} u(x), \quad M := \max_{x \in [-\pi; \pi]} u(x)$$

tengliklar o'rinli.

Birinchi natijani bayon qilamiz.

1-teorema. a) $M \notin W(H)$ munosabat o'rinli.

b) $z = M$ soni $W(H)$ to'plam uchun limitik nuqta bo'ladi.

Keyingi izlanishlarimizda foydalanish maqsadida H Fridriks modeli bilan bir qatorda $L_2[-\pi; \pi]$ Hilbert fazosida chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma bo'lgan $H_k := H_0 - V_k$, $k = 1, 2, 3, 4$ operatorlarni qaraymiz. Aniqlanishiga ko'ra, H_1 , H_2 , H_3 va H_4 Fridriks modellari bir o'lchamli qo'zg'alishga egadir hamda H Fridriks modeliga nisbatan sodda ko'rinishga ega bo'lib, tadqiq qilish uchun qulaydir.

Ikkinchi natijani bayon qilamiz.

2-teorema. Shunday $i, j, k \in \{1, 2, 3, 4\}$ indekslar topilib,
 $W(H_i) \subset W(H_j) \subset W(H_k)$

munosabatlar bajariladi.

Navbatdagi natijani bayon qilish maqsadida $\text{supp}\{v_k\}$ orqali $v_k(\cdot)$ funksiyaning tashuvchisini, $\mu(\Omega)$ orqali $\Omega \subset R$ to'plamning Lebeg o'lchovini belgilaymiz.

Uchinchi natijani bayon qilamiz.

3-teorema. Agar istalgan $i \neq j$, $i, j = 1, 2, 3, 4$ indekslar uchun

$$\mu(\text{supp}\{v_i\} \cap \text{supp}\{v_j\}) = 0$$

shart bajarilsa, u holda shunday $k \in \{1, 2, 3, 4\}$ indeks topilib, $W(H_k) = W(H)$ tenglik o'rinli bo'ladi.

Bayon qilingan 1-2-3-teoremlar H Fridriks modeli sonli tasviri va spektri orasida bog'lanishni aniqlashda hamda ularning ustma-ust tushish shartlarini topishda muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

[1] O.Toeplitz. Das algebraische Analogon zu einem Satze von Fejer. Math. Z., 2:1-2 (1918), pp. 187-197.

[2] М.Рид, Б.Саймон, Методы современной математической физики. Т. 4. Анализ операторов, Москва: Мир, 1982.

IKKI O'LCHAMLI QO'ZG'ALISHGA EGA FRIDRIXS MODELLARI OILASINING XOS QIYMATLARI HAQIDA

Jabborova Gulasal Sultonovna

Buxoro davlat universiteti tayanch doktoranti

g.s.jabborova@buxdu.uz

Annotatsiya. Ushbu ishda ikki o'lchamli qo'zg'alishga ega Fridriks modellari oilasiga mos Fredgolm determinanti qurilgan. Bu operator muhim spektrdan chapda ko'pi bilan ikkita xos qiymatga ega bo'lishi, muhim spektrdan o'ngda xos qiymatlarga ega emasligi ko'rsatirilgan.

Kalit so'zlar: Hilbert fazosi, Fridriks modeli, muhim spektr, xos qiymat.

Аннотация. В данной работе построен определитель Фредгольма, соответствующий семейству моделей Фридрикса с двумерным возмущением. Показано, что данный модель имеет не более двух собственных значений, лежащих левее своего существенного спектра и не имеет собственных значений, лежащих правее существенного спектра.

Ключевые слова: гильбертово пространство, модель Фридрикса, существенный спектр, собственное значение.

Annotation. In this work we construct the Fredholm determinant, corresponding to the family of Friedrichs model with rank two perturbation. It is shown that this model has no more than two eigenvalues, located in the l.h.s. of its essential spectrum and has no eigenvalues, located in the r.h.s. of essential spectrum.

Keywords: Hilbert space, Friedrichs model, essential spectrum, eigenvalue.

T^3 orqali uch o'lchamli torni, $L_2(T^3)$ orqali T^3 torda aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi (umuman olganda kompleks qiymatli) funksiyalarning Hilbert fazosini belgilaymiz.

$L_2(T^3)$ Hilbert fazosida

$$h_\mu(k) = h_0(k) - \mu_1 V_1 - \mu_2 V_2, \quad \mu = (\mu_1, \mu_2)$$

tenglik yordamida ta'sir qiluvchi operatorni qaraymiz. Bunda $\mu_1, \mu_2 > 0$ haqiqiy sonlar ta'sirlashish parametrlari, $h_0(k)$ operator $L_2(\mathbb{T}^3)$ Hilbert fazosida ko'paytirish operatori:

$$(h_0(k)f)(p) = (\varepsilon(p) + \varepsilon(k - p))f(p).$$

Bu yerda $\varepsilon(\cdot)$ funksiya

$$\varepsilon(p) := \sum_{i=1}^3 (1 - \cos(3p_i))$$

kabi aniqlangan. V_α , $\alpha = 1, 2$ potensial operatorlari deb ataladi hamda $L_2(\mathbb{T}^3)$ Hilbert fazosida

$$(V_\alpha f)(p) = v_\alpha(p) \int_{\mathbb{T}^3} v_\alpha(t) f(t) dt, \quad \alpha = 1, 2$$

kabi aniqlangan. Bu yerda $v_\alpha(\cdot)$, $\alpha = 1, 2$ funksiyalar $\mathbb{T}^3$ torda aniqlangan haqiqiy qiymatli uzluksiz funksiyalar bo'lib, $v_1(\cdot)$ va $v_2(\cdot)$ funksiyalar chiziqli bog'lanmagan funksiyalar. Bu talab $V_1 + V_2$ operatorning ikki o'lchamli bo'lishini ta'minlaydi.

Chekli o'lchamli qo'zg'alishlarga muhim spektrning o'zgarmasligi haqidagi mashhur Veyl teoremasiga ko'ra, $h_\mu(k)$ Fridriks modellari oilasining muhim spektri $h_0(k)$ ko'paytirish operatorining muhim spektri bilan ustma-ust tushadi. Bizga yaxshi ma'lumki, $h_0(k)$ ko'paytirish operatori sof muhim spektrga ega va

$$\sigma(h_0(k)) = \sigma_{\text{ess}}(h_0(k)) = [m(k), M(k)]$$

tengliklar o'rinlidir. Bu yerda $m(k)$ va $M(k)$ sonlari

$$m(k) := \min_{p \in \mathbb{T}^3} (\varepsilon(p) + \varepsilon(k - p)) = 2 \sum_{i=1}^3 \left(1 - \left|\cos \frac{3k_i}{2}\right|\right)$$

$$M(k) := \max_{p \in \mathbb{T}^3} (\varepsilon(p) + \varepsilon(k - p)) = 2 \sum_{i=1}^3 \left(1 + \left|\cos \frac{3k_i}{2}\right|\right)$$

tengliklar yordamida aniqlanadi.

Oxirgi ikkita mulohazalardan $h_\mu(k)$ Fridriks modellari oilasining muhim spektri uchun

$$\sigma_{\text{ess}}(h_\mu(k)) = [m(k), M(k)]$$

tenglikni hosil qilamiz.

Har bir $k \in \mathbb{T}^3$ element va $\mu_1, \mu_2 > 0$ sonlari uchun $\mathbb{C} \setminus [m(k), M(k)]$ sohada regulyar bo'lgan

$$\Delta_\mu(k; z) := \Delta_{\mu_1}^{(1)}(k; z) \Delta_{\mu_2}^{(2)}(k; z) - \mu_1 \mu_2 I_{12}^2(k; z)$$

funksiyani qaraymiz, bunda $\Delta_{\mu_1}^{(1)}(\cdot)$, $\Delta_{\mu_2}^{(2)}(\cdot)$ va $I_{\alpha\beta}(\cdot)$, $\alpha, \beta = 1, 2$ funksiyalar $\mathbb{C} \setminus [m(k), M(k)]$ sohada

$$\Delta_{\mu_1}^{(1)}(k; z) := 1 - \mu_1 I_{11}(k; z), \quad \Delta_{\mu_2}^{(2)}(k; z) := 1 - \mu_2 I_{22}(k; z),$$

$$I_{\alpha\beta}(k; z) := \int_{\mathbb{T}^3} \frac{v_\alpha(t) v_\beta(t)}{\varepsilon(t) + \varepsilon(k - t) - z} dt, \quad \alpha, \beta = 1, 2$$

kabi aniqlangan. Odatda $\Delta_\mu(k; \cdot)$ funksiyaga $h_\mu(k)$ Fridriks modellari oilasiga mos Fredgolm determinanti deyiladi hamda bu funksiya $h_\mu(k)$ Fridriks modelining diskret spektrini tadqiq qilishda muhim ahamiyat kasb etadi [1-5].

Quyida $h_\mu(k)$ Fridriks modellari oilasi xos qiymatlari va $\Delta_\mu(k; \cdot)$ Fredgolm determinanti nollari orasidagi bog'lanishni ifodalovchi natijani keltiramiz.

1-lemma. $z \in \mathbb{C} \setminus [m(k), M(k)]$ soni $h_\mu(k)$ Fridriks modellari oilasining xos qiymati bo'lishi uchun $\Delta_\mu(k; z) = 0$ bo'lishi zarur va yetarlidir.

1-natija. $h_\mu(k)$ Fridriks modellari oilasining diskret spektri uchun

$$\sigma_{\text{disc}}(h_\mu(k)) = \{z \in \mathbb{C} \setminus [m(k), M(k)] : \Delta_\mu(k; z) = 0\}$$

tenglik kelib chiqadi.

Ishning birinchi asosiy natijasini bayon qilamiz.

1-teorema. $h_\mu(k)$ Fridriks modellari oilasining $m(k)$ nuqtadan chap tomonda joylashgan ko'pi bilan ikkita (karraligi bilan hisoblanganda) xos qiymatlarga ega va $M(k)$ nuqtaning o'ng tomonida joylashgan xos qiymatlarga ega emas.

[1] maqolada $\mu_1 > 0$ va $\mu_2 < 0$ hol qaralgan, hamda muhim spektrdan chapda va o'ngda joylashgan ko'pi bilan bittadan oddiy xos qiymatlarga ega bo'ladi.

Ishning ikkinchi asosiy natijasini bayon qilish maqsadida $L_2(\mathbb{T}^3)$ Hilbert fazosida

$$h_{\mu_\alpha}^{(\alpha)} := h_0(k) - \mu_\alpha V_\alpha, \quad \alpha = 1, 2$$

kabi aniqlangan operatorlarni kiritamiz.

2-teorema. Agar biror $\alpha \in \{1, 2\}$ $k \in \mathbb{T}^3$ element uchun $h_{\mu_\alpha}(k)$ operator $e_{\mu_\alpha}(k)$ xos qiymatga ega bo'lsa, u holda istalgan μ_β , $\beta \in \{1, 2\} \setminus \{\alpha\}$ uchun $h_\mu(k)$ operator $e_{\mu_\alpha}(k)$ dan chapda yagona $E_\mu(k)$ xos qiymatga ega ya'ni $E_\mu(k) < e_{\mu_\alpha}(k)$.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Rasulov T.H., Bahronov B.I. Structure of the numerical range of Friedrichs model: 1D case with rank two perturbation. Bulletin of the Institute of Mathematics, № 4 (2020), pp. 21–28.
2. Lakaev S.N., Muminov M.E. Essential and discrete spectra of the three-particle Schroedinger operator on a lattices. Theor. Math. Phys, 135:3 (2003), p. 849 – 871.
3. Rasulov T.H., Bahronov B.I. Existence of the eigenvalues of a tensor sum of the Friedrichs models with rank 2 perturbation. Nanosystems: Phys. Chem. Math., 14:2 (2023), pp. 151–157 (Scopus).
4. Rasulov T.H., Bahronov B.I. On the numerical range of a Friedrichs model with rank two perturbation: Threshold analysis technique. AIP Conference Proceedings. 2764 (2023), pp. 03007: 1–10 (Scopus)
5. Rasulov T.Kh. Essential spectrum of a model operator associated with a three particle system on a lattice. Theor. Math. Phys, 166:1 (2011), p. 81 – 93

DYNAMICS OF A DISCRETE - TIME SIRD REINFECTION MODEL

Jamilov U.U.,

DSc., Senior researcher

V.I. Romanovskiy Institute of Mathematics

Khudoyberdiev Kh.O.,

Teacher of Nordic International University

jamilovu@yandex.ru, xudoyberdiyev.x@mail.ru

Abstract. We consider a discrete-time dynamical system of a modified SIRD model. We describe the set of fixed points and show that all fixed points are non-hyperbolic. We prove that orbits for operator converge to a fixed point.

Keywords: model, quadratic operator, limit point, orbit.

Аннотация. Рассмотрим дискретную динамическую систему модифицированной модели SIRD. Описано множество неподвижных точек и показано, что все неподвижные точки являются негиперболическими. Показано, что все орбиты такого оператора сходятся к неподвижной точке.

Ключевые слова: модель, квадратичный оператор, предельная точка.

Annotatsiya. Ushbu ishda o'zgartirilgan SIRD modelining diskret dinamik sistemasi o'rganilgan. Barcha qo'zg'almas nuqtalari topilgan va ular nogiperbolik tipga ega ekanligi ko'rsatilgan. Har qanday orbitasi qo'zg'almas nuqtaga yaqinlashishi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: model, kvadratik operator, limit nuqta, orbita.

Consider the following epidemic model:

$$\begin{cases} \frac{dS}{dt} = -\beta SI + \mu R, \\ \frac{dI}{dt} = \beta SI - (\gamma_1 + \gamma_2)I, \\ \frac{dR}{dt} = \gamma_1 I - \mu R, \\ \frac{dD}{dt} = \gamma_2 I. \end{cases} \quad (1)$$

where $S + I + R + D = 1$ and β - is the infection rate, γ_1 - is the rate of removal, γ_2 - is the death rate, μ - be the rate at which removals lose the immunization and become susceptible. Note that we consider the case $\alpha, \beta, \gamma_1, \gamma_2, \mu > 0$.

The discrete version of (1) is an operator $V: \mathbb{R}_+^4 \rightarrow \mathbb{R}_+^4$, $\mathbf{x} \mapsto \mathbf{x}' = V(\mathbf{x})$, defined by

$$V: \begin{cases} x'_1 = x_1 + \mu x_3 - \beta x_1 x_2, \\ x'_2 = (1 - \gamma_1 - \gamma_2)x_2 + \beta x_1 x_2, \\ x'_3 = (1 - \mu)x_3 + \gamma_1 x_2, \\ x'_4 = x_4 + \gamma_2 x_2. \end{cases} \quad (2)$$

where $x'_1 = S_1$, $x'_2 = I_1$, $x'_3 = R_1$, $x'_4 = D_1$, $x_1 = S_0$, $x_2 = I_0$, $x_3 = R_0$, $x_4 = D_0$.

Let $S^{m-1} = \{\mathbf{x} \in \mathbb{R}_+^m : \sum_{i=1}^m x_i = 1\}$ be the $(m-1)$ -dimensional simplex. A map V of S^{m-1}

into itself is called a quadratic stochastic operator (QSO) if $(V\mathbf{x})_k = \sum_{i,j=1}^m p_{ij,k} x_i x_j$, for any $\mathbf{x} \in S^{m-1}$

and for all $k \in \{1, 2, \dots, m\}$, where $p_{ij,k} = p_{ji,k} \geq 0$, $\forall i, j, k \in \{1, \dots, m\}$ $\sum_{k=1}^m p_{ij,k} = 1$,

$i, j \in \{1, \dots, m\}$. Assume $\{\mathbf{x}^{(n)} \in S^{m-1} : n = 0, 1, 2, \dots\}$ is the orbit of any $\mathbf{x}^{(0)} \in S^{m-1}$, where $\mathbf{x}^{(n+1)} = V(\mathbf{x}^{(n)})$ for all $n = 0, 1, 2, \dots$. A point $\mathbf{x} \in S^{m-1}$ is called a fixed point of V if $V(\mathbf{x}) = \mathbf{x}$.

Denote the set of all fixed points by $\text{Fix}(V)$. Let a face of S^{m-1} be the set $\Gamma_I = \{\mathbf{x} \in S^{m-1} : x_k = 0, k \notin I\}$, $I \subset \{1, \dots, m\}$. A QSO is called a Volterra operator if $p_{ij,k} = 0$, $\forall k \notin \{i, j\}$. The asymptotic behavior of orbits for Volterra QSOs was analyzed in [1]. In [2], it was shown that strictly non-Volterra QSO have infinitely many periodic points.

Proposition. *The operator (3) maps S^3 to itself if and only if*

$$\mu, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_1 + \gamma_2 \in [0, 1], \quad \gamma_1 + \gamma_2 - 1 \leq \beta \leq \left(1 + \sqrt{\gamma_1 + \gamma_2}\right)^2.$$

Theorem. *For the operator (3) the following statements are hold:*

- i) $\Gamma_{\{1,3,4\}}$ is an invariant set, $\text{Fix}(V) = \Gamma_{\{1,4\}}$ and any fixed point is non-hyperbolic;
- ii) if $\mathbf{x}^{(0)} \in \Gamma_{\{1,3,4\}} \setminus \text{Fix}(V)$ then we have $\lim_{n \rightarrow \infty} V^n(\mathbf{x}^{(0)}) = (1 - x_4^{(0)}, 0, 0, x_4^{(0)})$;
- iii) if $\mathbf{x}^{(0)} \in S^3 \setminus \Gamma_{\{1,3,4\}}$ then we have $\lim_{n \rightarrow \infty} V^n(\mathbf{x}^{(0)}) = (1 - x_4^*, 0, 0, x_4^*)$.

References

1. Ganikhodzhaev R.N., Quadratic stochastic operators, Lyapunov functions and tournaments, Sb. Math., 76(2), 489-506 (1993).
2. Jamilov, U.U., On symmetric strictly non-Volterra quadratic stochastic operators, Disc. Nonlin. Comp., 5(3), 263-283 (2016).

ON SUPERPOSITION OF NON-VOLTERRA QUADRATIC STOCHASTIC OPERATORS ON S^2

Jamilov U.U.,

DSc., Senior researcher

V.I. Romanovskiy Institute of Mathematics

Mukhitdinov R. T.,

PhD, Associate professor

Tashkent Institute of Chemical Technology

jamilovu@yandex.ru, muxitdinov-ramazon@rambler.ru

Abstract. In the present paper, we consider a superposition of non-Volterra quadratic stochastic operators defined on the two-dimensional simplex and study asymptotic behavior of orbits. We showed that for any initial point the set of limit points of the orbit is singleton.

Keywords: quadratic stochastic operator, simplex, orbit, fixed point, limit point.

Аннотация. В настоящей статье мы рассмотрим суперпозицию невольтерровских квадратичных стохастических операторов, определенных на двумерном симплексе, и изучим асимптотическое поведение их орбит. Показано, что для любой начальной точки множество предельных точек орбиты состоит из единственной точки.

Ключевые слова: квадратичный стохастический оператор, симплекс, орбита, неподвижная точка, предельная точка.

Annotatsiya. Mazkur ishda ikki o'Ichamli simpleksda aniqlangan novolterra kvadratik stoxastik operatorlar superpozitsiyasini qaraymiz va orbitalarning asimptotik xarakteri o'rganilgan. Har qanday boshlang'ich nuqta uchun orbitalarning limit nuqtalari to'plami yagona nuqtadan iborat ekanligi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: kvadratik stoxastik operator, simpleks, orbita, qo'zg'almas nuqta, limit nuqta.

Let $S^{m-1} = \left\{ \mathbf{x} \in R_+^m : \sum_{i=1}^m x_i = 1 \right\}$ be the $(m-1)$ -dimensional simplex. A map V from S^{m-1} into

itself is called a quadratic stochastic operator (QSO) if

$$(V\mathbf{x})_k = \sum_{i,j=1}^m p_{ij,k} x_i x_j \quad (1)$$

for any $\mathbf{x} \in S^{m-1}$ and for all $k = 1, \dots, m$, where

$$p_{ij,k} = p_{ji,k} \geq 0 \text{ for all } i, j, k, \sum_{k=1}^m p_{ij,k} = 1 \text{ for all } i, j. \quad (2)$$

Assume $\{\mathbf{x}^{(n)}\}_{n=0}^\infty$ is the orbit (trajectory) of the initial point $\mathbf{x}^{(0)} \in S^{m-1}$, where $\mathbf{x}^{(n+1)} = V(\mathbf{x}^{(n)})$

for all $n = 0, 1, 2, \dots$. A QSO V is called regular if $\lim_{n \rightarrow \infty} V^n(\mathbf{x})$ exists for any $\mathbf{x} \in S^{m-1}$. A point $\mathbf{x}^* \in S^{m-1}$

is called a fixed point of a QSO V if $V(\mathbf{x}^*) = \mathbf{x}^*$ and by $\text{Fix}(V)$ we denote the set of all fixed points.

A QSO is called Volterra if $p_{ij,k} = 0$, for any $k \notin \{i, j\}$, $i, j, k = 1, \dots, m$. In [1], the superposition of Volterra and permuted Volterra QSOs was investigated.

Consider the following non-Volterra QSO defined on the 2D simplex

$$V_1 : \begin{cases} x'_1 = x_1^2, \\ x'_2 = x_2^2 + x_3^2 + 2x_1x_2, \\ x'_3 = 2x_1x_3 + 2x_2x_3, \end{cases} \quad (3) \quad V_2 : \begin{cases} x'_1 = x_1^2 + x_3^2 + 2x_1x_2, \\ x'_2 = x_2^2, \\ x'_3 = 2x_1x_3 + 2x_2x_3. \end{cases} \quad (4)$$

In the next theorem we describe dynamical properties of the operators V_1 and V_2 . **Theorem**

1. For the QSOs (3) and (4) the following assertions are hold:

- i) $\text{Fix}(V_1) = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, (0, 1/2, 1/2)\}$ and $\text{Fix}(V_2) = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, (1/2, 0, 1/2)\}$;
 ii) $\lim_{n \rightarrow \infty} V_1^n(\mathbf{x}^{(0)}) = \left(0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ and $\lim_{n \rightarrow \infty} V_2^n(\mathbf{x}^{(0)}) = \left(\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2}\right)$ for any $\mathbf{x}^{(0)} \in S^2 \setminus \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2\}$.

We will study the dynamics of the operator $V_{12} = V_1 \circ V_2$ which has the form

$$V_{12} : \begin{cases} x'_1 = (x_1^2 + x_3^2 + 2x_1x_2)^2, \\ x'_2 = x_2^4 + 4(x_1x_3 + x_2x_3)^2 + 2x_2^2(x_1^2 + x_3^2 + 2x_1x_2), \\ x'_3 = 4(x_1^2 + x_3^2 + 2x_1x_2)(x_1x_3 + x_2x_3) + 4x_2^2(x_1x_3 + x_2x_3). \end{cases} \quad (5)$$

In the next Theorems we give the properties of $V_{12} = V_1 \circ V_2$ and $V_{21} = V_2 \circ V_1$.

Theorem 2. For the operator V_{12} given by (5) the following assertions are hold:

- i) $\text{Fix}(V_{12}) = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \tilde{\mathbf{x}}, \hat{\mathbf{x}}\}$ and $\text{Fix}(V_{21}) = \{\mathbf{e}_1, \mathbf{e}_2, \tilde{\mathbf{x}}, \mathbf{x}\}$ where $\mathbf{e}_1 = (1, 0, 0)$, $\mathbf{e}_2 = (0, 1, 0)$
 $\tilde{\mathbf{x}} = \left(\frac{3-\sqrt{5}}{2}, \frac{-1+\sqrt{5}}{2}, 0\right)$, $\hat{\mathbf{x}} = \left(\frac{2-\sqrt{3}}{2}, \frac{-1+\sqrt{3}}{2}, \frac{1}{2}\right)$, $\tilde{\mathbf{x}} = \left(\frac{-1+\sqrt{5}}{2}, \frac{3-\sqrt{5}}{2}, 0\right)$, $\mathbf{x} = \left(\frac{-1+\sqrt{3}}{2}, \frac{2-\sqrt{3}}{2}, \frac{1}{2}\right)$;
 ii) $\lim_{n \rightarrow \infty} V_{12}^n(\mathbf{x}^{(0)}) = \hat{\mathbf{x}}$ for any $\mathbf{x}^{(0)} \in S^2 \setminus \text{Fix}(V_{12})$;
 iii) $\lim_{n \rightarrow \infty} V_{21}^n(\mathbf{x}^{(0)}) = \mathbf{x}$ for any $\mathbf{x}^{(0)} \in S^2 \setminus \text{Fix}(V_{21})$.

References

1. Aralova K.A., Jamilov U.U., On a superposition of Volterra and permuted Volterra quadratic stochastic operators, Lobachevskii J. Math., 45(3), p. 922-937, (2024).
2. Zhamilov U. U., Rozikov U. A., On the dynamics of strictly non-Volterra quadratic stochastic operators on the 2D simplex, Sb. Math. 200(9) p.1339-1351 (2009).

TAQSIMOTNING TO'LIQIN FRONTI HAQIDA

Jo'raqulov Abdulla Jo'raqul o'g'li

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

PhD doktoranti.

Annotatsiya: Ushbu tezisda taqsimotlar fazosining ba'zi xossalari, xususan, ularning Furrye almashtirishlari orqali tahlili, asimptotik nol va asimptotik nolmas konus tushunchalari, shuningdek, to'liqin fronti kabi muhim matematik obyektlar keltirilgan. Asosiy e'tibor taqsimotlarning topologik va funktsional xossalari qaratilgan bo'lib, bu orqali to'liqin frontining tahlili chuqur matematik asosda o'rganilgan.

Аннотация: В данном тезисе рассматриваются некоторые свойства пространства распределений, в частности, их анализ посредством преобразования Фурье, понятия асимптотического нуля и не-асимптотического конуса, а также такой важный математический объект, как волновой фронт. Основное внимание уделяется топологическим и

функциональным свойствам распределений, что позволяет глубоко исследовать структуру волнового фронта на строгой математической основе.

Annotation: This talk explores certain properties of the space of distributions, particularly their analysis via Fourier transforms, the concepts of asymptotic vanishing and non-vanishing cones, and the notion of the wave front. The main focus is on the topological and functional characteristics of distributions, providing a rigorous mathematical framework for studying the structure of wave fronts.

Kalit so'zlar: Taqsimot, Furiye almashtirishi, Asimptotik nol yo'nalish, Asimptotik nolmas konus, To'liq fronti, Teskari Furiye almashtirishi.

Ключевые слова: Распределение, Преобразование Фурье, Асимптотически нулевое направление, Не-асимптотический конус, Фронт волны, Обратное преобразование Фурье.

Keywords: Distribution, Fourier transform, Asymptotic vanishing direction, Asymptotic non-vanishing cone, Wave front, Inverse Fourier transform.

$\mathcal{E}(X)$ orqali X ochiq to'plamda aniqlangan cheksiz marta differensiallanuvchi funksiyalar fazosi, ya'ni $C^\infty(X)$ to'plam bilan unda barcha hosilalari bilan X dagi ixtiyoriy kompakt to'plamda tekis yaqinlashish orqali kiritilgan topologiya bilan birgalikda berilgan chiziqli topologik fazoni belgilaymiz. Bu fazoning qo'shmasi $\mathcal{E}'(X)$ bilan belgilanadi va bu fazo X da kompakt tashuvchiga ega bo'lgan taqsimotlar fazosi bilan ustma-ust tushadi. [1] dagi 2.3.1-teormaga ko'ra $\mathcal{E}'(X)$ ni $\mathcal{E}'(\mathbb{R}^n)$ dagi tashuvchisi X da joylashgan taqsimotlar bilan bir xil deb qarash mumkin. Shuning uchun, agar $X \subset \mathbb{R}^n$ ning ixtiyoriy qism to'plami bo'lsa, $\mathcal{E}'(X)$ belgisi $\mathcal{E}'(\mathbb{R}^n)$ dagi tashuvchisi faqat X da joylashgan taqsimotlarni bildiradi. Agar $u \in \mathcal{E}'(\mathbb{R}^n)$ bo'lsa, unda biz u taqsimotni $C_0^\infty(\mathbb{R}^n)$ ga tegishli ekanligini $\hat{u}$ ya'ni u ning Furiye almashtirishi orqali tekshirishimiz mumkin. Ma'lumki, agar $u \in C_0^\infty(\mathbb{R}^n)$ bo'lsa, unda quyidagi tengsizlik bajariladi.

$$|\hat{u}(\xi)| \leq C_N (1 + |\xi|)^{-N}, \quad N = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

Bu fakt [1] dagi 7.1.3-lemmaga asoslanadi. Aksincha, agar $u \in \mathcal{E}'(\mathbb{R}^n)$ uchun yuqoridagi (1) tengsizlik bajarilsa, unda $u \in C_0^\infty(\mathbb{R}^n)$ bo'ladi, bu esa teskari Furiye almashtirishi yordamida isbotlanadi [1, 181-bet]. S^{n-1} orqali $\mathbb{R}^n$ fazosidagi markazi koordinatalar boshida bo'lgan birlik sferani belgilaymiz. Ya'ni, $S^{n-1} = \{x \in \mathbb{R}^n: |x| = 1\}$

Faraz qilaylik, $V \subset S^{n-1}$ sferada indutsirlangan topologiya bo'yicha ochiq to'plam bo'lsin. Agar $\forall U \subset\subset V$ ochiq to'plam va $\forall N \in \mathbb{N}$ uchun $\exists C_N$, soni mavjud bo'lib, $\forall \omega \in U$ va ixtiyoriy $\lambda \in \mathbb{R}_+$ uchun $|\hat{u}(\lambda\omega)| \leq \frac{C_N}{\lambda^N}$ tengsizlik bajarilsa, $\hat{u}$ V to'plamda asimptotik nol deyiladi.

1-tasdiq: Agar $\hat{u}$ $V \subset S^{n-1}$ ochiq to'plamda asimptotik nol bo'lsa, $\forall \phi \in C_0^\infty(\mathbb{R}^n)$ uchun $\widehat{\phi u}$ ham V da asimptotik nol bo'ladi.

Quyidagi tasdiq birning yoyilmasidan kelib chiqadi.

2-tasdiq: Faraz qilaylik, $V_\alpha \subset S^{n-1}$ $\alpha \in I$ (bunda I biror indekslar to'plami) ochiq to'plamlar bo'lib, $\forall \alpha \in I$ uchun $\hat{u}|_{V_\alpha}$ da asimptotik nol bo'lsin, u holda $\hat{u}|_{\bigcup_\alpha V_\alpha}$ da ham asimptotik nol bo'ladi.

Bundan shunday xulosa qilish mumkinki, S^{n-1} da $\hat{u}$ asimptotik nol bo'ladigan yagona ochiq to'plam mavjud. Biz $\Sigma(u)$ belgilashni quyidagicha aniqlaymiz:

$$\Sigma(u) = \mathbb{R}^n \setminus \lambda V, \quad \lambda \geq 0$$

bu yerda, $V \subset S^{n-1}$ $\hat{u}$ asimptotik nol bo'ladigan maksimal ochiq to'plam.

Endi, u taqsimotning nuqtadagi asimptotik nolmas konusi tushunchasini kiritamiz. Faraz qilaylik, $\phi \in C_0^\infty(\mathbb{R}^n)$ ($\phi(x^0) \neq 0$) biror funksiya bo'lsin. $\widehat{\phi u}$ asimptotik nol bo'ladigan maksimal ochiq to'plamni V_ϕ orqali belgilaymiz. Endi, $x^0 \in \mathbb{R}^n$ nuqta va u ga bog'liq quyidagi ochiq to'plamni kiritamiz:

$$V_{x^0} = \bigcup_{\{\phi: \widehat{\phi u}|_{V_\phi} \text{ da asimptotik nol, } \phi(x^0) \neq 0\}} V_\phi$$

Ta'rif: Quyidagi,

$$\sum_{x^0} (u) = (\lambda(S^{n-1} \setminus V_{x^0}))_{\lambda > 0}$$

to'plamga, u taqsimotning x^0 nuqtadagi asimptotik nolmas konusi deyiladi. Yuqoridagi ta'rif [1,253-bet] da keltirilgan ta'rifga ekvivalent.

Ta'rif: Agar $u \in \mathcal{E}'(X)$ bo'lsa, u holda $X \times (\mathbb{R}^n \setminus 0)$ ning quyidagicha

$$WF(u) = \left\{ (x, \xi) \in X \times (\mathbb{R}^n \setminus 0); \xi \in \sum_x (u) \right\}$$

aniqlangan yopiq qism to'plamiga u taqsimotning to'liq fronti deyiladi.

Endi, biz $\sum_{x^0}(u)$ ning soddaroq boshqacha ta'snifini ifodalovchi quyidagi tasdiqni beramiz.

3-tasdiq: $u \in \mathcal{E}'(\mathbb{R}^n)$ taqsimot uchun quyidagi tenglik bajariladi.

$$\sum_{x^0}(u) = \bigcap_{\varepsilon > 0} \sum \left(\omega \left(\frac{\cdot - x^0}{\varepsilon} \right) u \right)$$

Bu yerda, $\omega \in C_0^\infty(\mathbb{R}^n)$ bo'lib, quyidagicha aniqlangan. ([2] ga qarang)

$$\omega(y) = \begin{cases} 1, & |y| \leq 1 \\ 0, & |y| \geq 2 \end{cases}$$

Shunday qilib, nuqtadagi asimptotik nolmas yo'nalishlarni bitta funksiyaning cho'zilishlari orqali aniqlash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Lars Hörmander, The Analysis of Linear Partial Differential Operators I, © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1983, 1990 Printed in the USA.
2. Владимиров В. С., Жаринов В. В. Уравнения математической физики.
3. Учебник для вузов. — 2-е изд., стереотип. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.

SPEKTRAL PARAMETRGA EGA UCHINCHI TARTIBLI OPERATORLI MATRITSA MUHIM SPEKTRNING TUZILISHI

Jo'raqulova F. M.

Buxoro davlat universiteti,

Matematik analiz kafedrasi o'qituvchisi

Annotatsiya: Ikki o'lchamli qo'zg'alishga ega chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma umumlashgan Fridriks modellar oilasining spektral xossalardan foydalanib, uchinchi tartibli operatorli matritsaning muhim spektri tadqiq qilingan. Muhim spektrning ikki va uch zarrachali tarmoqlari ajratilgan. Ikki zarrachali tarmoqlarning uch zarrachali tarmoqqa nisbatan joylashuv o'rni o'rganilgan.

Kalit so'zlar: Fok fazosi, operatorli matritsa, umumlashgan Fridriks modeli, Fredholm determinanti, muhim spektr.

Аннотация: Используя спектральные свойства линейной, ограниченной и самосопряженной семейства обобщенных моделей Фридриха с двумерным возмущением, исследован существенный спектр операторной матрицы третьего порядка. Выделены двухчастичные и трехчастичные ветви существенного спектра. Изучено расположение двухчастичных ветвей относительно трехчастичной ветви.

Ключевые слова: пространство фока, операторная матрица, обобщенная модель Фридриха, определитель Фредгольма, существенный спектр.

Annotation: Using the spectral properties of the linear, bounded and self-adjoint family of generalized Friedrich models with two-dimensional perturbation, the essential spectrum of the operator matrix of order three is investigated. Two-particle and three-particle branches of the essential spectrum are singled out. The position of two-particle branches with respect to a three-particle branch is studied.

Key words: Fock space, operator matrix, generalized Friedrichs model, Fredholm determinant, essential spectrum.

$\mathbb{T} := (-\pi; \pi]$ orqali bir o'lchamli torni, $\mathcal{H}_0 := \mathbb{C}$ orqali bir o'lchamli kompleks fazoni, $\mathcal{H}_1 := L_2(\mathbb{T})$ orqali $\mathbb{T}$ torda aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi (umuman olganda kompleks qiymatli) funksiyalarning Hilbert fazosini hamda $L_2^s(\mathbb{T}^2)$ orqali $\mathbb{T}^2$ da aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi (umuman olganda kompleks qiymatlarni qabul qiluvchi) simmetrik funksiyalarning Hilbert fazosini belgilaymiz.

$\mathcal{H}$ orqali $\mathcal{H}_0 := \mathbb{C}$, $\mathcal{H}_1 := L_2(\mathbb{T})$ va $\mathcal{H}_2 = L_2^s(\mathbb{T}^2)$ fazolarning to'g'ri yig'indisini belgilaymiz, ya'ni $\mathcal{H} = \mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1 \oplus \mathcal{H}_2$.

$\mathcal{H}$ Hilbert fazosida ta'sir qiluvchi quyidagi

$$\mathcal{A}_\mu := \begin{pmatrix} \mathcal{A}_{00} & \mu \mathcal{A}_{01} & 0 \\ \mu \mathcal{A}_{01}^* & \mathcal{A}_{11} & \mu \mathcal{A}_{12} \\ 0 & \mu \mathcal{A}_{12}^* & \mathcal{A}_{22} \end{pmatrix}, \quad \mu > 0 \quad (1)$$

uchinchi tartibli operatorli matritsani qaraymiz. Bu yerda matritsaviy elementlar

$$\begin{aligned} \mathcal{A}_{00}f_0 &= af_0, \quad \mathcal{A}_{01}f_1 = \int_{\mathbb{T}} v(t)f_1(t)dt, \quad (\mathcal{A}_{11}f_1)(x) = f_1(x), \\ (\mathcal{A}_{12}f_2)(x) &= \int_{\mathbb{T}} f_2(x, t)dt, \quad (\mathcal{A}_{22}f_2)(x, y) = \omega(x, y)f_2(x, y), \\ \omega(x, y) &:= 3 - \cos x - \cos y - \cos(x + y) \end{aligned}$$

kabi aniqlanib, $a \in \mathbb{R}$ va $v(\cdot)$ funksiya $\mathbb{T}$ torda aniqlangan haqiqiy qiymatli uzluksiz funksiya. $\mathcal{A}_{01}^*$ va $\mathcal{A}_{12}^*$ operatorlar mos ravishda $\mathcal{A}_{01}$ va $\mathcal{A}_{12}$ operatorlarga qo'shma operatorlar.

(1) tenglik yordamida aniqlangan $\mathcal{A}_\mu$ operatorli matritsa $\mathcal{H}$ Hilbert fazosidagi chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operator bo'ladi.

$\mathcal{A}_\mu$ operatorli matritsa spektrini tadqiq qilish maqsadida $\mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1$ Hilbert fazosida ta'sir qiluvchi va

$$h_\mu(x) := \begin{pmatrix} h_{00}(x) & \frac{\mu}{\sqrt{2}} h_{01} \\ \frac{\mu}{\sqrt{2}} h_{01}^* & h_{11}(x) \end{pmatrix}$$

tenglik orqali aniqlanuvchi umumlashgan Fridriks modellari oilasi deb ataluvchi ikkinchi tartibli operatorli matritsani qaraymiz. Bu yerda matritsaviy elementlar

$$h_{00}(x)f_0 = f_0, \quad h_{01}f_1 = \int_{\mathbb{T}} f_1(t)dt,$$

$$(h_{11}(x)f_1)(y) = \omega(x, y)f_1(y) \quad f_i \in \mathcal{H}_i, \quad i = 0, 1,$$

kabi aniqlangan. $h_\mu(x)$ operatorli matritsa $\mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1$ Hilbert fazosida chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operator ekanligini oson ko'rsatish mumkin.

Chekli o'lchamli qo'zg'alishlarda muhim spektrning o'zgarmasligi haqidagi Veyl teoremasiga ko'ra $h_\mu(x)$ operatorli matritsaning muhim spektri

$$\sigma_{\text{ess}}(h_\mu(x)) = [E_1(x); E_2(x)]$$

teng bo'ladi. Bu yerda $E_1(x)$ va $E_2(x)$ sonlari

$$E_1(x) := \min_{y \in \mathbb{T}} \omega(x, y) = 3 - \cos x - \sqrt{2 + 2\cos x},$$

$$E_2(x) := \max_{y \in \mathbb{T}} \omega(x, y) = 3 - \cos x + \sqrt{2 + 2\cos x}$$

tengliklar yordamida aniqlangan.

Har bir tayinlangan $\mu > 0$ soni va $x \in \mathbb{T}$ uchun $\mathbb{C} \setminus [E_1(x); E_2(x)]$ sohada analitik bo'lib,

$$\Delta_\mu(x, z) := \begin{cases} 1 - z - \frac{\pi\mu^2}{\sqrt{(3 - \cos x - z)^2 - 4\cos^2 \frac{x}{2}}}, & z < E_1(x), \\ 1 - z + \frac{\pi\mu^2}{\sqrt{(3 - \cos x - z)^2 - 4\cos^2 \frac{x}{2}}}, & z > E_2(x) \end{cases}$$

kabi aniqlangan funksiyani qaraymiz. Odatda, $\Delta_\mu(x, \cdot)$ funksiyaga $h_\mu(x)$ operatorli matritsaga mos Fredgolm determinanti deyiladi.

1-lemma. Har bir $x \in \mathbb{T}$ uchun $\mathbb{C} \setminus [E_1(x); E_2(x)]$ soni $h_\mu(x)$ operatorli matritsaning xos qiymati bo'lishi uchun $\Delta_\mu(x, \cdot) = 0$ tenglikning bajarilishi zarur va yetarlidir.

2-lemma. Har bir $\mu > 0$ soni va $x \in \mathbb{T}$ uchun $h_\mu(x)$ operatorli matritsa $E_1(x)$ dan chapda va $E_2(x)$ o'ngda yotuvchi bittadan oddiy xos qiymatga ega.

Qulaylik uchun $h_\mu(x)$ operatorli matritsaning $E_1(x)$ dan chapda va $E_2(x)$ dan o'ngda yotuvchi xos qiymatlarini mos ravishda $E_\mu^{(1)}(x)$ va $E_\mu^{(2)}(x)$ orqali belgilaymiz.

1-teorema. $\mathcal{A}_\mu$ operatorli matritsaning muhim spektri uchun

$$\sigma_{\text{ess}}(\mathcal{A}_\mu) = \text{Im } E_\mu^{(1)}(x) \cup [0; \frac{9}{2}] \cup \text{Im } E_\mu^{(2)}(x)$$

tenglik o'rinli.

1-teorema Veyl mezoni, Faddeyev tenglamasining xarakteristik xossasi va Fredgolm teoremasidan foydalanib isbotlanadi.

Endi ushbu ishning asosiy teoremasini bayon qilamiz.

2-teorema. a) Agar $\mu \in (0; \frac{2}{\sqrt{\pi}}]$ bo'lsa, u holda $\mathcal{A}_\mu$ operatorli matritsaning muhim spektri uchun

$$\sigma_{\text{ess}}(\mathcal{A}_\mu) = [\min E_\mu^{(1)}(x); \max E_\mu^{(2)}(x)]$$

tenglik o'rinli;

b) agar $\mu \in (\frac{2}{\sqrt{\pi}}; \frac{\sqrt{21}}{2\sqrt{\pi}}]$ bo'lsa, u holda $\mathcal{A}_\mu$ operatorli matritsaning muhim spektri uchun

$$\sigma_{\text{ess}}(\mathcal{A}_\mu) = \text{Im } E_\mu^{(1)}(x) \cup [0; \max E_\mu^{(2)}(x)],$$

tenglik o'rinli bo'lib, $\max_{x \in \mathbb{T}} E_\mu^{(1)}(x) < 0$ bo'ladi;

c) agar $\mu > \frac{\sqrt{21}}{2\sqrt{\pi}}$ bo'lsa, u holda $\mathcal{A}_\mu$ operatorli matritsaning muhim spektri uchun

$$\sigma_{\text{ess}}(\mathcal{A}_\mu) = \text{Im } E_\mu^{(1)}(x) \cup [0; \frac{9}{2}] \cup \text{Im } E_\mu^{(2)}(x)$$

tenglik o'rinli bo'lib, $\max_{x \in \mathbb{T}} E_\mu^{(1)}(x) < 0$ va $\frac{9}{2} < \min_{x \in \mathbb{T}} E_\mu^{(2)}(x)$ munosabatlar o'rinli bo'ladi.

Natija. $\mathcal{A}_\mu$ operatorli matritsaning muhim spektri uchun

$$\sigma_{\text{ess}}(\mathcal{A}_\mu) < 0 \text{ va } \sigma_{\text{ess}}(\mathcal{A}_\mu) > \frac{9}{2}$$

munosabatlar o'rinli.

ADABIYOTLAR

1. Muminov M., Neidhardt H., Rasulov T. On the spectrum of the lattice spin-boson Hamiltonian for any coupling: 1D case J. Math. Phys., 56 (2015), 053507.
2. Muminov M.I., Rasulov T.H. Embedded eigenvalues of an Hamiltonian in bosonic Fock space Communications in Math. Analysis. 17:1 (2014), P. 1–22
3. T.H. Rasulov, E.B. Dilmurodov. Analysis of the spectrum of a operator matrix. Discrete spectrum asymptotics, Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics, 11:2 (2020), P. 138–144
4. Jo'raqulova F.M. Bazonli Fok fazodagi operatorli matritsaga mos Faddeyev tenglamasi. BuxDU. ilmiy axboroti, 2023, 72–77 b.

ASYMPTOTIC PROPERTY OF THE PERIMETER OF CONVEX HULLS GENERATED BY POISSON POINT PROCESS

Khamdamov Isakjan Mamasaliyevich*Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor,
University of Public Safety of the Republic of Uzbekistan.***Mamatov Khusniddin Mufatkhonovich***Candidate of Sciences in Physics and Mathematics, Head of the Department NS,
University of Public Safety of the Republic of Uzbekistan.***Chay Zoya Sergeyvna***Candidate of Sciences in Physics and Mathematics, Associate Professor,
TUIT named after Muxammad al-Khwarizmi, Tashkent International University of Education.*

Annotatsiya. Ushbu maqolada birjinsli bo‘lmagan Puasson nuqtaviy jarayonidan yaralgan qavariq qoplamaning uchlar jarayoni tadqiq qilingan. Bu yerda qavariq qoplama perimetrining martingallik hossasi namoyish qilingan.

Kalit so‘zlar: Nuqtaviy jarayon, qavariq qoplama, uchlar jarayoni, martingallik.

Аннотация. В настоящей работе исследуются вершинные процессы выпуклой оболочки, порожденной неоднородным пуассоновским точечным процессом внутри параболы. Здесь, демонстрируется мартингалное свойство периметра выпуклой оболочки.

Ключевые слова: Точечный процесс, выпуклая оболочка, вершинный процесс, мартингалность.

Abstract. This paper examines the vertex processes of the convex hull generated by an inhomogeneous Poisson point process within a parabola. In this study, the martingale property of the perimeter of the convex hull is demonstrated.

Keywords: Point process, convex hull, vertex processes, martingale.

P. Groeneboom [1], A. J. Cabo and P. Groeneboom [2], I.M.Khamdamov [3], I.M.Khamdamov and Z.S.Chay [4], and others have approximated the binomial point process with a Poisson process by employing martingale properties for stationary vertex processes. They proved various versions of the central limit theorem for functionals of a random convex hull, specifically in cases where the original distribution concentrated within a convex polygon or ellipse. This research builds upon the studies presented in references [1-4] and modifies the methods introduced by P. Groeneboom in [1].

Let b_n be the smallest root of the following equation:

$$nx^{-\left(\beta+\frac{1}{2}\right)}L(x)=1, \quad (1)$$

where $L(x)$ – is the slowly varying function (s.v.f.) in the sense of Karamata, representable as

$$L(u)=\exp\left\{\int_1^u\frac{\varepsilon(t)}{t}dt\right\}, \quad \varepsilon(t)\rightarrow 0, \quad t\rightarrow\infty. \quad (2)$$

Assume that

$$R_n=\left\{(x,y):\frac{x^2}{2b_n}\leq y\right\}. \quad (3)$$

Introduce the following measure

$$\Lambda_n(A) = \begin{cases} \frac{1}{2\pi\sqrt{b_n}L(b_n)} \iint_A \frac{\partial}{\partial y} \left[\left(y - \frac{x^2}{2b_n} \right)^\beta L \left(\frac{b_n}{y - \frac{x^2}{2b_n}} \right) \right] dx dy, & \text{for } A \subset R_n, \\ 0, & \text{for } A \not\subset R_n, \end{cases} \quad (4)$$

Let $\Pi_n(\cdot)$ be the inhomogeneous Poisson point process (i.p.p.p.) with intensity $\Lambda_n(\cdot)$, and let $(X_1, Y_1); (X_2, Y_2); \dots; (X_k, Y_k); \dots$ be the realizations of i.p.p.p. $\Pi_n(\cdot)$ in R_n . Let us denote convex hulls generated by these random points by C_n .

Vertex process $W_n(a) = (X_n(a), Y_n(a))$ for any $a \in R$ is point (X_k, Y_k) of the realization of i.p.p.p. $\Pi_n(\cdot)$ for which $Y_k - aX_k$ takes a minimum value. It follows from the definition of $W_n(a)$, that it forms a jump-like non-stationary Markov process.

Due to the similarity of the reasoning, we will restrict ourselves to the case $L(x) = 1$, since the demonstrated technique is also suitable for arbitrary slowly varying functions $L(x)$.

Let us introduce the notation:

$$R_n(a) = X_n(a) - ab_n, \quad S_n(a) = Y_n(a) - aX_n(a) + a^2b_n/2, \quad T_n(a) = (R_n(a), S_n(a)),$$

$$M^{(k)}(t; R^2) = \frac{\beta}{2\pi\sqrt{b_n}} \int_r^{\sqrt{2b_ns}} (u-r)^k \left(s - \frac{u^2}{2b_n} \right)^{\beta-1} du, \quad \text{where } t = (r, s).$$

Denote by $l_n(0, a)$ the length of the broken line connecting the sequence of states of the process $\{W_n(c), 0 \leq c \leq a\}$. Then the following theorem is true.

Theorem. The processes

$$l_n(0, a) - \int_0^a \sqrt{1+b^2} M^{(2)}(T_n(b); R^2) db$$

and

$$l_n^2(0, a) - \int_0^a \left[(1+b^2) M^{(3)}(T_n(b); R^2) + 2\sqrt{1+b^2} l_n(0, b) M^{(2)}(T_n(b); R^2) \right] db$$

form martingales $\mathfrak{T}_n^a = \sigma\{W_n(c) : c \leq a\}$ for the σ -algebra.

Proof. We study the behavior of $E\{l_n(a, a+h)/\mathfrak{T}_a\}$ as $h \rightarrow 0$.

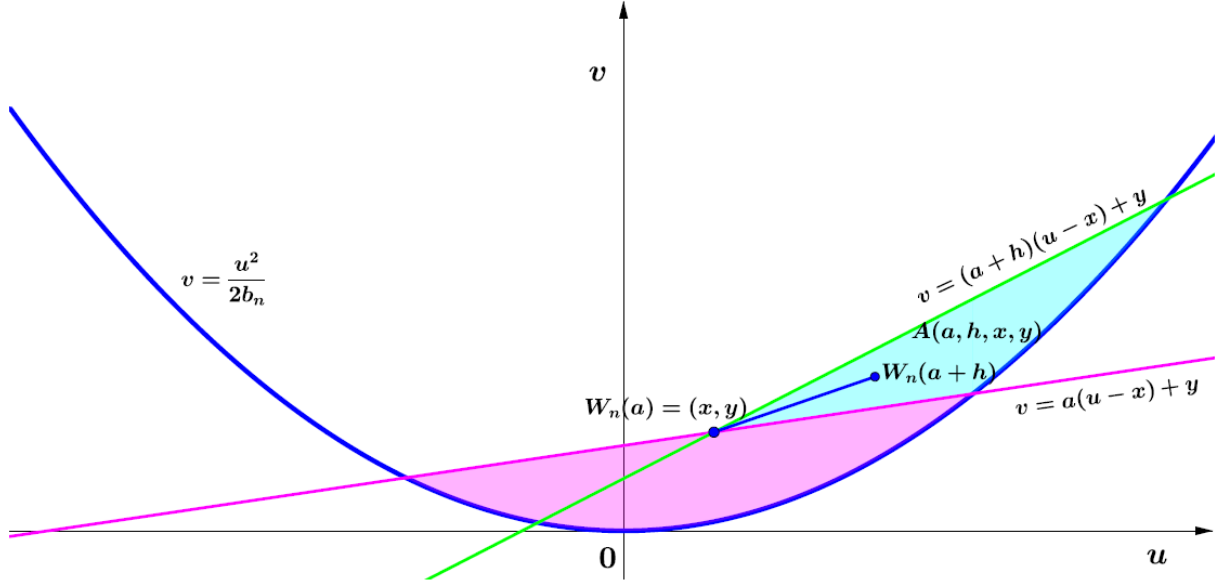


Fig. 1. Illustration of $W_n(a)$, $W_n(a+h)$ and $A(a, h, r, s)$.

We obtain (see Fig 1.)

$$E\{l_n(a, a+h)/\mathfrak{T}_a\} = \sum_{k=0}^{\infty} E\{l_n(a, a+h), \text{ in set } A(a, h, x, y) \text{ there are } k \text{ vertices}/\mathfrak{T}_a\} = \sum_{k=0}^{\infty} E^{(k)}. \quad (5)$$

The first term on the right-hand side of this equality is zero, and the remaining terms, starting with the third, have the order of $O(h^{k+\beta})$, $k \geq 1$, $\beta \geq 1$.

Thus

$$E\{l_n(a, a+h)/\mathfrak{T}_a\} = E^{(1)} + o(h). \quad (6)$$

Next, from Theorem 1 in [3], considering that

$$P(W_n(a+h) \in (dx_2, dy_2)/W_n(a) = (x_1, y_1)) = \frac{\beta}{2\pi\sqrt{b_n}} \left(y_2 - \frac{x_2^2}{2b_n}\right)^{\beta-1} dx_2 dy_2 + o(h),$$

we obtain

$$\begin{aligned} E^{(1)} &= E\{l_n(a, a+h), \text{ in set } A(a, h, x, y) \text{ there is one vertex}/W_n(a) = \\ &= (x, y)\} = \iint_{A(a, h, x, y)} \sqrt{(u-x)^2 + (v-y)^2} P(W_n(a+h) \in (du, dv)/W_n(a) = (x, y)) du dv = \\ &= \frac{\beta}{2\pi\sqrt{b_n}} \int_x^{ab_n + \sqrt{2b_n s(a)}} du \int_{a(u-x)+y}^{(a+h)(u-x)+y} \sqrt{(u-x)^2 + (v-y)^2} \left(v - \frac{u^2}{2b_n}\right)^{\beta-1} dv + o(h) = \\ &= \frac{h\beta\sqrt{1+a^2}}{2\pi b_n} \int_0^{\sqrt{2b_n s(a)}-r} u^2 \left(s - \frac{(u+r)^2}{2b_n}\right)^{\beta-1} du + o(h) = \\ &= h\sqrt{1+a^2} M^{(2)}(t; R^2) + o(h). \end{aligned} \quad (7)$$

From this, and (5) and (6), we obtain the proof of the assertion of the Theorem for the first process.

We proceed to the proof of the second part of the Theorem. By analogy with the proof of the first part of the theorem, we obtain:

$$E\{l_n^2(a, a+h)/W_n(a) = (x, y)\} = h(1+a^2)M^{(3)}(t; R^2) + o(h).$$

Then

$$\begin{aligned} E\{l_n^2(0, a+h) - l_n^2(0, a)/W_n(a) = (x, y)\} &= E\{l_n^2(a, a+h)/W_n(a) = (x, y)\} + \\ &+ 2l_n(0, a)E\{l_n(a, a+h)/W_n(a) = (x, y)\} = \\ &= h(1+a^2)M^{(3)}(t; R^2) + 2hl(0, a)\sqrt{1+a^2}M^{(2)}(t; R^2) + o(h). \end{aligned}$$

From (7) and the first part of the theorem follows the proof of the assertion of Theorem for the second process.

The proof of the Theorem is complete.

References

1. P.Groeneboom. Limit theorems for convex hulls//Probab. Th. Rel. Fields, 1988, v.79, N3, pp.327-368.
2. A.J.Cabo and P.Groeneboom P. Limit theorems for functionals of convex hulls, Probab.Theory Relat.Fields 1994, 100, p.31-55.
3. I.M.Khamdamov, On Limit Theorem for the Number of Vertices of the Convex Hulls in a Unit Disk. Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics (2020), 13(3), 275–284.
4. I.M.Khamdamov and Z.S.Chay, Joint Distribution of the Number of Vertices and the Area of Convex Hulls Generated by a Uniform Distribution in a Convex Polygon. Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics (2021), 14(2), 232–243.

ON THE SPECTRUM OF TWO PARTICLE SCHRÖDINGER OPERATOR ON A LATTICE

Khamidov Shakhobiddin PhD

V.I.Romanovskiy Institute of Mathematics,

Uzbekistan Academy of Sciences Senior Researcher

Ibrojimov Utkir Doctoral student

Samarkand State University

Annatsiya: Biz ushbu maqolada bir o'lchamli $\mathbb{Z}$ panjarasida bir nuqtada $\lambda \in \mathbb{R}$ va eng yaqin qo'shni tugunlarda $\mu \in \mathbb{R}$ o'zaro ta'sirlashuvchi ikkita ixtiyoriy zarrachalar sistemasiga mos Schrödinger operatorlarini $H_{\lambda\mu}(0)$, $0 \in \mathbb{T}$ tadqiq qilamiz. Biz (λ, μ) –prametrlar tekisligini shunday qismlarga ajratamizki, har bir bog'langan komponentda $H_{\lambda\mu}(0)$ operatori aniq sondagi xos qiymatlarga ega bo'ladi. Ushbu xos qiymatlar muhim spektrdan quyida va yuqorida joylashgan bo'ladi. Bundan tashqari, biz har bir bog'langan komponentda $H_{\lambda\mu}(K)$, $K \in \mathbb{T}$ operatorning ajratilgan xos qiymatlari soni uchun aniq quyidagi chegarani aniqlaymiz.

Abstract: We study the Schrödinger operators $H_{\lambda\mu}(0)$, with $0 \in \mathbb{T}$ the fixed quasimomentum of the particles pair, associated with a system of two arbitrary particles on the one-dimensional lattice $\mathbb{Z}$ with on one site and nearest-neighboring-site interactions of magnitudes $\lambda \in \mathbb{R}$ and $\mu \in \mathbb{R}$, respectively. We establish a partition of the (λ, μ) – plane of params $\lambda, \mu \in \mathbb{R}$, so that in each its connected component, the Schrödinger operator $H_{\lambda\mu}(0)$ has a definite (fixed) number of eigenvalues, which are lying both below the bottom of the essential spectrum and above its top. Moreover, we establish a sharp lower bound for the number of isolated eigenvalues of $H_{\lambda\mu}(K)$, $K \in \mathbb{T}$ in each connected component.

Аннотация: Мы изучаем операторы Шредингера $H_{\lambda\mu}(0)$, где $0 \in \mathbb{T}$ – фиксированный квазиимпульс пары частиц, ассоциированных с системой из двух произвольных частиц на одномерной решетке $\mathbb{Z}$, с взаимодействием на одном узле и между ближайшими соседними

узлами величин $\lambda \in \mathbb{R}$ и $\mu \in \mathbb{R}$, соответственно. Мы устанавливаем разбиение плоскости параметров $(\lambda, \mu) \in \mathbb{R}^2$ на связанные компоненты, такие, что в каждой из них оператор Шредингера $H_{\lambda\mu}(0)$ имеет определенное (фиксированное) число собственных значений, которые расположены как ниже дна существенного спектра, так и выше его вершины. Кроме того, нами установлена точная нижняя оценка числа изолированных собственных значений оператора $H_{\lambda\mu}(K)$, $K \in \mathbb{T}$, в каждой связной компоненте.

Kalit so'zlar: Ikki zarrachali sistema, diskret Schrödinger operatori, muhim spektr, Fredholm determinanti, xos qiymat.

Ключевые слова: Двухчастичная система, дискретный оператор Шредингера, существенный спектр, определитель Фредгольма, собственное значение.

Key words: Two-particle system, discrete Schrödinger operator, essential spectrum, Fredholm determinant, eigenvalue.

Let $\mathbb{T} = (-\pi, \pi]$ be a one dimensional torus and let $L^2(\mathbb{T})$ be the Hilbert space of square-integrable functions on $\mathbb{T}$.

The discrete Schrödinger operator $H_{\lambda\mu}(K)$, $K \in \mathbb{T}$, is a self-adjoint operator in $L^2(\mathbb{T})$ and defined as

$$H_{\lambda\mu}(K) := H_0(K) + V_{\lambda\mu},$$

where $H_0(K)$ is the unperturbed operator and $V_{\lambda\mu}$ is the perturbation operator. The unperturbed operator H_0 is the multiplication operator by a function $\mathcal{E}_K$:

$$\mathcal{E}_K(p) := \varepsilon(p) + \gamma\varepsilon(K - p) = 2 + 2\gamma - 2\cos p - 2\gamma\cos(K - p),$$

where $\gamma > 0$. The perturbation operator $V_{\lambda\mu}$ is defined by the integral:

$$(V_{\lambda\mu}f)(p) = \frac{1}{2\pi} \int_{\mathbb{T}} v_{\lambda\mu}(p - q)f(q)q = \quad (1)$$

$$= \frac{\lambda}{2\pi} \int_{\mathbb{T}} f(q)q + \frac{\mu}{\pi} \cos p \int_{\mathbb{T}} \cos q f(q)q + \frac{\mu}{\pi} \sin p \int_{\mathbb{T}} \sin q f(q)q.$$

Since the operator $V_{\lambda\mu}$ is compact, according to Weyl's theorem [1], for any $K \in \mathbb{T}$ the essential spectrum $\sigma_{\text{ess}}(H_{\lambda\mu}(K))$ of the operator $H_{\lambda\mu}(K)$ coincides with the spectrum of the operator $H_0(K)$, i.e.,

$$\sigma_{\text{ess}}(H_{\lambda\mu}(K)) = \sigma(H_0(K)) = [\mathcal{E}_{\min}(K), \mathcal{E}_{\max}(K)].$$

Let $L^{2,e}(\mathbb{T})$ and $L^{2,o}(\mathbb{T})$ be subspaces of $L^2(\mathbb{T})$. These subspaces consist of even and odd functions, respectively. Let $K = 0$. The interaction operator $V_{\lambda\mu}$ has the form given in equation (1), denoting by $V_{\lambda\mu}^e$ and $V_{\lambda\mu}^o$ the part of $V_{\lambda\mu}$ acting on $L^{2,e}(\mathbb{T})$ and $L^{2,o}(\mathbb{T})$, respectively.

From the above expressions, we can conclude that

$$H_{\lambda\mu}(0)|_{L^{2,e}(\mathbb{T})} = H_{\lambda\mu}^e(0) := H_0(0) + V_{\lambda\mu}^e$$

and

$$H_{\lambda\mu}(0)|_{L^{2,o}(\mathbb{T})} = H_{\lambda\mu}^o(0) := H_0(0) + V_{\lambda\mu}^o.$$

To formulate the main theorem we introduce the regions G_2^+ , G_1^+ , G_0^+ , G_2^- , G_1^- and G_0^- as follows:

$$G_2^+ = \{(\lambda, \mu) \in \mathbb{R}^2: -\frac{\mu}{\sqrt{1+\gamma}} - \frac{\lambda}{2\sqrt{1+\gamma}} + \frac{\lambda\mu}{(2+2\gamma)\sqrt{1+\gamma}} > 0, \mu > 1+\gamma\},$$

$$G_1^+ = \{(\lambda, \mu) \in \mathbb{R}^2: -\frac{\mu}{\sqrt{1+\gamma}} - \frac{\lambda}{2\sqrt{1+\gamma}} + \frac{\lambda\mu}{(2+2\gamma)\sqrt{1+\gamma}} < 0\},$$

$$G_0^+ = \{(\lambda, \mu) \in \mathbb{R}^2: -\frac{\mu}{\sqrt{1+\gamma}} - \frac{\lambda}{2\sqrt{1+\gamma}} + \frac{\lambda\mu}{(2+2\gamma)\sqrt{1+\gamma}} > 0, \mu < 1+\gamma\},$$

$$G_2^- = \{(\lambda, \mu) \in \mathbb{R}^2: \frac{\mu}{\sqrt{1+\gamma}} + \frac{\lambda}{2\sqrt{1+\gamma}} + \frac{\lambda\mu}{(2+2\gamma)\sqrt{1+\gamma}} > 0, \mu < -(1+\gamma)\},$$

$$G_1^- = \{(\lambda, \mu) \in \mathbb{R}^2: \frac{\mu}{\sqrt{1+\gamma}} + \frac{\lambda}{2\sqrt{1+\gamma}} + \frac{\lambda\mu}{(2+2\gamma)\sqrt{1+\gamma}} < 0\},$$

$$G_0^- = \{(\lambda, \mu) \in \mathbb{R}^2: \frac{\mu}{\sqrt{1+\gamma}} + \frac{\lambda}{2\sqrt{1+\gamma}} + \frac{\lambda\mu}{(2+2\gamma)\sqrt{1+\gamma}} > 0, \mu > -(1+\gamma)\}.$$

Theorem1

- Assume $(\lambda, \mu) \in G_{02} = G_0^- \cap G_2^+$. Then the operator $H_{\lambda\mu}^e(0)$ has no eigenvalues below the essential spectrum and it has two eigenvalues above the essential spectrum.
- Assume, $(\lambda, \mu) \in G_{01} = G_0^- \cap G_1^+$. Then the operator $H_{\lambda\mu}^e(0)$ has no eigenvalues below the essential spectrum and it has one eigenvalue above the essential spectrum.
- Let, $(\lambda, \mu) \in G_{11} = G_1^- \cap G_1^+$. Then the operator $H_{\lambda\mu}^e(0)$ has one eigenvalue below the essential spectrum and it has one eigenvalue above the essential spectrum.
- Assume, $(\lambda, \mu) \in G_{10} = G_1^- \cap G_0^+$. Then the operator $H_{\lambda\mu}^e(0)$ has one eigenvalue below the essential spectrum and it has no eigenvalues above the essential spectrum.
- Assume, $(\lambda, \mu) \in G_{20} = G_2^- \cap G_0^+$. Then the operator $H_{\lambda\mu}^e(0)$ has two eigenvalues below the essential spectrum and it has no eigenvalues above the essential spectrum.

Theorem2 Assume, $\mu \in \mathbb{R}$. Then for the $H_\mu^o(0)$ operator following relations are true:

- If $\mu > 2 + 2\gamma$, then $H_\mu^o(0)$ operator has a unique eigenvalue in $(\mathcal{E}_{\max}(0), +\infty)$, and it has no eigenvalue in $(-\infty, \mathcal{E}_{\min}(0))$.
- If $\mu \in [-2 - 2\gamma; 2 + 2\gamma]$, then $H_\mu^o(0)$ operator has no eigenvalue in $\mathbb{C} \setminus [\mathcal{E}_{\min}(0), \mathcal{E}_{\max}(0)]$.
- If $\mu < -2 - 2\gamma$, then $H_\mu^o(0)$ operator has a unique eigenvalue in $(-\infty, \mathcal{E}_{\min}(0))$, and it has no eigenvalue in $(\mathcal{E}_{\max}(0), +\infty)$.

Theorem 4. Let $\lambda, \mu \in \mathbb{R}$ and $\alpha, \beta = 0, 1, 2, 3$.

- (i) If $(\lambda, \mu) \in G_{\alpha\beta}$ and $\alpha + \beta < 3$, then

$$n_-(H_{\lambda\mu}(K)) \geq \alpha \quad \text{and} \quad n_+(H_{\lambda\mu}(K)) \geq \beta.$$

- (ii) If $(\lambda, \mu) \in G_{\alpha\beta}$ and $\alpha + \beta = 3$, then

$$n_-(H_{\lambda\mu}(K)) = \alpha \quad \text{and} \quad n_+(H_{\lambda\mu}(K)) = \beta.$$

LITERATURE

1. M. Reed and B. Simon. Methods of modern mathematical physics. IV: Analysis of Operators. N.Y.: Academic Press, 1979.
2. Lakaev S.N. , E. Özdemir E. The existence and location of eigenvalues of the one particle Hamiltonians on lattices //Hacettepe J. Math. Stat. 2016 . Vol . 45, P. 1693–1703.

UDK:517.518.5

ON ESTIMATES FOR CONSTANT OF DISCRETE HARDY INEQUALITY

Kuliev Komil Danaboyevich

Samarkand State University named after Sharof Rashidov,
email: komilkuliev@gmail.com.

Turakulov Tohirbek.Davron o'g'li

Samarkand State University named after Sharof Rashidov,
email: turakulov1992@inbox.ru

Abstract. In this work we give estimates for the best constant of discrete Hardy type inequality with Oinarov's kernel in weighted spaces.

Keywords: discrete inequality, Hardy type inequality, kernel, best constant, estimates, weight sequence.

Аннотация. В данной работе даются оценки наилучшей константы дискретного неравенства типа Харди с ядром Ойнарова в весовых пространствах.

Ключевые слова: дискретное неравенство, неравенство типа Харди, ядро, наилучшая константа, оценки, весовая последовательность.

Let us consider the following discrete weighted Hardy inequality with kernel for nonnegative sequence $f = \{f_n\}_{n=1}^{\infty}$ in the form

$$\left(\sum_{n=1}^{\infty} \left(\sum_{k=1}^n a_{n,k} f_k \right)^q u_n \right)^{\frac{1}{q}} \leq C \left(\sum_{n=1}^{\infty} f_n^p v_n \right)^{\frac{1}{p}}, \quad (1)$$

where $1 < p, q < \infty$, $u = \{u_n\}_{n=1}^{\infty}$ and $v = \{v_n\}_{n=1}^{\infty}$ are positive sequences of real numbers and

$$(Af)_n = \sum_{k=1}^n a_{n,k} f_k \quad (2)$$

is a matrix operator with the kernel $a := \{a_{n,k}\}_{n,k=1}^{\infty}$, $n \geq k \geq 1$, such that $a_{n,k} \geq 0$ for $n \geq k \geq 1$, C is a constant independent of f . Let $l_{p,v}$ denote the space of all sequences $f = \{f_n\}_{n=1}^{\infty}$ of real numbers for which the norm $\|f\|_{l_{p,v}} = \left(\sum_{n=1}^{\infty} f_n^p v_n \right)^{\frac{1}{p}}$

is finite. Similarly, the space $l_{q,u}$ can be defined. In this case, Inequality (1) takes the form $\|Af\|_{l_{q,u}} \leq C \|f\|_{l_{p,v}}$. It is known that the validity of Inequality (1) is equivalent to the boundedness of the matrix operator (2) that acts $l_{p,v}$ to $l_{q,u}$ where the best constant of the inequality is given by $C = \|A\|_{l_{p,v} \rightarrow l_{q,u}}$, where $\|A\|_{l_{p,v} \rightarrow l_{q,u}}$ denotes the norm of the operator (2).

A kernel $a_{n,k}$ is increasing by n and decreasing by k and there exists $h \geq 1$ such that $a_{n,k} \leq h(a_{n,s} + a_{s,k})$ for all $n \geq s \geq k \geq 1$. Kernel satisfying the above conditions is called *Oinarov's kernel*.

Let make the following notations:

$$B_1 := \left(\sum_{n=1}^{\infty} \left(\sum_{k=n}^{\infty} a_{k,n}^q u_k \right)^{\frac{r}{q}} \left(\sum_{k=1}^n v_k^{1-p'} \right)^{\frac{r}{q'}} v_n^{1-p'} \right)^{\frac{1}{r}},$$

$$B_2 := \left(\sum_{n=1}^{\infty} \left(\sum_{k=n}^{\infty} u_k \right)^{\frac{r}{p}} \left(\sum_{k=1}^n a_{n,k}^{p'} v_k^{1-p'} \right)^{\frac{r}{p'}} u_n \right)^{\frac{1}{r}},$$

where $\frac{1}{r} = \frac{1}{q} - \frac{1}{p}$.

Theorem. Let $1 < q < p < \infty$ and $\{a_{n,k}\}$ – be Oinarov's kernel. Then Inequality (1) holds if and only if $B = \max\{B_1, B_2\} < \infty$. Moreover, the best constant satisfies

$$B \leq C \leq ((2h)^{q-1} q^3 (p')^{q-1} + (2h)^{q(q-1)} q^q)^{\frac{1}{q}} B,$$

where $p' = \frac{p}{p-1}$, $q' = \frac{q}{q-1}$.

REFERENCES

1. A. Kufner, L. Maligranda, L.-E. Persson.; The Hardy inequality-about its history and some related results. Pilsen, 2007 y.
2. K. Andersen, H. Heinig.; Weighted norm inequalities for certain integral operators. SIAM J. Math. Anal. 14 (1983), 834-844.
3. A. Kufner, L.-E. Persson.; Weighted inequalities of Hardy type. World scientific: New Jersey, London, Singapore, Hong Kong, 2003y.

IKKINCHI TARTIBLI DISKRET HARDY TENGSIKZLIGI

Kuliyev Komil Donaboyevich

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

komilkuliev@gmail.com**Tilavov Rustamjon Aktamovich**

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

rustamjon_sam@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu ishdagi ikkinchi tartibli diskret Hardy tengsizligi boshlang'ich shartlar bilan o'rganilgan.

Kalit so'zlar: Diskret tengsizlik, yuqori tartibli Hardy tengsizligi, vaznli ketma-ketlik, chegaraviy shartlar, ekvivalent shartlar.

Аннотация. В данной работе изучается дискретное неравенство Харди второго порядка с начальными условиями.

Ключевая слова: Дискретное неравенство, неравенство Харди высшего порядка, весовая последовательность, граничные условия, эквивалентные условия

Abstract. In this paper, we study the discrete Hardy inequality of the second order with initial conditions.

Key words: Discrete inequality, higher order Hardy's inequality, weighted sequence, boundary conditions, equivalent conditions.

Faraz qilaylik, $1 < p, q < \infty$ bo'lsin. Ushbu tengsizlikni ixtiyoriy $\{s(n)\}_{n=1}^{\infty}$ ketma-ketlik uchun qaraylik

$$\left(\sum_{n=1}^{\infty} |s(n)|^q u(n) \right)^{\frac{1}{q}} \leq C \left(\sum_{n=1}^{\infty} |\Delta s(n)|^p v(n) \right)^{\frac{1}{p}}, \quad (1)$$

bunda $\Delta s(n) = \begin{cases} 2s(n) - s(n+1) - s(n-1), & n \in \mathbb{N}, \\ s(0) - s(1), & n = 0, \end{cases}$ ikkinchi tartibli ortirma, ya'ni

Laplasian deb ataladi, $\{u(n)\}_{n=1}^{\infty}$ va $\{v(n)\}_{n=1}^{\infty}$ lar berilgan nomanfiy ketma-ketliklar vazn ketma-ketliklari deb ataladi. Quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$\begin{aligned} \tilde{A}_1(l) &= \left(\sum_{n=l}^{\infty} (n-l)^q u_n^q \right)^{\frac{1}{q}} \left(\sum_{n=1}^{-1} v_n^{-p'} \right)^{\frac{1}{p'}}; \\ \tilde{A}_2(l) &= \left(\sum_{n=l}^{\infty} u_n^q \right)^{\frac{1}{q}} \left(\sum_{n=1}^{l-1} (l-n)^{p'} v_n^{-p'} \right)^{\frac{1}{p'}}; \\ B_1(l) &= \left(\sum_{n=l}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{k=n}^{\infty} (k-n)^q u_k^q \right)^{p'} \right)^{\frac{1}{p'q}} \left(\sum_{n=1}^l v_n^{-p'} \right)^{\frac{1}{p'q'}}; \\ B_2(l) &= \left(\sum_{n=l}^{\infty} v_n^{-p'} \left(\sum_{k=n}^{\infty} (k-n)^q u_k^q \right)^{p'} \right)^{\frac{1}{p'}} \left(\sum_{n=l}^{\infty} u_n^q \right)^{-\frac{1}{q'}}. \end{aligned}$$

1-teorema. Faraz qilaylik, $1 < p \leq q < \infty$ bo'lsin. U holda (1) tengsizlik $s(0) = s(1) = 0$ shartlarni qanoatlantiruvchi $\{s(n)\}$ ketma-ketliklarga nisbatan o'rinli bo'lishi uchun

$$B_1 = \sup_{l \in \mathbb{N}} B_1(l) < \infty, \quad B_2 = \sup_{l \in \mathbb{N}} B_2(l) < \infty$$

shartlarning bajarilishi zarur va yetarli. Bundan tashqari, (1) tengsizlikning eng yaxshi konstantasi uchun quyidagi baho o'rinli

$$\max \left\{ \sup_{l \in \mathbb{N}} [\tilde{A}_1^{p'q}(l) + B_1^{p'q}(l)]^{\frac{1}{p'q}}, \sup_{l \in \mathbb{N}} [\tilde{A}_2^{p'q}(l) + B_2^{p'q}(l)]^{\frac{1}{p'q}} \right\} \leq C \leq X,$$

bu yerda X

$$X^q - h^{q-1} q B_2 X^{q-1} = h^{q-1} q^{\frac{p'+1}{p'}} (q')^{\frac{q-1}{p'}} B_1^q \quad \text{agar} \quad 1 < q \leq 2,$$

$$X^{q'} - h(q B_2)^{q'-1} X = h q^{\frac{p'+1}{p'(q-1)}} (q')^{\frac{1}{p'}} B_1^{q'} \quad \text{agar} \quad q \geq 2$$

mos tenglamaning musbat yechimidir.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. A. Kufner and L-E. Persson. Weighted inequalities of Hardy type. World Scientific, New Jersey-London-Singapore-Hong Kong, 2003.
2. A. Kufner, K. Kuliev, L.-E. Persson: Some higher order Hardy inequalities. J. Inequal. Appl. 2012 (2012), Article ID 69, 14 pages.

ELEMENTLARI FREDGOLM INTEGRAL OPERATORLARI BO'LGAN MATRITSANING NUQTALI SPEKTRI

Muxayyo Abdullayeva^{1, 2}

¹Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, Termiz, O'zbekiston

Ismatilla Xayrullayev^{1,2}

²Termiz iqtisodiyot va servis universiteti Termiz, O'zbekiston

Annotatsiya. Ushbu ishda elementlari ajralgan yadroli bir o'lchamli Fredgolm integral operatorlari bo'lgan ikkinchi tartibli matritsa qaralgan. Fredgolm integral operatorlarining yadrosi maxsus ko'rinishga ega bo'lgan holda uning nuqtali spektri tavsiflangan.

Kalit so'zlar: Fredgolm integral operatori, yadro, nuqtali spektr.

Аннотация. В работе рассматривается матрица второго порядка с одномерными интегральными операторами Фредгольма с вырожденными ядрами. Ядро интегральных операторов Фредгольма имеет специальный вид и описан его точечный спектр.

Ключевые слова: интегральный оператор Фредгольма, ядро, точечный спектр.

Annotation. In this work, we consider a second-order matrix with one-dimensional Fredholm integral operators with degenerated kernels. The kernel of Fredholm integral operators has a special form, and its point spectrum is described.

Key words: Fredholm integral operator, kernel, point spectrum.

$C[a; b]$ yoki $L_2[a; b]$ fazoda aniqlangan

$$(\mathcal{A}\phi)(x) = \int_a^b K(x, t)\phi(t)dt, \quad (1)$$

ko'rinishdagi operatorga $K(\cdot, \cdot)$ yadroli Fredgolm integral operatori deyiladi, bu yerda $K(\cdot, \cdot)$ yadro $[a; b] \times [a; b]$ to'plamda aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi funksiya. Mazkur ishda $K(\cdot, \cdot)$ yadro ajralgan hol tahlil qilinadi.

$L_2[-\pi; \pi]$ orqali $[-\pi; \pi]$ kesmada aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi funksiyalar Hilbert fazosini belgilaymiz.

$L_2[-\pi; \pi]$ Hilbert fazosida

$$(A_{ij}f_j)(x) = a_{ji}(x) \int_{-\pi}^{\pi} a_{ij}(t)f_j(t)dt, \quad f_i \in L_2[-\pi; \pi], \quad i \leq j, \quad i, j = 1, 2,$$

ko'rinishdagi operatorni qaraymiz. Bu yerda $a_{12}(\cdot)$ va $a_{12}(\cdot)$ funksiyalar

$$a_{12}(x) := \sin x; a_{21}(x) := \cos x$$

ko‘rinishda, $a_{11}(\cdot)$ va $a_{22}(\cdot)$ funksiyalar esa $[-\pi; \pi]$ kesmada aniqlangan haqiqiy qiymatli uzluksiz funksiyalar. Sodda mulohazalar yordamida barcha $i, j = 1, 2$ indekslar uchun $A_{ij}^* = A_{ji}$ tengliklar bajariladi.

Keyingi tadqiqotlarda foydalanish uchun

$$L_2^{(2)}[-\pi; \pi] := \{f = (f_1, f_2): f_\alpha \in L_2[-\pi; \pi], \alpha = 1, 2\}$$

Hilbert fazosini kiritamiz.

Ta’kidlash joizki, $L_2^{(2)}[-\pi; \pi]$ fazoda $f = (f_1, f_2)$ element normasi

$$\|f\| = \left(\int_{-\pi}^{\pi} |f_1(t)|^2 dt + \int_{-\pi}^{\pi} |f_2(t)|^2 dt \right)^{1/2}$$

kabi, $f = (f_1, f_2)$, $g = (g_1, g_2)$ elementlarning skalyar ko‘paytmasi esa

$$(f, g) = \int_{-\pi}^{\pi} f_1(t) \overline{g_1(t)} dt + \int_{-\pi}^{\pi} f_2(t) \overline{g_2(t)} dt$$

tenglik yordamida aniqlanadi.

$L_2^{(2)}[-\pi; \pi]$ Hilbert fazoda

$$\mathcal{A} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix}$$

ko‘rinishdagi ikkinchi tartibli operatorli matritsani [1] qaraymiz. $\mathcal{A}$ operatorli matritsaning elementlariga qo‘yilgan shartlarda uning chiziqli, chegaralangan va o‘z-o‘ziga qo‘shma ekanligini ko‘rsatish mumkin.

Ishning asosiy teoremasini bayon qilamiz.

Teorema. $\gamma = 0$ soni $\mathcal{A}$ operatorli matritsaning cheksiz karrali xos qiymati, $\|a_{11}\|^2$ va $\|a_{22}\|^2$ sonlari esa uning oddiy xos qiymatlari bo‘ladi. Istalgan $\gamma \notin \{0, \|a_{11}\|^2, \|a_{22}\|^2\}$ soni $\mathcal{A}$ operatorli matritsaning regulyar nuqtasi bo‘ladi.

Bayon qilingan teoremadan $\mathcal{A}$ operatorli matritsaning $\sigma_{pp}(\mathcal{A})$ nuqtali spektri uchun

$$\sigma_{pp}(\mathcal{A}) = \{0, \|a_{11}\|^2, \|a_{22}\|^2\}$$

tenglik kelib chiqadi.

Foydalanilgan adabiyot

1. Tretter C. Spectral Theory of Block Operator Matrices and Applications. Imperial College Press, 2008.

SPECTRAL ESTIMATES FOR THE BOUNDS OF A THIRD-ORDER OPERATOR MATRIX

Sharipova Mubina Shodmonovna

Doctoral student of Bukhara State University

Annotation. In this work we consider a third-order operator matrix acting in the truncated three-particle subspace of Fock space. Three types of spectral estimates are obtained for the lower and upper bounds of the given operator matrix.

Keywords: operator matrix, Gershgorin’s theorem, spectral estimate, theory of classical perturbations.

Аннотация. В настоящей работе рассматривается операторная матрица третьего порядка, действующая в обрезанном трёхчастичном подпространстве пространства Фока. Получены три вида спектральных оценок для нижней и верхней границ данной операторной матрицы.

Ключевые слова: операторная матрица, теорема Гершгорина, спектральная оценка, теория классических возмущений.

Annotatsiya. Ushbu ishda Fok fazosining uch zarrachali qirg'ilgan qism fazosida ta'sir qiluvchi uchinchi tartibli operatorli matritsa qaralgan. Bu operatorli matritsaning quyi va yuqori chegaralari uchun uch turdagi spektral baholashlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: operatorli matritsa, Gershgorin teoremasi, spektral baholash, klassik qo'zg'alishlar nazariyasi.

Denote by $\mathbb{T}^1$ the one-dimensional torus. Let $\mathcal{H}_1 := \mathbb{C}$ be the one-dimensional space of complex numbers, $\mathcal{H}_2 := L_2(\mathbb{T}^1)$ be the Hilbert space of square-integrable (complex-valued) functions defined on $\mathbb{T}^1$ and $\mathcal{H}_3 := L_2(\mathbb{T}^2)$ be the Hilbert space of square-integrable (complex-valued) functions defined on $\mathbb{T}^2$. Denote by $\mathcal{H}$ the direct sum of the spaces $\mathcal{H}_1, \mathcal{H}_2$ and $\mathcal{H}_3$, that is, $\mathcal{H} = \mathcal{H}_1 \oplus \mathcal{H}_2 \oplus \mathcal{H}_3$. The latter Hilbert space is called three-particle cut subspace of the Fock space.

Let us consider the operator matrix $\mathcal{A}_\mu$ with spectral parameter $\mu > 0$, defined in $\mathcal{H}$ as

$$\mathcal{A}_\mu = \begin{pmatrix} A_{11} & \mu A_{12} & 0 \\ \mu A_{12}^* & A_{22} & \mu A_{23} \\ 0 & \mu A_{23}^* & A_{33} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Here the matrix elements $A_{ij}: \mathcal{H}_j \rightarrow \mathcal{H}_i$, $i \leq j$, $i, j = 1, 2, 3$ are defined as

$$A_{11}f_1 = \varepsilon f_1, \quad A_{12}f_2 = \int_{\mathbb{T}^1} v(t) f_2(t) dt,$$

$$(A_{22}f_2)(x) = (\varepsilon + u(x))f_2(x), \quad A_{23}f_3(x) = \int_{\mathbb{T}^1} v(t) f_3(x, t) dt,$$

$$(A_{33}f_3)(x, y) = (\varepsilon + u(x) + u(y))f_3(x, y), \quad f_i \in \mathcal{H}_i, i = 0, 1, 2.$$

We assume that $\varepsilon \in \mathbb{R}$, $u(\cdot)$ and $v(\cdot)$ are real-valued continuous functions on $\mathbb{T}^1$.

It is straightforward to verify that under these assumptions, the block operator matrix $\mathcal{A}_\mu$ is a linear, bounded and self-adjoint operator in $\mathcal{H}$.

In modern mathematical physics the operators A_{12} and A_{23} are called annihilation operators, the operators A_{12}^* and A_{23}^* are called creation operators. The operator matrix $\mathcal{A}_\mu$ is associated with the Hamiltonian of a system with non-conserved and no more than three particles on the one-dimensional lattice.

Throughout this work, the notation $\sigma(\cdot)$ refer to the spectrum a bounded self-adjoint operator. Let

$$m := \min_{x \in \mathbb{T}^1} u(x), \quad M := \max_{x \in \mathbb{T}^1} u(x).$$

Theorem 1. For the boundaries of the operator matrix $\mathcal{A}_\mu$, the following estimates are valid:

$$\begin{aligned} \min \sigma(\mathcal{A}_\mu) &\geq \varepsilon + m - 2 \sqrt{\frac{m^2 + 2\mu^2 \|v\|^2}{3}}, \\ \max \sigma(\mathcal{A}_\mu) &\leq \varepsilon + M + 2 \sqrt{\frac{M^2 + 2\mu^2 \|v\|^2}{3}}. \end{aligned}$$

We remark that the estimates presented in Theorem 1 is generated using the cubic numerical range [1] of the operator matrix $\mathcal{A}_\mu$.

Remark 1. By virtue of Gershgorin's theorem [2], the following inequalities hold:

$$\begin{aligned} \min \sigma(\mathcal{A}_\mu) &\geq \min\{\varepsilon - \mu\|v\|, \varepsilon + m - 2\mu\|v\|, \varepsilon + 2m - \mu\|v\|\}; \\ \max \sigma(\mathcal{A}_\mu) &\leq \max\{\varepsilon - \mu\|v\|, \varepsilon + M - 2\mu\|v\|, \varepsilon + 2M - \mu\|v\|\}. \end{aligned}$$

Remark 2. The classical perturbation theory [3] provides a lower bound for the spectrum

$$\min \sigma(\mathcal{A}_\mu) \geq \begin{cases} \varepsilon - 2\mu\|v\|, & \text{if } m \geq 0 \\ \varepsilon + 2m - 2\mu\|v\|, & \text{if } m < 0. \end{cases}$$

The lower and upper bounds of the spectrum provided by the cubic numerical range are more precise than the bounds obtained through Gershgorin's inclusions and classical perturbation theory.

References

1. T.H.Rasulov, C.Tretter. Spectral inclusion for diagonally dominant unbounded block operator matrices. Rocky Mountain Journal of Mathematics. – Tempe (USA), 2018. – No. 1, pp. 279-324.
2. C.Tretter. Spectral Theory of Block Operator Matrices and Applications. Imperial College Press, 2008.
3. T.Kato. Perturbation Theory for Linear Operators (Classics in Mathematics, 132), 1995.

UCHINCHI TARTIBLI OPERATORLI MATRITSALAR OILASI MUHIM SPEKTRINING TARMOQLARI

Tosheva Nargiza Ahmedovna

f.-m.f.f.d. (PhD), dotsent

Buxoro davlat universiteti, Buxoro, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu ishda uchinchi tartibli blok operatorli matritsa ko'rinishida tasvirlanuvchi chiziqli chegaralangan operatorlar oilasi qaralgan. Bu operatorli matritsalar oilasi muhim spektri tarmoqlarining joylashuv o'rni o'rganilgan. Muhim spektrni tashkil qiluvchi kesmalar soni aniqlangan.

Kalit so'zlar: bozonli Fok fazo, operatorli matritsa, muhim spektr va uning tarmoqlari, yo'qotish va paydo qilish operatorlari.

Аннотация: В данной работе рассматривается класс линейных ограниченных операторов, представленных в виде блочных операторных матриц третьего порядка. Изучена местоположение ветвей существенного спектра этого семейства операторных матриц. Найден число отрезков составляющих существенного спектра.

Ключевые слова: бозонное пространство Фока, операторная матрица, существенный спектр и его ветви, операторы уничтожения и рождения.

Annotation: In this work we consider a family of linear bounded operators represented in the form of third-order block operator matrices. The location of the branches of the essential spectrum of this family of operator matrices is studied. It is defined the number of segments conducting the essential spectrum.

Keywords: bosonic Fock space, operator matrix, essential spectrum and its branches, annihilation and creation operators.

$\mathcal{H}$ orqali $\mathcal{H}_0 := \mathbb{C}$, $\mathcal{H}_1 := L_2(\mathbb{T}^d)$ va $\mathcal{H}_2 := L_2^s((\mathbb{T}^d)^2)$ fazolarning to'g'ri yig'indisini belgilaymiz, ya'ni $\mathcal{H} := \mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1 \oplus \mathcal{H}_2$. Bunda $\mathcal{H}_0$, $\mathcal{H}_1$ va $\mathcal{H}_2$ fazolarga $L_2(\mathbb{T}^d)$ fazo yordamida qurilgan $\mathcal{F}_s(L_2(\mathbb{T}^d))$ bozonli Fok fazoning mos ravishda nol zarrachali, bir zarrachali va ikki zarrachali qism fazolari deyiladi.

$\mathcal{H}$ Hilbert fazosida ta'sir qiluvchi quyidagi

$$H(K) := \begin{pmatrix} H_{00}(K) & H_{01} & 0 \\ H_{01}^* & H_{11}(K) & H_{12} \\ 0 & H_{12}^* & H_{22}(K) \end{pmatrix} \quad (1)$$

uchinchi tartibli operatorli matritsalar oilasini qaraymiz. Bu yerda matritsaviy elementlar

$$H_{00}(K)f_0 = w_0(K)f_0, \quad H_{01}f_1 = \int_{\mathbb{T}^d} v_0(t)f_1(t)dt;$$

$$(H_{11}(K)f_1)(p) = w_1(K;p)f_1(p), \quad (H_{12}f_2)(p) = \int_{\mathbb{T}^d} v_1(t)f_2(p,t)dt;$$

$$(H_{22}(K)f_2)(p,q) = w_2(K;p,q)f_2(p,q), \quad f_i \in \mathcal{H}_i, \quad i = 0,1,2$$

kabi aniqlangan bo'lib, H_{ij}^* ($i < j$) orqali H_{ij} operatorga qo'shma operator belgilangan. Bundan tashqari $w_0(\cdot)$ va $v_i(\cdot)$, $i = 0,1$ funksiyalar $\mathbb{T}^d$ da aniqlangan haqiqiy qiymatli chegaralangan funksiyalar, $w_1(\cdot;\cdot)$ va $w_2(\cdot;\cdot,\cdot)$ funksiyalar esa mos ravishda

$$w_1(K; p) := l_1 \varepsilon \left(\frac{K}{2} - p \right) + l_2 \left(\frac{K}{2} + p \right) + \lambda,$$

$$w_2(K; p, q) := l_1 \varepsilon \left(\frac{K}{3} + p \right) + l_1 \varepsilon \left(\frac{K}{3} + q \right) + l_2 \varepsilon \left(\frac{K}{3} - p - q \right),$$

tengliklar yordamida aniqlanib, $\lambda, l_1, l_2 > 0$ va

$$\varepsilon(p) := \sum_{i=1}^d (1 - \cos p_i), \quad p = (p_1, p_2, p_3, \dots, p_d) \in \mathbb{T}^d, \quad d \in \mathbb{N}.$$

$\mathcal{H}$ Hilbert fazosida (1) tenglik yordamida aniqlangan $H(K)$ operatorli matritsa chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma operator bo'ladi.

Ta'kidlash joizki, H_{01} va H_{12} operatorlarga yo'qotish operatorlari, H_{01}^* va H_{12}^* operatorlarga esa paydo qilish operatorlari deyiladi

$H(K)$ operatorli matritsalar oilasining spektral xossalarini o'rganishda muhim sanalgan $\mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1$ Hilbert fazosida

$$h(K; k) := \begin{pmatrix} h_{00}(K; k) & h_{01} \\ h_{01}^* & h_{11}(K; k) \end{pmatrix}$$

kabi aniqlangan va umumlashgan Fridriks modellari oilasi deb ataluvchi $h(K; k)$, $k \in \mathbb{T}^d$ ikkinchi tartibli operatorli matritsalar oilasini qaraymiz. Bu yerda

$$h_{00}(K; k)f_0 = w_1(K; k)f_0, \quad h_{01}f_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \int_{\mathbb{T}^d} v_1(t)f_1(t)dt,$$

$$(h_{11}(K; k)f_1)(q) = w_2(K; k, q)f_1(q).$$

$h(K; k)$, $k \in \mathbb{T}^d$ operatorli matritsaning muhim spektri uchun $\sigma_{\text{ess}}(h(K; k)) = [m(K; k); M(K; k)]$ tenglik o'rinli. Bu yerda

$$m(K; k) := \min_{q \in \mathbb{T}^d} w_2(K; k, q), \quad M(K; k) := \max_{q \in \mathbb{T}^d} w_2(K; k, q).$$

Quyidagi miqdorlarni aniqlaymiz:

$$m(K) := \min_{k, q \in \mathbb{T}^d} w_2(K; k, q), \quad M(K) := \max_{k, q \in \mathbb{T}^d} w_2(K; k, q).$$

Ushbu teorema $H(K)$ operatorli matritsaning muhim spektrini tavsiflaydi.

Teorema. $H(K)$ operatorli matritsaning muhim spektri uchun quyidagi tenglik o'rinli:

$$\sigma_{\text{ess}}(H(K)) = \bigcup_{k \in \mathbb{T}^d} \sigma_{\text{disc}}(h(K; k)) \cup [m(K), M(K)].$$

Bundan tashqari, $\sigma_{\text{ess}}(H(K))$ to'plam ko'pi bilan uchta kesmalar birlashmasidan iborat bo'ladi.

Ta'rif. Quyidagi

$$\sigma_{\text{two}}(H(K)) := \bigcup_{k \in \mathbb{T}^d} \sigma_{\text{disc}}(h(K; k))$$

va

$$\sigma_{\text{three}}(H(K)) := [m(K), M(K)]$$

to'plamlarga mos ravishda $H(K)$ operatorli matritsa muhim spektrining ikki zarrachali va uch zarrachali tarmoqlari deyiladi.

Ta'kidlash joizki, $\sigma_{\text{two}}(H(K))$ to'plam ko'pi bilan ikkita kesmalar birlashmasidan iborat bo'lib, ulardan biri $\sigma_{\text{three}}(H(K))$ to'plamdan chapda, ikkinchisi esa o'ngda joylashgan bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Albeverio S., Lakaev S.N., Rasulov T.H. On the Spectrum of an Hamiltonian in Fock Space. Discrete Spectrum Asymptotics. J. Stat. Phys. 127:2 (2007), P. 191–220.

ON SUPERPOSITION OF LINEAR AND QUADRATIC STOCHASTIC OPERATOR

B.M.MAMUROV

Bukhara State University, Bukhara, Uzbekistan,

b.j.mamurov@buxdu.uz

ABSTRACT: In this paper, we consider the superposition of a single linear operator and quadratic stochastic Volterra operators on a two-dimensional simplex and which depend on parameters. Fixed points are found and their types are studied, as well as the limit behavior of the trajectory.

Key words: Linear operator; quadratic stochastic operator; Volterra operator; trajectory; simplex.

Quadratic operators appear in many models of mathematical genetics, particular, in the theory of heredity. (see e.g. [1, 2]).

A quadratic stochastic operator may arise in mathematical genetics as follows. Consider a biological (ecological) population, i.e., a community of organisms closed with respect to reproduction.

$$\text{Let } S^{m-1} = \left\{ \mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_m) \in R^m : x_i \geq 0, \sum_{i=1}^m x_i = 1 \right\}$$

be the $(m-1)$ -dimensional simplex. A map V of S^{m-1} into itself is called a *quadratic stochastic operator* (QSO) if

$$(V\mathbf{x})_k = \sum_{i,j=1}^m p_{ij,k} x_i x_j \quad (1)$$

for any $\mathbf{x} \in S^{m-1}$ and for all $k = 1, \dots, m$, where

$$p_{ij,k} \geq 0, \quad p_{ij,k} = p_{ji,k}, \quad \sum_{k=1}^m p_{ij,k} = 1, \quad \forall i, j, k = 1, \dots, m. \quad (2)$$

Assume $\{\mathbf{x}^{(n)} \in S^{m-1} : n = 0, 1, 2, \dots\}$ is the trajectory of the initial point $\mathbf{x} \in S^{m-1}$, where $\mathbf{x}^{(n+1)} = V(\mathbf{x}^{(n)})$ for all $n = 0, 1, 2, \dots$, with $\mathbf{x}^{(0)} = \mathbf{x}$.

Definition 1. A point $\mathbf{x} \in S^{m-1}$ is called a fixed point of a QSO V if $V(\mathbf{x}) = \mathbf{x}$.

Definition 2.[1] A fixed point $\mathbf{x}^*$ is called hyperbolic if its Jacobian $D_{\mathbf{x}}V(\mathbf{x}^*)$ has no eigenvalues on the unit circle.

Definition 3.[1] A hyperbolic fixed point $\mathbf{x}^*$ is called:

- i) attracting if all the eigenvalues of the Jacobian $D_{\mathbf{x}}V(\mathbf{x}^*)$ are less than 1 in absolute value;
- ii) repelling if all the eigenvalues of the Jacobian $D_{\mathbf{x}}V(\mathbf{x}^*)$ are greater than 1 in absolute value;
- iii) a saddle otherwise.

In this work we will consider the superposition of A linear operator and a quadratic stochastic operator V , $B = A(V(\mathbf{x}))$, where

$$V: S^2 \rightarrow S^2$$

$$\text{and } A = \begin{pmatrix} \alpha & 0 & 0 \\ \beta & \gamma & 0 \\ 1 - \alpha - \beta & 1 - \gamma & 1 \end{pmatrix}, \quad 0 < \alpha, \beta, \gamma \leq 1.$$

In this case, operator B will take the form:

$$B=A(V(x))=\begin{pmatrix} \alpha & 0 & 0 \\ \beta & \gamma & 0 \\ 1-\alpha-\beta & 1-\gamma & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1^2 \\ x_2^2 + 2x_1x_2 \\ x_3^2 + 2x_1x_2 + 2x_2x_3 \end{pmatrix}$$

$$=\begin{pmatrix} \alpha x_1^2 \\ \beta x_1^2 + \gamma x_2^2 + 2\gamma x_1x_2 \\ (1-\alpha-\beta)x_1^2 + (1-\gamma)x_2^2 + 2(1-\gamma)x_1x_2 + x_3^2 + 2x_1x_3 + 2x_2x_3 \end{pmatrix} \quad (3)$$

Let us find the fixed points of the operator B ($B(x)=x$):

$$\begin{cases} x_1 = \alpha x_1^2 \\ x_2 = \beta x_1^2 + \gamma x_2^2 + 2\gamma x_1x_2 \\ x_3 = (1-\alpha-\beta)x_1^2 + (1-\gamma)x_2^2 + 2(1-\gamma)x_1x_2 + x_3^2 + 2x_1x_3 + 2x_2x_3 \end{cases} \quad (4)$$

Theorem. The following statements are true for operator B :

- a) for $\alpha=1, \gamma<1$ it has two fixed points $(0,0,1)$ and $(1,0,0)$, which are attracting and saddle points, respectively;
- saddle points, respectively;
- c) for $\alpha<1, \gamma<1$ it has a single fixed point $(0,0,1)$ and it is attracting;
- d) in all cases there are no periodic trajectories.

References

- [1] Devaney R. L. *An introduction to chaotic dynamical systems*, (New York: Westview Press) 2003.
- [2] Lyubich Yu. I. 1992 *Mathematical Structures in Population Genetics* (Berlin: Springer) 1992.

АНАЛОГ ТЕОРЕМЫ ГЕРШГОРИНА ДЛЯ ОПЕРАТОРНЫХ МАТРИЦ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА

Расулов Тулкин Хусенович

*Доктор физико-математических наук, профессор
Бухарский государственный университет, Бухара, Узбекистан*

Abstract. Ushbu ishda yuqori tartibli blok operatorli matritsa ko'rinishida tasvirlanuvchi chiziqli chegaralanmagan operatorlar sinfi qaralgan. Bunday operatorli matritsalar diagonal bo'yicha dominantlanuvchi bo'lgan holda satr elementlari yig'indisi va ustun elementlari yig'indisi haqidagi Gershgorin teoremlarining analoglari bayon qilingan.

Kalit so'zlar: blok operatorli matritsa, chegaralanmagan operator, satr, ustun, diagonal elementlar, Gershgorin teoremasi.

Абстракт. В данной работе рассматривается класс линейных неограниченных операторов, которые можно представить в виде блочно операторных матриц высшего порядка. Для таких операторных матриц сформулированы аналоги теорем Гершгорина о сумме элементов строки и сумме элементов столбца в диагонально доминирующем случае.

Ключевые слова: блочно операторная матрица, неограниченный оператор, строка, столбец, диагональные элементы, теорема Гершгорина.

Abstract. In this work we consider a class of linear unbounded operators that can be represented as higher-order block operator matrices. For such operator matrices in the diagonally dominant case analogues of the Gershgorin theorems on the sum of row elements and the sum of column elements are stated.

Key words: block operator matrix, unbounded operator, row, column, diagonal elements, Gershgorin theorem.

Пусть $n \in N, n \geq 3, (\mathcal{H}_i, || \cdot ||_i), i = 1, \dots, n$ – банахово пространство и $(\mathcal{H}, || \cdot ||)$ – прямая сумма пространств $\mathcal{H}_1, \dots, \mathcal{H}_n$, т.е.,

$$\mathcal{H} := \mathcal{H}_1 \oplus \dots \oplus \mathcal{H}_n, \|f\| := \sqrt{\|f_1\|_1^2 + \dots + \|f_n\|_n^2}, f = (f_1, \dots, f_n)^t \in \mathcal{H}.$$

В банаховом пространстве $\mathcal{H}$ рассмотрим линейные операторы $\mathcal{A}$, действующие как $n \times n$ – блочно-операторные матрицы

$$\mathcal{A} = (A_{ij})_{i,j=1}^n, \quad (1)$$

где матричные элементы $A_{ij}: \mathcal{H}_j \supset D(A_{ij}) \rightarrow \mathcal{H}_i$, $i, j = 1, \dots, n$, плотно определенные, линейные операторы допускающие замыкание и область определения

$$D(\mathcal{A}) = \bigoplus_{j=1}^n \left(\bigcap_{i=1}^n D(A_{ij}) \right),$$

оператора $\mathcal{A}$ также плотна в $\mathcal{H}$.

Определение. Для блочно-операторной матрицы $\mathcal{A}$, определенной по формуле (1) определим ее диагональную часть $\mathcal{T}$ и вне-диагональную часть $\mathcal{S}$ следующим образом

$$\mathcal{T} := \text{diag}(A_{11}, \dots, A_{nn}), \quad \mathcal{S} := \mathcal{A} - \mathcal{T},$$

и назовем $\mathcal{A}$ диагонально доминирующей порядка $\delta_{\mathcal{S}}$, если оператор $\mathcal{S}$ ограничен относительно $\mathcal{T}$ с $\mathcal{T}$ – гранью $\delta_{\mathcal{S}}$.

Теперь сформулируем аналоги теоремы Гершгорина для неограниченных диагонально доминирующих $n \times n$ –операторных матриц.

Теорема 1. (Аналог теоремы Гершгорина о сумме элементов строк). Пусть $\mathcal{A}$ – диагонально доминирующая $n \times n$ –операторная матрица с замкнутыми диагональными элементами A_{jj} и A_{jj} –грань δ_{ij} оператора A_{ij} удовлетворяют условию $\sum_{i \neq j, j=1}^n \delta_{ij} < 1$ и пусть постоянные $a_{ij}, b_{ij} \geq 0$ такие, что $\sum_{i \neq j, j=1}^n b_{ij} < 1$ и для $i, j = 1, \dots, n, i \neq j$ выполняются неравенства:

$$\|A_{ij}f_j\|_i \leq a_{ij}\|f_j\|_j + b_{ij}\|A_{jj}f_j\|_j, \quad f_j \in D(A_{jj}) \subset D(A_{ij}).$$

Тогда имеет место соотношение $\sigma(\mathcal{A}) \subset G_{\text{row}}$, где

$$G_{\text{row}} := \bigcup_{j=1}^n \left(\sigma(A_{jj}) \cup \left\{ \lambda \in \rho(A_{jj}) : \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n \|A_{ij}(A_{jj} - \lambda)^{-1}\| \geq 1 \right\} \right) \\ \subset \bigcup_{j=1}^n \left(\sigma(A_{jj}) \cup \left\{ \lambda \in \rho(A_{jj}) : \|(A_{jj} - \lambda)^{-1}\| \left(\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n (a_{ij} + |\lambda|b_{ij}) \right) \geq 1 - \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n b_{ij} \right\} \right).$$

Теорема 2. (Аналог теоремы Гершгорина о сумме элементов столбцов). Пусть $\mathcal{A}$ – диагонально доминирующая $n \times n$ –операторная матрица с замкнутыми диагональными элементами A_{jj} и A_{jj} –грань δ_{ij} оператора A_{ij} удовлетворяет оценке $\sum_{i \neq j, j=1}^n \delta_{ij} < 1$ и пусть постоянные $a_{ij}, b_{ij} \geq 0$ такие, что $\sum_{i \neq j, j=1}^n b_{ij} < 1$ и для $i, j = 1, \dots, n, i \neq j$ верно

$$\|A_{ij}f_j\|_i \leq a_{ij}\|f_j\|_j + b_{ij}\|A_{jj}f_j\|_j, \quad f_j \in D(A_{jj}) \subset D(A_{ij}).$$

Имеет место соотношение $\sigma(\mathcal{A}) \subset G_{\text{col}}$, где

$$G_{\text{col}} := \bigcup_{i=1}^n \left(\sigma(A_{ii}) \cup \left\{ \lambda \in \rho(A_{ii}) : \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \|A_{ij}(A_{jj} - \lambda)^{-1}\| \geq 1 \right\} \right) \\ \subset \bigcup_{j=1}^n \left(\sigma(A_{jj}) \cup \left\{ \lambda \in \rho(A_{jj}) : \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \|(A_{jj} - \lambda)^{-1}\| (a_{ij} + |\lambda|b_{ij}) \geq 1 - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n b_{ij} \right\} \right).$$

Полученные теоремы важны для оценки нижней границы самосопряженных полуограниченных операторных матриц.

Список литературы

1. Rasulov T., Tretter C. Spectral inclusion for unbounded diagonally dominant nxn operator matrices. Rocky Mountain Journal of Mathematics, 48:1 (2018), pp. 279-324.
2. Salas H.N. Gershgorin's theorem for matrices of operators. Lin. Alg. Appl. 291 (1999), pp. 15-36.

PANJARADAGI ITARISHUVCHI POTENSIALLI IKKI ZARRACHALI SHRYODINGER OPERATORI DISKRET SPEKTRI HAQIDA

X. G'. Xayitova

Buxoro davlat universiteti

x.g.xayitova@buxdu.uz

Annotatsiya. Ushbu ishda panjarada kontakt ta'sirlanuvchi ikki zarrachali sistemaga mos Shryodinger operatori gilbert fazosidagi chiziqli, chegaralangan, o'z-o'ziga qo'shma operator sifatida qaralgan. Shryodinger operatorining muhim va diskret spektri uchun munosabatlar bayon qilingan.

Kalitso'zlar. zarrachalar sistemasi, Shryodinger operatori, gilbert fazo, muhim spektr, diskret spektr, aynimagan minimum.

Annotation. In this work, the Shrodinger operator corresponding to a two-particle system with contact on a lattice is considered as a linear, bounded, self-adjoint operator in Hilbert space. Relations for the essential and discrete spectrum of the Shrodinger operator are stated.

Key words. particle system, Shrodinger operator, Hilbert space, essential spectrum, discrete spectrum, non-zero minimum.

Аннотация. В работе рассматривается оператор Шредингера, соответствующий двухчастичной системе с контактом на решетке, как линейный, ограниченный, самосопряженный оператор в гильбертовом пространстве. Устанавливаются соотношения для существенного и дискретного спектра оператора Шредингера.

Ключевые слова: Система частиц, оператор Шредингера, гильбертово пространство, существенный спектр, дискретный спектр, ненулевой минимум.

$\mathbb{T}^3 \equiv (-\pi, \pi]^3$ — uch o'lchamli tor, $\mathbb{L}_2(\mathbb{T}^3)$ esa $\mathbb{T}^3$ da aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi funksiyalar gilbert fazosi bo'lsin. Panjarada kontakt ta'sirlashuvchi ikki zarrachali sistemaga mos $h_{\mu,\gamma}(k), k \in \mathbb{T}^3$ Shryodinger operatori $\mathbb{L}_2(\mathbb{T}^3)$ fazoda quyidagicha aniqlanadi:

$$h_{\mu,\gamma}(k) = h_{0,\gamma}(k) + \mu\vartheta,$$

bunda

$$(h_{0,\gamma}(k)f)(p) = \varepsilon_{k,\gamma}(p)f(p), \quad \varepsilon_{k,\gamma}(p) = \varepsilon(p) + \gamma\varepsilon(k-p),$$

$$\varepsilon(p) = \sum_{i=1}^3 (1 - \cos p_i), \quad p = (p_1, p_2, p_3) \in \mathbb{T}^3, \quad (\vartheta f)(p) = \int_{\mathbb{T}^3} f(s)ds.$$

Bu yerda $\mu > 0$ — zarrachalar o'zaro ta'sir energiyasi, $\gamma > 0$ — zarrachalar massalar nisbati. Muhim spektr turg'unligi haqidagi Veyl teoremasiga ko'ra $h_{\mu,\gamma}(k)$ operatorning muhim spektri $h_{0,\gamma}(k)$ operatorning spektri $\sigma(h_{0,\gamma}(k))$ bilan ustma-ust tushadi, ya'ni:

$$\sigma_{ess}(h_{\mu,\gamma}(k)) = \sigma(h_{0,\gamma}(k)) = [\varepsilon_{min,\gamma}(k), \varepsilon_{max,\gamma}(k)],$$

bunda

$$\varepsilon_{min,\gamma}(k) = \min_{q \in \mathbb{T}^3} \varepsilon_{k,\gamma}(q) = 3(1 + \gamma) - \sum_{i=1}^3 \sqrt{1 + 2\gamma \cos k_i + \gamma^2},$$

$$\varepsilon_{max,\gamma}(k) = \max_{q \in \mathbb{T}^3} \varepsilon_{k,\gamma}(q) = 3(1 + \gamma) + \sum_{i=1}^3 \sqrt{1 + 2\gamma \cos k_i + \gamma^2}.$$

Faraz qilaylik,

$$\mu_0(\gamma) = (1 + \gamma) \left(\int_{\mathbb{T}^3} \frac{dq}{\varepsilon(q)} \right)^{-1}$$

bo'lsin. Yuqoridagi integral ostidagi funksiya $q = 0$ nuqtada aynimagan minimumga ega bo'lganligi uchun ushbu integral chekli bo'ladi.

Teorema 1. Faraz qilaylik, $\mu > \mu_0(\gamma)$ va $\gamma > 0$ bo'lsin. U holda ixtiyoriy $k \in \mathbb{T}^3$ uchun $h_{\mu,\gamma}(k)$ operator muhim spektrdan o'ng tomonda yagona oddiy $z_{\mu,\gamma}(k)$ xos qiymatga ega.

Teorema 2. Faraz qilaylik, $\gamma > 0$ bo'lsin. U holda $\mu \rightarrow \infty$ da quyidagi asimptotika ixtiyoriy $k \in \mathbb{T}^3$ da tekis bajariladi:

$$z_{\mu,\gamma}(k) = \mu + 3(1 + \gamma) + \frac{1}{2\mu} \sum_{i=1}^3 (1 + 2\gamma \cos k_i + \gamma^2) + O\left(\frac{1}{\mu^3}\right), \quad \mu \rightarrow \infty.$$

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Dell'Antonio G.F., Muminov Z.I. and Shermatova Y. M. On the number of eigenvalues of a model operator related to a system of three particles on lattices. J. Phys. A: Math. Theor, 44 (2011), pp. 315302–27.

2. Abdullaev J. I., Khalkhuzhaev A. M. and Khujamiyrov I. A. Existence Condition for the Eigenvalue of a Three-Particle Schrödinger Operator on Lattice. Russian Mathematics, 67(2023), pp. 1 – 22.

3. Khalkhuzhaev A.M., Khujamiyrov I.A. On the discrete spectrum of the Schrödinger operator using the 2+1 fermionic trimer on the lattice. Nanosystems: Phys. Chem. Math, 14(2023) , pp. 518–529.

АНАЛИЗ ВЕРХНЕГО ПОРОГА d – МЕРНЫХ ДИСКРЕТНЫХ ОПЕРАТОРОВ ШРЕДИНГЕРА

*Лакаев Шухрат Саидахматович,
PhD, доцент Национальный университет
Узбекистана имени Мирзо Улугбека*

Аннотация. В работе исследовано поведение собственных значений d -мерного одночастичного оператора Шредингера $H_{\lambda\mu}$, $(\lambda, \mu) \in \mathbb{R}^2$ в правой части его существенного спектра с $d + 1$ дельта-потенциалами. Можно показать, что верхний пороговый резонанс и верхнее пороговое собственное значение возникают при $d \geq 2$, а верхний супер-пороговый резонанс возникает при $d = 1$.

Ключевые слова. Оператор, собственные значения, спектр, резонанс.

Оператор $H_{\lambda\mu}$ в импульсном представлении действует в гильбертовом пространстве $L^2(\mathbb{T}^d)$ как

$$H_{\lambda\mu} = H_0 - V,$$

где H_0 действует как оператор умножения:

$$(H_0 f)(p) = \epsilon(p) f(p), \quad f \in L^2(\mathbb{T}^d)$$

где $\epsilon(p)$ задается как

$$\epsilon(p) = \sum_{j=1}^d (1 - \cos p_j), \quad p = (p_1, \dots, p_d) \in \mathbb{T}^d,$$

где V — интегральный оператор типа свертки

$$(Vf)(p) = (2\pi)^{-\frac{d}{2}} \int_{\mathbb{T}^d} v(p-s) f(s) ds, \quad f \in L^2(\mathbb{T}^d).$$

Здесь функция ядра $v(\cdot)$ преобразование Фурье $V(\cdot)$ вычисленное как

$$v(p) = (2\pi)^{-\frac{d}{2}} \left(\mu + \lambda \sum_{i=1}^d \cos p_i \right).$$

Утверждение. Имеет место соотношение $\sigma_{\text{ess}}(H_{\lambda\mu}) = \sigma_{\text{ac}}(H_{\lambda\mu}) = [0, 2d]$

Для любого $\lambda, \mu \in \mathbb{R}$, определитель Фредгольма, ассоциированный с оператором $H_{\lambda\mu}$ как регулярная функция по $z \in \mathbb{C} \setminus [\epsilon_{\min}, \epsilon_{\max}]$, определяется как

$$\Delta(\lambda, \mu; z) = \delta_r(\lambda, \mu; z) \delta_c(\lambda; z) \delta_s(\lambda; z),$$

где

$$\delta_r(\lambda, \mu; z) = \begin{cases} (1 - \mu a(z)) \{1 - \lambda(c(z) + (d-1)c_0(z))\} - d\lambda\mu b^2(z), & d \geq 2 \\ (1 - \mu a(z))(1 - \lambda c(z)) - \lambda\mu b^2(z), & d = 1, \end{cases}$$

$$\delta_c(\lambda; z) = \begin{cases} \{\lambda(c(z) - d(z)) - 1\}^{d-1}, & d \geq 2 \\ 1, & d = 1, \end{cases} \quad \delta_s(\lambda; z) = (1 - \alpha s(z))^d$$

Лемма 1. Число $z \in \mathbb{C} \setminus [\epsilon_{\min}, \epsilon_{\max}]$ является собственным значением $H_{\lambda\mu}$ тогда и только тогда, когда $\Delta(\lambda, \mu; z) = 0$.

Теперь мы готовы сформулировать основную теорему для $d \geq 2$.

Теорема 1. Пусть $d \geq 2$. Предположим, что $(\lambda, \mu) \in D_k$, $k \in \{0, 1, 2, d+1, d+2, 2d, 2d+1\}$. Тогда $H_{\lambda\mu}$ имеет k собственных значений в $(2d, \infty)$. Кроме того, $H_{\lambda\mu}$ не имеет ни порогового собственного значения, ни порогового резонанса (см. Таблицу 1).

	D_0	D_1	D_2	D_{d+1}	D_{d+2}	D_{2d}	D_{2d+1}
Собст.знач. в $(2d, \infty)$		0 1	2	$d+1$	$d+2$	$2d$	$2d+1$

Таблица 1. Спектр $H_{\lambda\mu}$ для (λ, μ) на D_k для $d \geq 2$

(b) $2d$ не является суперпороговым резонансом $H_{\lambda\mu}$ для любого $(\lambda, \mu) \in \mathbb{R}^2$

(c) Предположим, что (λ, μ) из B_k , $k \in \{0, 1, d+1, 2d\}$, $S_k, k = d$, $C_k, k = d+2$ и A, B . Результаты, описанные в Таблице 2, верны.

	Кривая B_k	Кривая S_k	Кривая C_k	Точка A	Точка B
С.з. в $(2d, \infty)$	k	k	k	1	$d+1$
Пор.рез. в $2d$	$d=2$	—	$d \geq 2$	$d=2$	$d=2$
	$d=3, 4$	1		$d=3, 4$	$d=3, 4$
	$d \geq 5$	$d \geq 3$		$d \geq 5$	$d \geq 5$
	$d=2$	—		$d=2$	$d=2$
		$d=2$	—	$d=3, 4$	$d=3, 4$

Пор.собр	$d = 3, 4$	$d \geq 3$	$d \geq 2$	$d - 1$			
знач. в							
$2d$	$d \geq 5$			$d \geq 5$	$d + 1$	$d \geq 5$	d
	1						

Таблица 2: Спектр $H_{\lambda\mu}$ для (λ, μ) на краях D_k для $d \geq 2$.

INFINITENESS OF THE DISCRETE SPECTRUM OF TWO-PARTICLE DISCRETE SCHRÖDINGER OPERATORS

Zahriddin Muminov,

Tashkent State University of Economics

E-mail: zimuminov@gmail.com

Abstract. In this work, we consider a family of discrete Schrödinger operators $h^d(k)$, where $k \in \mathbb{T}^d = (-\pi, \pi]^d$, is the two-particle quasi-momentum, associated to a system of two-particles on the d - dimensional lattice $\mathbb{Z}^d$, $d \geq 1$.

When the two-particle dispersion relation's pre-image at the right edge $\mathcal{E}_k^{-1}(e_M(k))$ of the essential spectrum of $h^d(k)$ is of dimension $d - 1$ or $d - 2$, we obtain the necessary and sufficient conditions for the existence of an infinite amount of eigenvalues of $h^d(k)$ to the right of the essential spectrum, while in the case $\dim \mathcal{E}_k^{-1}(e_M(k)) \leq d - 3$, the number of eigenvalues $h^d(k)$ is finite.

The two-particle discrete Schrödinger operator $h^d(k)$, $k \in \mathbb{T}^d$, acts in $L^2(\mathbb{T}^d)$ of the form

$$h^d(k) = h_0^d(k) + \mathbf{v}, \quad (3)$$

where $h_0^d(k)$ is the multiplication operator by the function $\mathcal{E}_k(\cdot)$:

$$(h_0^d(k)f)(q) = \mathcal{E}_k(q)f(q), \quad f \in L^2(\mathbb{T}^d),$$

$$\mathcal{E}_k(p) = e(p)/m_1 + e(k - p)/m_2, \quad p \in \mathbb{T}^d,$$

where $e(\cdot)$ is defined by (2) and $\hat{\mathbf{v}}$ is the integral operator of convolution type:

$$(\mathbf{v}f)(q) = (2\pi)^{-\frac{d}{2}} \int_{\mathbb{T}^d} v(q - s)f(s)ds, \quad f \in L^2(\mathbb{T}^d),$$

where $v(\cdot)$ is the Fourier series with the Fourier coefficients $\hat{v}(s)$, $s \in \mathbb{Z}^d$.

The form (3) for $h^d(k)$ shows that the two-particle problem to be reduced to an effective one-particle problem.

Hypothesis 1. The real valued function $\hat{v}(\cdot)$ is a non-positive and exponentially vanishing function, i.e.

$$|\hat{v}(x)| \leq C_1 e^{-C_2|x|}, \quad x \in \mathbb{Z}^d$$

for some $C_1 > 0$, $C_2 > 0$.

Under Hypothesis 1 the perturbation $\mathbf{v}$ of the operator $h_0^d(k)$, $k \in \mathbb{T}^d$, is a Hilbert-Schmidt operator and, therefore, according to the first Weil essential spectrum theorem, the essential spectrum of the operator $h^d(k)$ fills in the following interval on the real axis:

$$\sigma_{\text{ess}}(h(k)) = [e_m(k), e_M(k)],$$

where

$$e_m(k) = \min_{q \in \mathbb{T}^d} \mathcal{E}_k(q), \quad e_M(k) = \max_{q \in \mathbb{T}^d} \mathcal{E}_k(q).$$

Set

$$A(k) = \min_{j=1, \dots, d} r(k^{(j)})/r(0), \quad r(k^{(j)}) = |\mu(k^{(j)})|,$$

$$p(k^{(j)}) = \sqrt{m_1^{-2} + m_2^{-2} + 2m_1^{-1}m_2^{-1}\cos(k^{(j)})}, \quad k^{(j)} \in (-\pi, \pi], \quad j = 1, \dots, d.$$

Proposition 3. $A(k) = 0$ if and only if $k \in \mathbb{T}^d \setminus (-\pi, \pi)^d$ and $m_1 = m_2$. Moreover, when $A(k) = 0$ the Fermi surface

$$\mathcal{E}_k^{-1}(e_M(k)) = \{p \in \mathbb{T}^d \mid \mathcal{E}_k(q) = e_M(k)\}, \quad \cong \mathbb{T}^v$$

of the dispersion relation $\mathcal{E}_k(\cdot)$ is a manifold homeomorphic to $\mathbb{T}^v$ i.e. $\dim \mathcal{E}_k^{-1}(e_M(k)) = v$, where v is the number of components of k which is equal to π .

Case $A(k) \neq 0$.

Theorem 5. Assume that Hypothesis 1 and the inequality $A(k) \neq 0$ hold. Then the operator $h^d(k)$ has only finite discrete spectrum.

Case $A(k) = 0$. Due to proposition 1 the equality $A(k) = 0$ gives the relations $m_1 = m_2$ and $k \in M = \mathbb{T}^d \setminus (-\pi, \pi)^d$.

Let us introduce subsets of indices depending on $k \in M = \mathbb{T}^d \setminus (-\pi, \pi)^d$

$$A = \{j \in \{1, \dots, d\} \mid k_j = \pi\}, \quad \bar{A} = \{1, \dots, d\} \setminus A, \quad \text{and } v = |A|.$$

Now we introduce sub-lattices of $\mathbb{Z}^d$:

$$\mathbb{Z}_A^v = \{x \in \mathbb{Z}^d \mid x_j = 0 \text{ if } j \in \bar{A}\}, \quad \mathbb{Z}_{\bar{A}}^{d-v} = \{x \in \mathbb{Z}^d \mid x_j = 0 \text{ if } j \in A\},$$

and for any $n \in \{1, 2, \dots\}$ we introduce a integer hyper-parallelepiped

$$\Pi_n^{d-v} = \bigcup_{x^v \in \mathbb{Z}_A^v, |x^v| \leq n} \{\mathbb{Z}_{\bar{A}}^{d-v} + x^v\},$$

which is parallel to the sublattice $\mathbb{Z}_{\bar{A}}^{d-v}$.

Theorem 6. Assume Hypothesis 1 and $A(k) = 0$ hold. Let v be the number of the components of the quasi-momentum k equal to the number π , i.e. a power of the set $A = \{j \in \{1, \dots, d\} \mid k_j = \pi\}$.

a) if $d - 2 \leq v \leq d$, the operator $h^d(k)$ has an infinite number of eigenvalues outside the essential spectrum, if and only if for any $n \in \mathbb{N}$ the relation

$$\text{supp } \hat{v} \not\subseteq \Pi_n^{d-v}$$

holds.

b) if $1 \leq v < d - 2$ then the operator $h^d(k)$ has a finite number of eigenvalues outside the essential spectrum.

UDK:517.518.5

UNIFORM ESTIMATES OF OSCILLATORY INTEGRALS WITH A CONVEX PHASE IN THE THREE-DIMENSIONAL CASE

To'raqulov Davir Davronovich

Samarkand State University named after Sharof Rashidov

Abstract. We consider a hypersurface $S \subset \mathbb{R}^4$. Let $d\mu = \psi(x)dS(x)$, where $dS(x)$ is a surface measure on S and $\psi \in C_0^\infty(S)$ is a fixed smooth function with compact support. We will consider uniform directional estimates for the Fourier transform of the measure $d\mu$ in the case, where the surface S is convex.

Key words: quasi-homogeneous polynomial, oscillatory integral, oscillation index, height of function.

Аннотация. Рассмотрим гиперповерхность $S \subset \mathbb{R}^4$. Пусть $d\mu = \psi(x)dS(x)$, где

$dS(x)$ — поверхностная мера на S и $\psi \in C_0^\infty(S)$ — фиксированная гладкая функция с компактным носителем. Мы рассмотрим равномерные по направлениям оценки преобразования Фурье меры (заряда) $d\mu$ в случае, когда поверхность S выпукла.

Ключевые слова: квазиоднородный полином, осциллирующий интеграл, индекс осцилляций, высота функции.

Let S be a hypersurface, defined as the graph of a convex analytic function $x_4 = \Phi(x_1, x_2, x_3)$. In the following, for the sake of definiteness, we will assume $\Phi(0,0,0) = 0$, $\nabla\Phi(0,0,0) = 0$. Let us define the measure $d\mu = \psi(x)dS(x)$ for a smooth function with compact support, i.e., $\psi(x) \in C_0^\infty(S)$, $dS(x) = \sqrt{1 + |\nabla\Phi(x)|^2} dx_1 dx_2 dx_3$. We consider the Fourier transform of the measure $d\mu$:

$$J(\xi) := d\hat{\mu}(\xi) = \int_S e^{i(x,\xi)} d\mu(x). \quad (1)$$

Let $\Phi(y)$ be a convex smooth function of finite linear type in some convex neighborhood of the origin. According to Schultz's theorem [1], there exists an orthogonal matrix A and a convex neighborhood of the origin U that possess the following properties

1) *the following equality holds for Φ :*
 $\Phi(Ay) = P(y) + R(y)$ where $P(y)$ is a

quasi-homogeneous convex polynom with weights $(\frac{1}{k_1}, \frac{1}{k_2}, \frac{1}{k_3})$ (where k_1, k_2, k_3 are even natural numbers) i.e., for $P(y)$ the following equality holds: for any $\tau > 0$ and $y \in \mathbb{R}^3$
 $P\left(\tau^{\frac{1}{k_1}}y_1, \tau^{\frac{1}{k_2}}y_2, \tau^{\frac{1}{k_3}}y_3\right) = \tau P(y)$, $P(y) > 0$, for $y \neq 0$, $P(0) = 0$.

2) *There exists $\varepsilon > 0$ such that for any $y \neq 0$, the remainder $R(y)$ satisfies the*

following relation: $\lim_{\tau \rightarrow +0} \frac{R(\tau^{\frac{1}{k_1}}y_1, \tau^{\frac{1}{k_2}}y_2, \tau^{\frac{1}{k_3}}y_3)}{\tau^{1+\varepsilon}} = 0$, moreover, the last relation holds uniformly with respect to $y \in U$. Let us consider the estimate of the integral (1), uniform with respect to directions. A similar problem for oscillatory integrals is discussed in [2], and in some specific cases, it is examined in the work of V.N. Karpushkin [3].

The main result of this paper is the following statement.

Theorem. *Let Φ be a convex analytic function in a neighborhood of the origin. Then there exists a neighborhood of origin U , such that for any function $\psi \in C_0^\infty(U)$ the following estimate holds: $|d\hat{\mu}(\xi)| \leq \frac{C\|\psi\|_{C^{(4)}(U)}}{|\xi|^{\frac{1}{h(\Phi)}}}$ where $h(\Phi)$ is the height of the function Φ and $\|\psi\|_{C^{(4)}(U)}$ is the norm of the function in $C^{(4)}$.*

Remark 1. *In the case when Φ is a convex function of finite linear type, then $\frac{1}{h(\Phi)} = |k| = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \frac{1}{k_3}$ where k_1, k_2, k_3 are even natural numbers determined from the Schultz decomposition.*

For arbitrary convex analytic functions, the height of the function $h(\Phi)$ is defined in [4].

Remark 2. *If $|k| \leq \frac{1}{2}$, then the theorem follows from the main result of work [5]. Therefore, it is sufficient to prove the theorem for the case $|k| > \frac{1}{2}$. In the case when $k_1 = k_2 = k_3 = 2$ the following estimate was obtained in the classical work of Hertz [6]: $|J(\xi)| \leq \frac{C(\psi)}{|\xi|^{\frac{3}{2}}}$*

If $k_1 = k_2 = 2$ and $k_3 > 2$ then the critical point at the origin is a singularity of type A_{k_3-1} and then, using an orthogonal change of variables, we can bring $P(y)$ to the form $P(y) = c_1 y_1^2 + c_2 y_2^2 + Q(y_3)$ and the desired estimate follows from the application of the stationary phase method and the Van der Corput's lemma.[7]

REFERENCES

1. Schultz H., *Convex Hypersurface of Finite type and the Asymptotics of Their Fourier Transforms*. Indiana University Math. Journal, 40(3) (1991), 1267-1275.

2. Арнольд В.И. Замечания о методе стационарной фазы и числах Кокстера. УМН, 1973, т.28, вып.5, стр.17-44.
3. Н.Карпушкин, Теорема о равномерных оценках осциллирующих интегралов с фазой, зависящих от двух переменных. Труды Семинара имени И.Г.Петровского, вып. 10, стр 150-169, 1984.
4. A. Ikromov, D. Müller, *Uniform estimates for the Fourier transform of surface- carried measures and application to Fourier restriction. Fourier Analysis and Applications*, vol. 17, no. 6, pp. 1292–1332, 2011.
5. Туракулов Д.Д. Равномерные оценки осцилляторных интегралов с выпуклой фазой. Вестник Башкирского Университета 2008, том 13, вып. 2, стр. 236-240.
6. Hertz C.S. *Fourier transforms related to convex sets*. Ann.of Math. –1962.
K.G.van der Corput. *Zur Methode der stationaren phase*. Compositio Math. -1934., V.1–p. 15-38.

STOXASTIK KUBIK MATRITSALAR UCHUN KO'PAYTMA AMALI

Xudayarov Sa'nat Samadovich

Buxoro davlat universiteti,

Buxoro, O'zbekiston.e-mail: s.s.xudayarov@buxdu.uz

Nematova Parvina Nodir qizi

Buxoro davlat universiteti,

Buxoro, O'zbekiston.e-mail: p.n.nematova@buxdu.uz

Annotatsiya. Ushbu ishda kvadratik stoxastik jarayonlarni ya'ni kubik matritsalarning Markov jarayonlari qurish, Kolmogorov-Chapman tenglamasini qanoatlantiruvchi matritsalar oilalarini topish bizning asosiy maqsadimiz. Kubik matritsalar uchun aniq bir ko'paytirish qonuni yo'qligi sababli, ko'paytirishning bir nechta turlari mavjud shu sababdan, dastavval kubik matritsalar uchun ko'paytirish amalini kiritish lozim, so'ngra belgilangan ko'paytirish amaliga nisbatan Kolmogorov-Chapman tenglamasini qanoatlantiruvchi matritsalar oilarini topish zarur. J.M.Kasas, M.Ladra, U.A.Rozikovlar ishlarida KSJ ni qurish uchun 2 ta turdagi stoxastik kubik matritsalar o'rganilgan, ya'ni Maksimov ko'paytmasi sifatida ma'lum bo'lgan. Ushbu maqolaning asosiy maqsadi -kubik matritsalar ko'paytmalariga (Maksimov ko'paytmasi deb ataladigan) asoslanib, kvadratik stoxastik jarayonlarni qurib, uning dinamikasini o'rganish.

Kalit so'zlar: Kolmogorov-Chapman tenglamasi; kvadratik stoxastik jarayonlar; kubik matritsa; vaqt, ko'paytma.

Абстрактный. В данной работе нашей главной целью является построение квадратичных случайных процессов, то есть марковских процессов кубических матриц, и нахождение семейств матриц, удовлетворяющих уравнению Колмогорова-Чепмена. Поскольку четкого закона умножения между кубическими матрицами нет, существует несколько видов умножения, поэтому необходимо сначала ввести операцию умножения для кубических матриц, а затем найти семейства матриц, удовлетворяющих уравнению Колмогорова-Чепмена относительно указанной операции умножения. В статьях J.M. Casas, M. Ladra, U.A. Rozikov были изучены два типа стохастических кубических матриц для построения KSJ, а именно, так называемое произведение Максимова. Главной целью данной

статьи является построение квадратичных случайных процессов на основе произведений кубических матриц (так называемое произведение Максимова) и исследование их динамики.

Ключевые слова: уравнение Колмогорова-Чепмена; квадратичные случайные процессы; кубическая матрица; время, произведение.

Abstract. In this paper, our main goal is to construct quadratic random processes, i.e. Markov processes of cubic matrices, and find families of matrices satisfying the Kolmogorov-Chapman equation. Since there is no clear law of multiplication between cubic matrices, there are several types of multiplication, so it is necessary to first introduce the multiplication operation for cubic matrices, and then find families of matrices satisfying the Kolmogorov-Chapman equation with respect to the specified multiplication operation. In the articles by J.M. Casas, M. Ladra, U.A. Rozikov, two types of stochastic cubic matrices were studied for constructing KSJ, namely, the so-called Maximov product. The main goal of this paper is to construct quadratic random processes based on products of cubic matrices (the so-called Maximov product) and study their dynamics.

Key words: Kolmogorov-Chapman equation; quadratic random processes; cubic matrix; time, product.

Kirish va muammo bayoni. Kolmogorov–Chapman tenglamasi ehtimollik o‘tishlari o‘rtasidagi asosiy munosabatni ifodalaydi. Kolmogorov–Chapman tenglamasini qanoatlantiruvchi matritsalar oilasining har bir elementi stoxastik bo‘lsa, u holda bu oila Markov jarayonini hosil qiladi. Ishning asosiy masalasi — kubik matritsalar orqali berilgan jarayon dinamikasini o‘rganishdan iborat.

Aytaylik, $I = \{1, 2, \dots, m\}$ bo‘lsin. $\mathbb{C}$ — haqiqiy sonlar maydonidagi barcha o‘lchami m^3 bo‘lgan kubik matritsalar to‘plami bo‘lsin, E_{ijk} , bu yerda $i, j, k \in I$, $\mathbb{C}$ dagi asosiy kubik matritsalar deb belgilanadi, ya’ni E_{ijk} -bu m^3 o‘lchamdagi kubik matritsa bo‘lib, faqat (i, j, k) -elementi 1 ga teng va qolgan barcha elementlari 0 ga teng birlik matritsa. Ko‘paytmalarni E_{ijk} uchun quyidagicha aniqlaymiz[1-3].

$$E_{ijk} *_0 E_{lnr} = \delta_{kl} \delta_{jn} E_{ijr} \quad (1)$$

bu yerda δ_{kl} — Kroneker simvoli (ya’ni, $\delta_{kl} = 1$ agar $k = l$ bo‘lsa, va 0 aks holda). Shunda, $\mathbb{C}$ to‘plamidagi istalgan ikki kubik matritsa $A = (a_{ijk})$ va $B = (b_{ijk})$ uchun $A *_0 B = (c_{ijk})$ matritsa quyidagicha aniqlanadi:

$$c_{ijr} = \sum_{k=1}^m a_{ijk} b_{kjr}. \quad (2)$$

$$E_{ijk} *_a E_{lnr} = \delta_{kl} E_{ia(j,n)r} \quad (3)$$

bu yerda $a : I \times I \rightarrow I$ ya’ni $(j, n) \mapsto a(j, n) \in I$ ixtiyoriy assotsiativ binar amaldir.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Mamurov B.J., Rozikov U.A., Xudayarov S.S. Quadratic stochastic processes of type $(\sigma | \mu)$ // Markov Processes And Related Fields, 26:5 (2020). — P. 915-933. (Scopus).
2. Kesten H., Quadratic transformations: a model for population growth, I, II, Adv. Appl. Probab, 2 (1970) 1-82; 179-228.
3. Ladra M., Rozikov U.A., Construction of flows of finite-dimensional algebras, Jour. Algebra, 492 (2017) 475-489.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА СИСТЕМЫ ДВУХ БОЗОНОВ НА ТРЕХМЕРНОЙ РЕШЕТКЕ

Xurramovov Abdimajid Molikovich*Fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),
Samarqand davlat universiteti, Samarqand, O'zbekiston.**e-mail: xurramov@mail.ru***Burxonova Aziza Bahrom qizi***Matematika va kompyuter ilmlari fakulteti 1-kurs magistranti
Qarshi davlat universiteti, Qarshi, O'zbekiston.**e-mail: azizaburxonova345@gmail.com*

Абстракт. В данной работе исследуются спектральные свойства двухчастичного оператора Шредингера $h(k)$, связанного с гамильтонианом системы двух бозонов, движущихся по трехмерной решетке.

Ключевые слова: двухчастичный гамильтониан, виртуальный уровень, кратность виртуального уровня.

Abstract: In this paper we investigate the spectral properties of the two-particle Schrödinger operator $h(k)$ associated with the Hamiltonian of a system of two bosons moving on a three-dimensional lattice.

Key words: two-particle Hamiltonian, virtual level, virtual level multiplicity.

Annotatsiya: Ushbu ishda biz uch o'lchamli panjarada ta'sirlashuvchi ikki bozonli sistema Gamiltonianiga mos ikki zarrali Shredinger $h(k)$ operatorining spektral xossalari o'rganamiz.

Kalit so'zlar: ikki zarrachali Homoltonian, virtual sath, karrali virtual sath.

Пусть $T = (-\pi, \pi], L_2^e(\mathbb{T}^3)$ – гильбертово пространство всех квадратично-интегрируемых функций, определенных на T^d . $h(k)$ – самосопряженный оператор, действующий в $L_2^e(\mathbb{T}^3)$ по формуле $h(k) = h_0(k) - v$, $k = (k_1, k_2, k_3) \in T^3$, $h_0(k)$ – оператор умножения на функцию

$\varepsilon_k(p) = \frac{1}{m} \varepsilon(p + \frac{k}{2}) + \frac{1}{m} \varepsilon(p - \frac{k}{2})$, $\varepsilon(p) = \sum_{i=1}^3 (1 - \cos 2p_i)$, v – интегральный оператор с ядром

$v(p - s) = \gamma + \lambda \sum_{\alpha=1}^3 \cos(p_\alpha - s_\alpha) + \mu \sum_{\alpha < \beta} \cos(p_\alpha - s_\alpha) \cos(p_\beta - s_\beta)$, $\alpha, \beta \in \{1, 2, 3\}$, где $\gamma, \lambda, \mu \in \mathbb{R}_+ = (0; +\infty)$. Поскольку v действует в пространстве четных функций $L_2^e(\mathbb{T}^3)$, то он выражается формулой $(vf)(p) = \gamma \int_{\mathbb{T}^3} f(s) ds + \lambda \sum_{\alpha=1}^3 \cos p_\alpha \int_{\mathbb{T}^3} \cos s_\alpha f(s) ds +$

$$\mu \sum_{\alpha < \beta} \left[\cos p_\alpha \cos p_\beta \int_{\mathbb{T}^3} \cos s_\alpha \cos s_\beta f(s) ds + \sin p_\alpha \sin p_\beta \int_{\mathbb{T}^3} \sin s_\alpha \sin s_\beta f(s) ds \right],$$

$f \in L_2^e(\mathbb{T}^3)$. В этом контексте $\sigma_{ess}(h(k))$ представляет собой область значений функции $\varepsilon_k(\cdot)$: $\sigma_{ess}(h(k)) = \sigma(h_0(k)) = [m(k), M(k)]$, $m(k) = \min_p \varepsilon_k(p)$, $M(k) = \max_p \varepsilon_k(p)$.

Положим

$$\Omega = \{k = (k_1, k_2, k_3) \in T^3 : k_i = \pm \frac{\pi}{2} \text{ хотя бы для одного } i \in \{1, 2, 3\}\}.$$

Если $k \notin \Omega$, то существуют следующие интегралы $d(k, z) = \int_{\mathbb{T}^3} \frac{ds}{\varepsilon_k(s) - z}$, $c_i(k, z) = \int_{\mathbb{T}^3} \frac{\cos^2 s_i ds}{\varepsilon_k(s) - z}$, $c_{ij}(k, z) = \int_{\mathbb{T}^3} \frac{\cos^2 s_i \cos^2 s_j ds}{\varepsilon_k(s) - z}$, $s_{ij}(z) = \int_{\mathbb{T}^3} \frac{\sin^2 s_i \sin^2 s_j ds}{\varepsilon_k(s) - z}$,

$$i \neq j, i < j, i, j \in \{1, 2, 3\}, z \leq m(k). \gamma_0(k) = \frac{1}{d(k, m(k))},$$

$$\lambda_0^i(k) = \frac{1}{c_i(k, m(k))}, \mu_0^i(k) = \frac{1}{c_{ij}(k, m(k))}, \mu_1^i(k) = \frac{1}{s_{ij}(k, m(k))}.$$

Теорема. Пусть $\gamma, \lambda, \mu \in \mathbb{R}_+$. Тогда для оператора $h(0)$ нуль (левый край существенного спектра) является виртуальным уровнем с кратностью $\alpha_1(\gamma) + 3\alpha_2(\lambda) + 3\alpha_3(\mu)$ и собственным значением с кратностью $3\alpha_4(\mu)$. Дополнительно, $h(0)$ имеет с

учетом кратности ровно $\beta_1(\gamma) + 3\beta_2(\lambda) + 3\beta_3(\mu) + 3\beta_4(\mu)$ собственных значений, лежащих левее существенного спектра.

$$\begin{aligned}\alpha_1(\gamma) &= \begin{cases} 0 & \text{при } \gamma \in R_+ \setminus \gamma_0(0), \\ 1 & \text{при } \gamma = \gamma_0(0), \end{cases} & \beta_1(\gamma) &= \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \leq \gamma \leq \gamma_0(0), \\ 1 & \text{при } \gamma > \gamma_0(0), \end{cases} \\ \alpha_2(\lambda) &= \begin{cases} 0 & \text{при } \lambda \in R_+ \setminus \lambda_0(0), \\ 1 & \text{при } \lambda = \lambda_0(0), \end{cases} & \beta_2(\lambda) &= \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \leq \lambda \leq \lambda_0(0), \\ 1 & \text{при } \lambda > \lambda_0(0), \end{cases} \\ \alpha_3(\mu) &= \begin{cases} 0 & \text{при } \mu \in R_+ \setminus \mu_0(0), \\ 1 & \text{при } \mu = \mu_0(0), \end{cases} & \beta_3(\mu) &= \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \leq \mu \leq \mu_0(0), \\ 1 & \text{при } \mu > \mu_0(0), \end{cases} \\ \alpha_4(\mu) &= \begin{cases} 0 & \text{при } \mu \in R_+ \setminus \mu_1(0), \\ 1 & \text{при } \mu = \mu_1(0), \end{cases} & \beta_4(\mu) &= \begin{cases} 0 & \text{при } 0 \leq \mu \leq \mu_1(0), \\ 1 & \text{при } \mu > \mu_1(0), \end{cases}\end{aligned}$$

Литература

[1] М. Э. Муминов. О положительности двухчастичного гамильтониана на решетке. Теор. Мат. Физика, 2007, **153**(3), 381–387

[2] Рид М., Саймон Б., Методы современной математической физики. М.: Анализ операторов. Мир. 1982, 4

IKKINCHI TARTIBLI OPERATORLI MATRITSA XOS QIYMATLARINING TAHLILI

Ismoilova Dildora Erkinovna
BuxDU tayanch doktoranti

Annotatsiya. Ushbu ishda ikkinchi tartibli operatorli matritsa muhim spektrdan chapda xos qiymatga ega bo'lmaydigan, muhim spektrdan chapda yagona xos qiymati mavjud, muhim spektrdan chapda 2 ta xos qiymat mavjud bo'ladigan hollar tahlil qilingan.

Kalit so'zlar. Operatorli matritsa, muhim spektr, xos qiymat, unitar operator.

Anotation. In this work we analyze the cases where a second-order operator matrix has no eigenvalues to the left of the essential spectrum, has a single eigenvalue to the left of the essential spectrum and has 2 eigenvalues to the left of the essential spectrum.

Key words. Operator matrix, essential spectrum, eigenvalue, unitary operator.

Аннотация. В данной работе анализируются случаи, когда операторная матрица второго порядка не имеет собственного значения слева от существенного спектра, имеет одно собственное значение слева от существенного спектра и имеет 2 собственных значения слева от существенного спектра.

Ключевые слова. Операторная матрица, существенный спектр, собственное значение, унитарный оператор.

$\mathbb{T}^d := (-\pi; \pi]^d$ orqali d o'lchamli torni, $\mathcal{H}_0 := \mathbb{C}$ orqali bir o'lchamli kompleks fazoni, $\mathcal{H}_1 := L_2(\mathbb{T}^d)$ orqali $\mathbb{T}^d$ fazoda aniqlangan kvadrati bilan integrallanuvchi funksiyalarning Hilbert fazosini belgilaymiz. Ushbu fazolarning to'g'ri yig'indisi bo'lgan $\mathcal{H} := \mathcal{H}_0 \oplus \mathcal{H}_1$ fazoga $\mathcal{F}(L_2(\mathbb{T}^d))$ Fok fazoning qir qilgan ikki zarrachali qism fazosi deyiladi.

$\mathbb{C}^2 \otimes \mathcal{H}$ Hilbert fazoda quyidagi operatorli matritsani qaraymiz:

$$\mathcal{A} := \begin{pmatrix} A_{00} & A_{01} \\ A_{01}^* & A_{11} \end{pmatrix}.$$

Ushbu operatorli matritsaning elementlari

$$A_{00}f_0^{(s)} = s\varepsilon f_0^{(s)}, \quad A_{01}f_1^{(s)} = \alpha \int_{\mathbb{T}^d} v(t)f_1^{(-s)}(t)dt,$$

$$(A_{11}f_1^{(s)})(k_1) = (s\varepsilon + w(k_1))f_1^{(s)}(k_1), \quad \{f = (f_0^{(s)}, f_1^{(s)}), s = \pm\} \in \mathbb{C}^2 \otimes \mathcal{H}$$

kabi aniqlangan bo'lib, bu yerda ε va α fiksirlangan musbat sonlar, $w(\cdot)$ va $v(\cdot)$ funksiyalar $\mathbb{T}^d$ torda aniqlangan haqiqiy qiymatli uzluksiz funksiyalardir.

Dastlab, $\mathcal{A}$ operatorli matritsaning spektral xossalarini o'rganish maqsadida $\mathcal{H}$ Hilbert fazosida aniqlangan chiziqli, chegaralangan va o'z-o'ziga qo'shma ikkinchi tartibli diskret parametrlil operatorli matritsani qaraymiz:

$$\mathcal{A}^{(s)} := \begin{pmatrix} \hat{A}_{00}^{(s)} & \hat{A}_{01} \\ \hat{A}_{01}^* & \hat{A}_{11}^{(s)} \end{pmatrix}.$$

Ushbu operatorli matritsaning elementlari

$$\hat{A}_{00}^{(s)}f_0 = s\varepsilon f_0, \quad \hat{A}_{01}f_1 = \alpha \int_{\mathbb{T}^d} v(t)f_1(t)dt,$$

$$(\hat{A}_{11}^{(s)}f_1)(k_1) = (-s\varepsilon + w(k_1))f_1(k_1), \quad (f_0, f_1) \in \mathcal{H}$$

kabi aniqlangan. Funksional analiz kursidan ma'lum bo'lgan ta'riflar yordamida $(A_{01}^*f_0)(k_1) = \alpha v(k_1)f_0, f_0 \in \mathcal{H}_0$ tenglik o'rinli ekanligini oson ko'rsatish mumkin.

Chekli o'lchamli qo'zg'alishlarda muhim spektrning o'zgarmasligi haqidagi mashhur Veyl teoremasiga ko'ra $\mathcal{A}^{(s)}$ operatorli matritsaning muhim spektri $\sigma_{ess}(\mathcal{A}^{(s)}) = [-s\varepsilon + m; -s\varepsilon + M]$ kesmadan iborat bo'lib, bu yerda

$$m := \min_{k_1 \in \mathbb{T}^d} w(k_1), \quad M := \max_{k_1 \in \mathbb{T}^d} w(k_1).$$

Ta'kidlash joizki, $\mathcal{A}$ operatorli matritsa $\text{diag}\{\mathcal{A}^{(+)}, \mathcal{A}^{(-)}\}$ diagonal operatorli matritsaga unitar ekvivalentdir [1,2]. Shu sababli, $\mathcal{A}$ operatorli matritsaning muhim spektri uchun

$$\sigma_{ess}(\mathcal{A}) = \bigcup_{s=\pm} \sigma_{ess}(\mathcal{A}^{(s)}) = [-\varepsilon + m; -\varepsilon + M] \cup [\varepsilon + m; \varepsilon + M]$$

tenglik o'rinli. Ushbu ishda $\mathcal{A}$ operatorli matritsaning muhim spektridan chapda joylashgan xos qiymatlar paydo bo'lish hollari va ularning sonini tahlil qilamiz.

Aniqlik uchun

$$\int_{\mathbb{T}^d} \frac{v^2(t)dt}{w(t) - m}$$

integral yaqinlashuvchi bo'lgan holni qaraymiz.

Qulaylik uchun quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$\alpha_1 := \sqrt{-m} \left(\int_{\mathbb{T}^d} \frac{v^2(t)dt}{2\varepsilon + w(t) - m} \right)^{-\frac{1}{2}}, \quad \alpha_2 := \sqrt{2\varepsilon - m} \left(\int_{\mathbb{T}^d} \frac{v^2(t)dt}{w(t) - m} \right)^{-\frac{1}{2}},$$

$$\alpha_{\min} := \min\{\alpha_1; \alpha_2\}, \quad \alpha_{\max} := \max\{\alpha_1; \alpha_2\}.$$

Endi ishning asosiy natijasini bayon qilamiz.

Teorema. 1. Agar $m < 0$ bo'lib, $\alpha < \alpha_{\min}$ tengsizlik bajarilsa, $\mathcal{A}$ operatorli matritsa $-\varepsilon + m$ nuqtadan chapda joylashgan xos qiymatga ega emas.

2. $\mathcal{A}$ operatorli matritsa quyidagi hollarda $-\varepsilon + m$ nuqtadan chapda yotuvchi yagona xos qiymatga ega bo'ladi.

2.1) Agar $0 \leq m < 2\varepsilon$ bo'lib, $\alpha < \alpha_2$ tengsizlik bajarilsa;

2.2) Agar $m < 0$ bo'lib, $\alpha_{\min} < \alpha < \alpha_{\max}$ tengsizlik o'rinli bo'lsa.

3. $\mathcal{A}$ operatorli matritsa quyidagi hollarda $-\varepsilon + m$ nuqtadan chapda joylashgan 2 ta xos qiymatga ega bo'ladi:

3.1) Agar $m > 2\varepsilon$ tengsizlik o'rinli bo'lganda ixtiyoriy $\alpha > 0$ soni uchun;

3.2) Agar $0 \leq m < 2\varepsilon$ bo'lib, $\alpha > \alpha_2$ tengsizlik o'rinli bo'lsa;

3.3) Agar $m < 0$ bo'lib, $\alpha > \alpha_{\max}$ tengsizlik bajarilsa.

.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. M. Muminov, H. Neidhardt, and T. Rasulov, "On the spectrum of the lattice spin-boson Hamiltonian for any coupling: 1D case," J. Math. Phys. 56, 53507 (2015).
2. T. Kh. Rasulov, "Branches of the essential spectrum of the lattice spin-boson model with at most two photons", Theor. Math. Phys. 186, 251-267 (2016).

LOGISTIK MAP OF A NON-STOCHASTIC QUADRATIC OPERATOR

Khudayarov S.S.

Bukhara State University, Bukhara, Uzbekistan;

e-mail: s.s.xudayarov@buxdu.uzBukhara Branch Institute of Mathematics
named after V.I. Romanovsky of the Academy
of Sciences of the Republic of Uzbekistan.

Abstract. Many practical works are effectively used to determine the dynamics of evolutionary operators, most often defined by stochastic and non-stochastic cubic matrices. The time-dependent family of cubic matrices is used to express mathematical models of problems in biology and physics.

Scientific research is being conducted in the world to determine the dynamical systems formed by stochastic and non-stochastic quadratic operators and quadratic non-stochastic operators.

In this article, we show that a quadratic non-stochastic operator in a two-dimensional (2D) simplex forms a chaotic dynamical system.

Key words: simplex; quadratic stochastic operator, quadratic non-stochastic operator, fixed point, repelling, attracting, saddle.

STOXASTIK BO'LMAGAN KVADRATIK OPERATORNING LOGISTIK XARITASI

Annotatsiya. Ko'plab amaliy ishlar aksariyat hollarda stoxastik va nostoxastik kubik matritsalar orqali aniqlangan evalyutsion operatorlar dinamikasini aniqlashda samarali qo'llanilmoqda. Kubik matritsalarining vaqtga bog'liq oilasi biologiya va fizika masalalarini matematik modelini ifodalashda foydalaniladi. [1-3]

Dunyoda xaotik dinamik sistema hosil qiluvchi stoxastik va nostoxastik kvadratik operatorlar hamda kvadratik nostoxastik operatorlar hosil qilgan dinamik sistemalarni aniqlashga doir ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Ushbu maqolada biz ikki o'lchovli (2D) simpleksda kvadratik stoxastik bo'lmagan operator xaotik dinamik sistema tashkil etishi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: simpleks; kvadratik stoxastik operator, kvadratik nostoxastik operator, qo'zg'almas nuqta, tortuvchi, itaruvchi, egar, logistic map.

ЛОГИСТИЧЕСКОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ НЕСТОХАСТИЧЕСКОГО
КВАДРАТИЧНОГО ОПЕРАТОРА

Абстрактный. Многие практические работы эффективно используются для определения динамики эволюционных операторов, чаще всего определяемых стохастическими и нестохастическими кубическими матрицами. Семейство зависящих от времени кубических матриц используется для выражения математических моделей задач в биологии и физике.

В мире ведутся научные исследования по определению динамических систем, образованных стохастическими и нестохастическими квадратичными операторами и квадратичными нестохастическими операторами.

В этой статье мы показываем, что квадратичный нестохастический оператор в двумерном (2D) симплексе образует хаотическую динамическую систему.

Ключевые слова: симплекс; квадратичный стохастический оператор, квадратичный нестохастический оператор, неподвижная точка, аттрагивающей, притягивающей, седловой,

Let $S^2 = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 : x \geq 0, y \geq 0, z \geq 0, x + y + z = 1\}$ be two-dimensional simplex. Consider the following quadratic non-stochastic operator

$$K : (x, y, z) \rightarrow (x', y', z') \begin{cases} x' = ax^2 + 2bxy + cy^2 \\ y' = (1-a)x^2 + 2(1-b)xy + (1-c)y^2 \\ z' = z(2-z). \end{cases} \quad (1)$$

where

$$a, c \in [0, 1], \quad d \in [-\sqrt{ac}, 1 + \sqrt{(1-a)(1-c)}] \quad (2)$$

For arbitrary given vector $x^0 \in S^2$ the discrete-time dynamical system of x^0 under operator W is the sequence of vectors of S^2

$$x_0, x_1 = K(x^0), x^2 = K^2(x^0), x^3 = K^3(x^0), \quad (3)$$

K here $K^n(x)$ is the n -fold composition of K with itself.

The main problem: is to know what ultimately happens with the sequence (3). Does the $\lim_{n \rightarrow \infty} x^n$ exist? This is very difficult problem, in general (see [1],[2]).

Remark. We do not know any quadratic stochastic operator with chaotic behavior of trajectories. In the (above considered) case: $a = c = 1, b \in [-1, 0)$, the operator (1) has the form

$$\begin{aligned} x' &= x^2 + 2bxy + y^2 \\ y' &= 2(1-b)xy. \end{aligned} \quad (4)$$

$$f(x) = (a - 2b + c)x^2 + 2(b - c)x + c. \quad (5)$$

Since $P_{12,1} = b < 0$, this operator is non-stochastic. For arbitrary initial point $(1 - y_0, y_0) \in S^1$, its trajectory has the form $(1 - y_n, y_n)$, where y_n is defined by (4). Therefore, from above-mentioned properties of the logistic map, it follows that when $-1 \leq b < -0.784975$ the operator (4) generates a chaotic dynamical system on the one-dimensional simplex.

References

1. Devaney R. L. An introduction to chaotic dynamical system, Westview Press, 2003.
2. Rozikov U.A. Population dynamics: algebraic and probabilistic approach. *World Sci. Publ.* Singapore. 2020, 460 pp.
3. Rozikov U.A., Xudayarov S.S. Quadratic non-stochastic operators: examples of splitted chaos // *Annals of Functional Analysis*. 13:17 (2022). – P. 1-17.

LOGISTIK MAP OF A NON-STOCHASTIC QUADRATIC OPERATOR

Kurbanov Shakhzod Khabibullayevich.

Phd. Dotsient, Samarkand state university, Samarkand, Uzbekistan

Kurbanov-shaxzod@mail.ru

We consider a family of the generalized Friedrichs model $H_{\mu_1\mu_2}(p), \mu_1, \mu_2 \in \mathbb{R}, \mu_1^2 + \mu_2^2 \neq 0, p \in \mathbb{T}^2$ with perturbation of rank 2, which is a generalization of the family of two-particle Schrödinger operators $H_{\mu_1\mu_2}(p), p \in \mathbb{T}^2 = (-\pi, \pi]^2$ associated with a system of two arbitrary (identical) quantum mechanical particles moving on the two dimensional lattice $\mathbb{Z}^2$ and interacting via zero range attractive or repulsive potential as follows:

$$H_{\mu_1\mu_2}(p) = H_0(p) + \mu_1 V_1 + \mu_2 V_2, \quad \mu_1, \mu_2 \in \mathbb{R}, \mu_1^2 + \mu_2^2 > 0,$$

where $H_0(p), p \in \mathbb{T}^2$ is a multiplication operator by a real-analytic function $w_p(\cdot) := w(p, \cdot)$ defined on $(\mathbb{T}^2)^2$, i.e.,

$$(H_0(p)f)(q) = w_p(q)f(q), \quad f \in L^2(\mathbb{T}^2)$$

and $V_i: L^2(\mathbb{T}^2) \rightarrow L^2(\mathbb{T}^2)$ is the perturbation operator of the form

$$(V_i f)(q) = \varphi_i(q)(f, \varphi_i), \quad i = 1, 2,$$

where $\varphi_1, \varphi_2 \in L^2(\mathbb{T}^2)$ and $(\cdot, \cdot)$ stands for the inner product in $L^2(\mathbb{T}^2)$.

The perturbation $V := \mu_1 V_1 + \mu_2 V_2$ of the non-perturbed operator $H_0(p), p \in \mathbb{T}^2$ is an operator of rank two. Consequently, by the well-known Weyl theorem [1. Theorem XIII.14] on the compact perturbations

$$\sigma_{\text{ess}}(H_{\mu_1 \mu_2}(p)) = \sigma_{\text{ess}}(H_0(p)) = \sigma(H_0(p)) = [m(p), M(p)],$$

where

$$m(p) = \min_{q \in \mathbb{T}^2} w_p(q), M(p) = \max_{q \in \mathbb{T}^2} w_p(q).$$

The following hypothesis will be needed throughout the paper.

Hypothesis. The functions $\varphi_i(\cdot), i = 1, 2$ and $w(\cdot, \cdot)$ used in the definition of the operator $H_{\mu_1 \mu_2}(p)$ satisfy the following conditions:

- $\varphi_i(\cdot), i = 1, 2$ are non-trivial, real-analytic on $\mathbb{T}^2$ and $(\varphi_1, \varphi_2) = 0$;
- $w(\cdot, \cdot)$ is a real-analytic function on $(\mathbb{T}^2)^2 = \mathbb{T}^2 \times \mathbb{T}^2$, and it has a unique non-

degenerate maximum at $(p_{\max}, q_{\max}) \in (\mathbb{T}^2)^2$.

Hypothesis implies the existence of a δ -neighborhood $U_\delta(p_{\max}) \subset \mathbb{T}^2$ of the point $p_{\max} \in \mathbb{T}^2$ and an analytic function $q_{\max}: U_\delta(p_{\max}) \rightarrow \mathbb{T}^2$ that for any $p \in U_\delta(p_{\max})$ the point $q_{\max}(p) \in \mathbb{T}^2$ is a unique non-degenerate maximum of the function $w_p(\cdot)$.

Assume that $\varphi_1(q_{\max}(p))\varphi_2(q_{\max}(p)) \neq 0$ holds. Then there exists a nonzero number c such that $\varphi_1(q_{\max}(p)) = c\varphi_2(q_{\max}(p))$. We consider the polynomial $E(\mu_1, \mu_2; p), p \in U_\delta(p_{\max})$ of two-variable defined by

$$E(\mu_1, \mu_2; p) := c^2 \mu_1 + \mu_2 + \mu_1 \mu_2 a, \text{ where } a < 0.$$

We set the following sets

$$C_0 := \{(\mu_1, \mu_2) \in \mathbb{R}^2: E(\mu_1, \mu_2; p) < 0, \mu_1 < -\frac{1}{a}\}, \quad (2)$$

$$C_1 := \{(\mu_1, \mu_2) \in \mathbb{R}^2: E(\mu_1, \mu_2; p) > 0\}, \quad (3)$$

$$C_2 := \{(\mu_1, \mu_2) \in \mathbb{R}^2: E(\mu_1, \mu_2; p) < 0, \mu_1 > -\frac{1}{a}\}. \quad (4)$$

Theorem. Let Hypothesis and $\varphi_1(q_{\max}(p))\varphi_2(q_{\max}(p)) \neq 0$ hold. Then for any $(\mu_1, \mu_2) \in C_\alpha, \alpha = 0, 1, 2$, the operator $H_{\mu_1 \mu_2}(p), p \in U_\delta(p_{\max})$ has α eigenvalue(s) in the interval $(M(p), +\infty)$.

The Generalized Friedrichs model also considered in [2,3]

LITERATURE

1. M. Reed and B. Simon. Methods of modern mathematical physics. IV: Analysis of operators, Academic Press, N.Y: (1978)
2. Sh. Kh. Kurbanov and S. T. Dustov// Puiseux Series Expansion for Eigenvalue of the Generalized Friedrichs Model with the Perturbation of Rank One. Labochevskiy Journal of Mathematics **4**, 1365 -1372 (2022).
3. S. Lakaev, M. Darus and Sh. Kurbanov// Puiseux series expansion for an eigenvalue of the generalized Friedrichs model with perturbation of rank one. J. Phys. A: Math. Theor. **46**, (2013) 205304.

Section 2: Differential equations and mathematical physics

DIFFERENTIAL TENGLAMALARNI YECHISHNING OPERATSION USULLARI

Sobirjonov Toxirbek Zuxridin o'g'li
Qo'qon Universiteti,
Qo'qon Universiteti Tayanch Doktoranti
s.tokhirbek96@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada differensial tenglamalarni operatsion hisob usullari bilan yechish haqida so'z boradi. Bu usullar murakkab va uzoq hisoblashlarsiz, yordamchi algebraik tenglama tuzib, boshlang'ich shartlar asosida bevosita yechim topishga imkon beradi. Asosan koeffitsientlari o'zgarmas bo'lgan chiziqli tenglamalarga tatbiq qilinadi. Misolda birinchi tartibli tenglama ko'rib chiqilib, uning ikki tomoni maxsus funksiyaga ko'paytiriladi va integrallanadi. Bo'laklab integrallash orqali boshlang'ich shartdan foydalanib, yechim chegaralangan deb qabul qilinadi. Natijada yordamchi tenglama hosil qilinib, undan differensial tenglamaning xususiy yechimi aniqlanadi. Operatsion usul yechimni soddalashtirib, tez va oson topishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: Differensial tenglama, Operatsion hisob, Yordamchi algebraik tenglama, Boshlang'ich shart, Chiziqli tenglama, Integrallash, Xususiy yechim, Koeffitsientlari o'zgarmas tenglama.

Аннотация. В статье рассматриваются методы решения дифференциальных уравнений с помощью операционного исчисления. Эти методы позволяют без сложных и длительных вычислений перейти к вспомогательному алгебраическому уравнению и на основе начальных условий непосредственно найти решение. Применяются в основном для линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. В примере рассматривается уравнение первого порядка: обе части уравнения умножаются на специальную функцию и интегрируются. С помощью интегрирования по частям и использования начального условия принимается, что решение ограничено. В результате получается вспомогательное уравнение, из которого находят частное решение исходного дифференциального уравнения. Операционные методы упрощают процесс и позволяют быстро и легко найти решение.

Ключевые слова: Дифференциальное уравнение, Операционное исчисление, Вспомогательное алгебраическое уравнение, Начальное условие, Линейное уравнение, Интегрирование, Частное решение, Уравнение с постоянными коэффициентами.

Annotation. The article discusses methods for solving differential equations using operational calculus. These methods allow one to directly find the solution without complex and lengthy calculations by transforming the given differential equation into an auxiliary algebraic equation, taking initial conditions into account. They are mainly applied to linear differential equations with constant coefficients. In the example, a first-order equation is considered: both sides are multiplied by a special function and integrated. Using integration by parts and the initial condition, the solution is assumed to be bounded. As a result, an auxiliary equation is obtained, from which the particular solution of the original differential equation is determined. Operational methods simplify the process and enable quick and easy finding of the solution.

Keywords: Differential equation, Operational calculus, Auxiliary algebraic equation, Initial condition, Linear equation, Integration, Particular solution, Constant coefficient equation.

Differensial tenglamalarni yechishning ba'zi usullari ba'zan murakkab va uzundan-uzoq hisoblashlarni talab etadi. Operatsion hisob usullari xususiy yechimni, umumiy yechimni va ixtiyoriy o'zgaraslarni topib o'tirmasdan oson va bevosita topishga imkon beradi. Bu usullarning asosiy g'oyasi berilgan differensial tenglamadan birorta yordamchi algebraik tenglamaga o'tishdadir, bu yordamchi tenglamani tuzishda boshlang'ich shartlar sistemasi ham hisobga olinadi. Yordamchi algebraik tenglama yechimidan teskari almashtirish bajarish dastlabki berilgan differensial tenglamaning izlanayotgan xususiy yechimini topishga imkon beradi.

Operatsion hisob usullari koeffitsientlari o'zgarmas bo'lgan chiziqli differensial tenglamalarni yechishda muvaffaqiyat bilan qo'llanadi. Ularning tatbiq qilinishining umumiy prinsiplari bilan soda misol orqali tanishtiramiz.

Boshlang'ich sharti $x(0) = 0$ bo'lgan birinchi tartibli

$$x'(t) + x(t) = 1$$

Differensial tenglama berilgan bo'lsin. Bu tenglamaning argumentning $t > 0$ qiymatlari uchun xususi yechimini topish talab qilinadi.

Tenglamaning ikkala qismini e^{-pt} funksiyaga ko'paytiramiz va ularni t bo'yicha $t = 0$ dan $t = +\infty$ gacha integrallaymiz. Hosil qilingan tenglik ushbu ko'rinishda bo'ladi:

$$\int_0^{\infty} e^{-pt} x'(t) dt + \int_0^{\infty} e^{-pt} x(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-pt} dt.$$

O'ng tomondagi integral oson hisoblanadi.

$$\int_0^{\infty} e^{-pt} dt = -\frac{1}{p} e^{-pt} \Big|_0^{\infty}$$

Bu yerdan integral yaqinlashishi uchun $p > 0$ deb faraz qilish kerakligi ko'rinadi, aks holda integral uzoqlashadi va ifoda ma'noga ega bo'lmaydi. Shuning uchun $p > 0$ degan shartni qabul

qilamiz. U holda $\int_0^{\infty} -\frac{1}{p} e^{-pt} = \frac{1}{p}$

Tenglikning chap tomonida turgan birinchi integralni unga bo'laklab integrallash qoidasini qo'llanib hisoblaymiz:

$$\int_0^{\infty} e^{-pt} x'(t) dt = \int_0^{\infty} e^{-pt} d[x(t)] = e^{-pt} x(t) \Big|_0^{\infty} + p \int_0^{\infty} e^{-pt} x(t) dt.$$

Birinchi qo'shiluvchi $t = 0$ da berilgan boshlang'ich shartga ko'ra nolga aylanadi. $t = \infty$ bo'lganda ham shunday da'vo o'rindir. Haqiqatan ham, $p > 0$ va $t \rightarrow +\infty$ da e^{-pt} nolga intiladi. Shuning uchun izlanayotgan $x(t)$ yechim chegaralangan deb faraz qilish yetarli.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-pt} x(t) = 0$$

Nihoyat, uzil-kesil quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\int_0^{\infty} e^{-pt} x'(t) dt = p \int_0^{\infty} e^{-pt} x(t) dt.$$

Yuqoridagi hisoblashlar integrallashdan so'ng tenglikni quyidgicha yozishimizga imkon beradi:

$$(p|1) \int_0^{\infty} e^{-pt} x(t) dt = \frac{1}{p}$$

Aslida $\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-pt} x(t) = 0$ limit munosabatning bajarilishi uchun $x(t)$ ning chegaralangan bo'lish talabi ancha tor manodadir. Limit munosabat $x(t)$ cheksiz, biroq juda tez o'smaganda ham o'rindir.

Bu o'sha biz aytgan yordamchi tenglama bo'lib, undan quyidagi munosabat osongina kelib chiqadi:

$$\int_0^{\infty} e^{-pt} x(t) dt = \frac{1}{p(p+1)} = \frac{1}{p} - \frac{1}{p+1}$$

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Romanovskiy, V. I. (2019). Methods of solving linear differential equations with constant coefficients. Journal of Applied Mathematics and Mechanics, 83(2), 123–135.
2. Laplace, P. S. (1812). Théorie analytique des probabilités. Paris: Courcier.
3. Churchill, R. V., & Brown, J. W. (2009). Operational Mathematics (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
4. Akramov, M. S., & Mirkamilov, A. T. (2015). Differensial tenglamalar va operations hisob metodlari.

ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА С НАЧАЛЬНЫМИ НЕЛОКАЛЬНЫМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ ДЛЯ ДВУМЕРНОГО ДРОБНОГО ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ

Д. К. Дурдиев¹ и Т. Р. Суяров²^{1,2}Институт Математики имени В. И. Романовского Академии наук Республики Узбекистан^{1,2}Бухарский государственный университетEmail: ¹duddimurod@inbox.ru, ²tsuyarov007@gmail.com

Abstract. This work investigates a problem with initial and non-local boundary conditions for a two-dimensional fractional Riemann-Liouville time-derivative equation.

Keywords: fractional wave equation, nonlocal boundary conditions, inverse problem, contraction mapping principle

Аннотация. В данной работе исследуется задача с начальными и нелокально-границными условиями для двумерного дробного уравнения Римана-Лиувилля по времени

Ключевые слова: дробное волновое уравнение, нелокальные граничные условия, обратная задача, принцип сжимающих отображений

Annotatsiya. Ushbu ishda vaqt bo'yicha Riman-Liuvill ma'nosidagi ikki o'lchovli kasr tartibli to'lqin tenglamasi uchun boshlang'ich va nolokal chegaraviy shartlar bilan qo'yilgan masala o'rganilgan.

Kalit so'zlar: kasr tartibli to'lqin tenglamasi, nolokal chegaraviy shartlar, teskari masala, qisqartiruvchi akslantirish prinsipi

В области $\Omega = D \times (0, T)$, где $D = \{(x, y) \mid 0 < x, y < 1\}$ мы рассматриваем двумерное волновое уравнение с дробными производными

$$(D_{0+,t}^{\alpha} u)(x, y, t) - \Delta u + q(t)u(x, y, t) = f(x, y, t), (x, y, t) \in \Omega, \quad (1)$$

с начальными условиями:

$$I_{0+,t}^{(2-\alpha)} u(x, y, t) \Big|_{t=0} = \varphi(x, y), (x, y) \in \bar{D}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (I_{0+,t}^{(2-\alpha)} u)(x, y, t) \Big|_{t=0} = \psi(x, y), (x, y) \in \bar{D}, \quad (3)$$

и нелокальными граничными условиями:

$$u_x(0, y, t) = u_x(1, y, t), u(0, y, t) = 0, \quad (y, t) \in [0, 1] \times [0, T], \quad (4)$$

$$u(x, 0, t) = u(x, 1, t), u_y(x, 1, t) = 0, \quad (x, t) \in [0, 1] \times [0, T], \quad (5)$$

где $\bar{D} = \{(x, y) \mid 0 \leq x, y \leq 1\}$, $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$; $\varphi(x, y)$, $\psi(x, y)$ и $f(x, y, t)$ являются заданными функциями.

В прямой задаче требуется определить функцию $u(x, y, t) \in C_{\gamma}^{2,\alpha}(\bar{\Omega})$ удовлетворяющую равенствам (1)-(5), при заданных достаточно гладких функциях $q(t)$, $f(x, y, t)$, где $2 - \alpha < \gamma < 1$; $\bar{\Omega} = \bar{D} \times [0, T]$.

В обратной задаче необходимо определить функцию $q(t) \in C_\gamma[0, T]$, если известны следующие интегральные условия переопределения относительно решения прямой задачи (1)-(5):

$$\int_0^1 \int_0^1 w(x, y) u(x, y, t) dx dy = h(t), \quad (6)$$

где $h(t), w(x, y)$ являются заданными функциями.

Предположим, что заданные в этой статье функции φ, ψ, f, w и h удовлетворяют следующим условиям:

- A1) $\varphi(\cdot, \cdot) \in C^3([0, 1] \times [0, 1])$, $\varphi^{(4)}(\cdot, \cdot) \in L_2([0, 1] \times [0, 1])$; $\varphi(0, y) = 0$
 $\varphi_x(0, y) = \varphi_x(1, y)$, $\varphi_{xx}(0, y) = \varphi_{xx}(1, y)$, $\varphi(x, 0) = \varphi(x, 1)$,
 $\varphi_y(x, 1) = 0$, $\varphi_{yy}(x, 0) = \varphi_{yy}(x, 1)$;
 A2) $\psi(\cdot, \cdot) \in C^3([0, 1] \times [0, 1])$, $\psi^{(4)}(\cdot, \cdot) \in L_2([0, 1] \times [0, 1])$; $\psi(0, y) = 0$,
 $\psi_x(0, y) = \psi_x(1, y)$, $\psi_{xx}(0, y) = \psi_{xx}(1, y)$, $\psi(x, 0) = \psi(x, 1)$, $\psi_y(x, 1) = 0$,
 $\psi_{yy}(x, 0) = \psi_{yy}(x, 1)$;
 A3) $f(x, y, \cdot) \in C[0, T]$, $t \in [0, T]$, $f(\cdot, \cdot, t) \in C^3([0, 1] \times [0, 1])$,
 $f^{(4)}(\cdot, \cdot, t) \in L_2([0, 1] \times [0, 1])$, $f(0, y, t) = 0$, $f_x(0, y, t) = f_x(1, y, t)$, $f_{xx}(0, y, t) = f_{xx}(1, y, t)$,
 $f(x, 0, t) = f(x, 1, t)$, $f_y(x, 1, t) = 0$, $f_{yy}(x, 0, t) = f_{yy}(x, 1, t)$.
 A4) $\omega(x, y) \in C^2([0, 1] \times [0, 1])$; $\omega(1, y) = \omega(0, y)$, $\omega_x(1, y) = 0$,
 $\omega(x, 0) = 0$, $\omega_y(x, 0) = \omega_y(x, 1)$.

- A5) $(D_{0+,t}^\alpha h)(t) \in C_\gamma[0, T]$, $|h(t)| \geq h_0 > 0$, h_0 - данное число:

$$\int_0^1 \int_0^1 \omega(x, y) \varphi(x, y) dx dy = (I_{0+,t}^{(2-\alpha)} h)(t)_{t=0+},$$

$$\int_0^1 \int_0^1 \omega(x, y) \psi(x, y) dx dy = \frac{\partial}{\partial t} (I_{0+,t}^{(2-\alpha)} h)(t)_{t=0+}.$$

Теорема 1. Пусть $q(t) \in C_\gamma[0, T]$ и выполняются условия A1) – A3), тогда существует единственное решение прямой задачи (1)-(5) $u(x, y, t) \in C_\gamma^{2,\alpha}(\bar{\Omega})$.

Теорема 2. Пусть выполняются условия A1) – A5). Тогда существует число $T^* \in (0, T)$ такое, что существует единственное решение $q(t) \in C[0, T^*]$ обратной задачи (1)-(6).

Теорема 3. Пусть $(\varphi, \psi, h, f) \in D_{\mu_0}$ и $q, \tilde{q} \in G_{\mu_1}$. Тогда для решения обратной задачи (1)-(6) справедлива следующая оценка устойчивости:

$$\|q - \tilde{q}\|_\gamma \leq r \left[\|\varphi - \tilde{\varphi}\|_{C^3(\bar{D})} + \|\psi - \tilde{\psi}\|_{C^3(\bar{D})} + \|h - \tilde{h}\|_{C_\gamma^\alpha[0, T]} + \|f - \tilde{f}\|_{C_\gamma^3(\bar{D})} \right],$$

где постоянная r зависит только от $\mu_0, \mu_1, T, \alpha, \beta$ и $\Gamma(\alpha), B(\alpha, 1 - \gamma)$.

Теорема 4. Пусть функции φ, ψ, h, f и $\tilde{\varphi}, \tilde{\psi}, \tilde{h}, \tilde{f}$ имеют тот же смысл, что и в теореме 4 и выполняются условия (A1)–(A5). Более того, если $\varphi = \tilde{\varphi}, \psi = \tilde{\psi}, h = \tilde{h}, f = \tilde{f}$, для $t \in [0, T]$, то $q(t) = \tilde{q}(t), t \in [0, T]$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. Х. Хасанов и В. Г. Романов, *Введение в обратные задачи для дифференциальных уравнений* (Springer International Publishing, Швейцария, 2017).
2. В. Исаков, *Обратные задачи для частных дифференциальных уравнений* (Springer-Verlag, Нью-Йорк, 1998).
3. С. И. Кабанихин, *Обратные и некорректно поставленные задачи: теория и приложения* (Walter de Gruyter, Берлин, Нью-Йорк, 2011).
4. А. А. Самарский и П. Н. Вабищевич, *Численные методы решения обратных задач математической физики* (Walter de Gruyter, Берлин, Нью-Йорк, 2007).
5. Т. С. Алероев, М. Киране и С. А. Малик, *Обратные задачи для временного дробного уравнения диффузии с неизвестной правой частью*, (Electron. J. Differ. Equ., **270**, 1–16 (2013)).

KASR TARTIBLI HOSILALI ARALASH INTEGRO-DIFFERENSIAL TENGLAMAGA QO'YILGAN TESKARI MASALA

*Merajova Shahlo Berdiyevna**Buxoro davlat universiteti**“Differensial tenglamalar” kafedrası dotsenti**Salimov Feruz Tolib o'g'li**Buxoro viloyati Kogon tumani ixtisoslashgan maktab**o'qituvchi (mustaqil izlanuvchi)*

Annotatsiya: Ushbu ishda vaqt kasr tartibli hosila qatnashgan aralash integro-differensial tenglamaga teskari masala qo'yilishi qaraladi. Bunday tenglamalar matematika va u qo'llaniladigan ko'plab sohalarida keng qo'llaniladi. Maqolada vaqt kasr kasr tartibli hosila qatnashgan aralash integro-differensial tenglamaga qo'yilgan teskari masala tahlil qilingan.

Аннотация: В этой работе рассматривается обратная задача к смешанному интегро-дифференциальному уравнению, в котором участвует производная дробного порядка по времени. Такие уравнения широко используются в математике и во многих областях, в которых они используются. В статье анализируется обратная задача, поставленная смешанному интегро-дифференциальному уравнению, в котором время является производной дробного порядка.

Abstract: In this paper, we consider the inverse problem to a mixed integro-differential equation involving a fractional time derivative. Such equations are widely used in mathematics and in many fields in which they are used. The article analyzes the inverse problem posed to a mixed integro-differential equation in which time is a derivative of fractional order.

Kalit so'zlar: Vaqt kasr tartibli hosila, aralash integro-differensial tenglama, to'g'ri masala, teskari masala, analitik yechim, yechimning mavjudligi va yagonaligi.

Ключевые слова: Производная дробного порядка во времени, смешанное интегро-дифференциальное уравнение, прямая задача, обратная задача, аналитическое решение, существование и единственность решения.

Key words: Fractional order derivative in time, mixed integro-differential equation, direct problem, inverse problem, analytical solution, existence and uniqueness of solution.

Hozirgi kunda jahon miqyosida matematik fizikaning eng tez rivojlanayotgan sohasi – teskari masalalarni tadqiq qilish usullariga alohida e'tibor qaratilmoqda. Bu soha fizika va texnik fanlardagi eng muhim muammolardan biriga aylandi, chunki ularni hal qilish bevosita aniqlab bo'lmaydigan parametrlarni topishga imkon beradi. Bu yo'nalish juda ko'p sohalarida tadbqiqqa ega [3]-[6]. Ushbu ishda biz aralash turdagi integro-differensial tenglamaga qo'yilgan teskari masalani ko'rib chiqamiz.

Ta'rif. Agar tenglamada noma'lum funksiya bir vaqtda ham integral ishorasi ostida qatnashsa, ham uning hosilalari, bunday tenglama integro-differensial tenglama deyiladi.

Ushbu ishda kasr tartibli integro-differensial tenglamaga qo'yilgan to'g'ri va teskari masalalar qaralgan.

Biz quyidagi masalalarni qayraymiz.

$G = \{(x, t): 0 < x < 1, -a < t < b\}$ sohada aralash kasr tartibli integro-differensial tenglamani ko'rib chiqamiz

$$\begin{cases} D_t^a u - u_{xx} = \int_0^t K(\tau) u(x, \tau) d\tau + f(x), & t > 0 \\ u_{tt} - u_{xx} = f(x), & t < 0 \end{cases} \quad (1)$$

bu yerda:

D_t^a - Caputo kasr hosilasi, $0 < a < 1$, $u(x, t)$ - aniqlanishi kerak bo'lgan funksiya,

$K(t)$ - yadro, $f(x)$ – ozod had, berilgan funksiyalar.

(1) tenglamaga quyidagi masalani qo'yish mumkin.

Masala. G sohada (1) tenglama va quyidagi shartlarni chegaraviy shartlar:

$$u|_{x=0} = 0, u|_{x=1} = 0, -a \leq t \leq b, \quad (2)$$

boshlang'ich shart:

$$u(x, -a) = \varphi(x), \quad x \in [0, 1], \quad (3)$$

shuningdek, $t = 0$ skleyka shartlari:

$$\lim_{t \rightarrow -0} u(x, t) = \lim_{t \rightarrow +0} u(x, t), \quad \lim_{t \rightarrow -0} \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} = \lim_{t \rightarrow +0} \frac{\partial u(x, t)}{\partial t}, \quad x \in [0, 1] \quad (4)$$

qanoatlantiradigan $u(x, t)$ funksiyani toping, bu yerda $\varphi(\cdot)$ berilgan yetarlicha silliq funksiya.

Quyidagi belgilashlarni kiritamiz: $G_+ = G \cap \{t > 0\}$, $G_- = G \cap \{t < 0\}$.

(1) – (4) munosabatlar to'g'ri masala bo'lib, unda φ, f, K funksiyalar ma'lum bo'lsa, u holda $u(x, t)$ yechimni (1) – (4) munosabatlardan topish mumkin.

Endi berilgan sohada teskari masalani qo'yaylik.

Teskari masala: (1)-(4) to'g'ri masalaning yechimi haqida quyidagi qo'shimcha ma'lumotlar ma'lum bo'lsa, $f(x)$ funksiyani toping :

$$u(x, b) = \psi(x), \quad x \in [0, 1]. \quad (5)$$

bu yerda $\psi(\cdot)$ – yetarlicha silliq funksiya berilgan.

Biz teskari masalani formal yechimini topishda Furrye metodidan foydalandik, Ushbu usuldan xususiy hosilali differensial tenglamalarga qo'yilgan aralash masalalar yechimlarini topishda foydalaniladi. [1]-[2].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Псху А.В. Уравнения в частых производных дробного порядка. (Fractional Partial Differential Equations), Moscow: Nauka, 2005.
2. Тихонов А.Н. Самарский А.А. Уравнение математической физики. М. «Наука», 1972, 724с.
3. Дурдиев Д.К., Рахмонов А.А. Задача об определении двумерного ядра в системе интегро-дифференциальных уравнений вязкоупругой пористой среды // Сиб. журн. индустр. математики. 2020. Т. 23, № 2. С. 63–80.
4. Дурдиев Д.К., Тотиева Ж.Д. О глобальной разрешимости одной многомерной обратной задачи для уравнения с памятью // Сиб. мат. журн. 2021. Т. 62, № 2. С. 269–285.
5. Durdiev U.D. A problem of identification of a special 2D memory kernel in an integro-differential hyperbolic equation. //Eurasian journal of mathematical and computer applications, 7:2 (2019), pp. 4–19.
6. Merajova Sh.B. Uniqueness of solution to the problem for one mixed integral differential equation. EURASIAN JOURNAL OF PHYSICS, CHEMISTRY AND MATHEMATICS (EJPCM) Impact Factor: 7.825, vol.30, 2024 may, p.5-11.

TOVUSH TARQALISH TENGLAMALAR SISTEMASI VA UNGA QO'YILGAN
TESKARI MASALA*Merajova Shahlo Berdiyevna**Buxoro davlat universiteti**“Differensial tenglamalar” kafedrası dotsenti**Sharifov Idrisxon Shokir o'g'li**Buxoro viloyati Kogon tumani ixtisoslashgan maktab**o'qituvchi (mustaqil izlanuvchi)*

Annotatsiya: Ushbu tezisdá tovush tarqalish tenglamalar sistemasining tor tebranish tenglamasiga ekvivalentligi, kanonik ko'rinishga keltirish va unga qo'yilgan teskari masala haqida ma'lumot keltirilgan.

Аннотация: В этом тезисе рассматриваем эквивалентности системы уравнений акустики уравнению колебаний струны, приведения в канонический вид и обратная задача поставленная этой системе.

Annotation: In this thesis, we consider the equivalence of the system of acoustic equations to the equation of string vibrations, reduction to canonical form and the inverse problem posed to this system.

Kalit so'zlar: Tovush tarqalishi tenglamalar sistemasi, tor tebranish tenglamasi, to'g'ri masala, teskari masala, Furiye metodi, xos sonlar, xos funksiyalar.

Ключевые слова: система уравнений акустики, уравнение колебаний струны, прямая задача, обратная задача, Метод Фурье, собственные числа, собственные функции.

Key words: system of acoustic equations, equation of string vibrations, direct problem, inverse problem, Fourier method, eigenvalues, eigenfunctions.

Tovush tarqalishi fizik hodisasi akustik to'lqin tenglamalari orqali ifodalanadi va ularning teskari masalalari boshlang'ich sharoitlar yoki tovush manbaini kuzatilgan natijalar asosida aniqlashga qaratilgan. Teskari masalalar korrektiligi uchun yechimlarning mavjudligi, yagona bo'lishi va turg'unligi kabi shartlar muhim hisoblanadi.

Quyidagi akustika tenglamalri sistemasini qaraylik:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} = 0, \\ \frac{\partial p}{\partial t} + \rho_0 c_0^2 \frac{\partial u}{\partial x} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Bu sistema tinchlangan muhitda yassi tovush to'lqinlarini (kichik qo'zg'alishlarning) tarqalishini tavsiflaydi. Bu yerda u – qo'zg'atilgan muhit tezligi, p – ushbu muhit bosimi. O'zgarmas ρ_0 , c_0 tinchlangan muhit xossalari bilan bog'liq, ρ_0 - uning zichligi, c_0 esa siqilishni xarakterlovchi o'zgarmas.

Tovush to'lqinlarini tavsiflovchi sistemani $u + \frac{p}{\rho_0 c_0} = u_1$, $u - \frac{p}{\rho_0 c_0} = u_2$ almashtirish bilan kanonik ko'rinishga keltirish mumkin:

$$\begin{cases} \frac{\partial u_1}{\partial t} + c_0 \frac{\partial u_1}{\partial x} = 0, \\ \frac{\partial u_2}{\partial t} - c_0 \frac{\partial u_2}{\partial x} = 0. \end{cases} \quad (2)$$

(1) sistema o'rniga p bosim uchun sistemaning birinchi tenglamasini x bo'yicha, ikkinchisini t bo'yicha differensiallab, so'ngra ulardan $\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial t}$ aralash hosilani yo'qotish bilan hosil bo'ladigan ikkinchi tartibli

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} - c_0^2 \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = 0 \quad (3)$$

tenglama qaraladi.

Tovush tarqalish tenglamalariga qo'yilgan masalalarni o'rganishga nisbatan (2) kanonik ko'rinishdagi tenglamalar sistemasiga yoki (3) tenglamaga qo'yilgan masalalarni o'rganish oson.

Akustika tenglamalar sistemasining to'lqin tenglamasiga ekvivalentligi ko'rsatildik [1]. Shu sababli tovush tarqalishini matematik ifodalash uchun quyidagi akustik to'lqin tenglamasini qaraymiz. Bu tenglama tovush bosimi p va t vaqt bilan bog'liq bo'ladi:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial t^2} = c^2 \Delta p,$$

bu yerda p - tovush bosimi, c - tovush tezligi, Δ - Laplas operatori.

Teskari masalalar odatda kuzatilgan tovush signallaridan boshlang'ich sharoitlarni yoki manbani aniqlashni o'z ichiga oladi. Teskari masalani matematik ifodalashda umumiy ko'rinish quyidagicha bo'ladi:

$$L(p) = f,$$

bu yerda L - differential operator, p - tovush bosimi yoki boshqa kiritilgan signal, f - kuzatilgan natija.

Teskari masalalarda asosiy maqsad $L(p)$ operatori yordamida p funksiyasini aniqlashdir.

$G = \{(x, t): 0 < x < l, t > 0\}$ sohada (1) sistema uchun quyidagi masalani qaraylik.

Masala. G sohada (1) sistemani va quyidagi boshlang'ich shartlar:

$$u|_{t=0} = \varphi(x), \quad p|_{t=0} = \psi(x), \quad (4)$$

chegaraviy shartlar:

$$u(0, t) = u(l, t) = 0 \quad (5)$$

qanoatlantiruvchi $\begin{pmatrix} u(x, t) \\ p(x, t) \end{pmatrix}$ vektor-funksiyani toping.

Ta'rif. $\begin{pmatrix} u(x, t) \\ p(x, t) \end{pmatrix}$ vektor-funksiyani (1) sistema va (4), (5) shartlardan berilgan $\varphi(x), \psi(x)$ funksiyalar uchun aniqlash masalasiga to'g'ri masala deyiladi.

Ushbu masalani Furrye usuli bilan yechamiz. Yechimning mavjud vayagonaligi isbotlangan [1].

Bir jinsli bo'lmagan tovush tarqalish tenglamalari sistemasi berilgan bo'lsin:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} = f(t), \\ \frac{\partial p}{\partial t} + \rho_0 c_0^2 \frac{\partial u}{\partial x} = g(t). \end{cases} \quad (6)$$

(6) tenglama uchun quyidagi teskari masalani qaraymiz:

Masala. G sohada (6) sistemaning (4) boshlang'ich va (5) chegaraviy shartlarni va quyidagi qo'shimcha integral shartni qanoatlantiruvchi

$$\begin{aligned} \int_0^l K(x) u(x, t) dx &= \mu_1(t), \\ \int_0^l K(x) p(x, t) dx &= \mu_2(t) \end{aligned} \quad (7)$$

$\begin{pmatrix} u(x, t) \\ p(x, t) \end{pmatrix}$ noma'lum vektor-funksiya va $\begin{pmatrix} f(t) \\ g(t) \end{pmatrix}$ manba vektor-funksiyani toping, bu yerda $K(x)$, $\mu_1(t)$ va $\mu_2(t)$ berilgan funksiyalar.

Teskari masalalar akustik diagnostika, geofizikani o'rganish va boshqa ko'plab sohalarda keng qo'llaniladi. Masalan, seysmologiyada yer osti qatlamlarini tadqiq qilish uchun tovush to'lqinlari qo'llaniladi va teskari masalalar yordamida yer osti strukturalari haqida ma'lumot olish mumkin.

Teskari masalalarni hal qilish usullari va korrektlik shartlarini o'rganish ilmiy va amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega. Hozirgi kunda jahon miqyosida matematik fizikaning eng tez rivojlanayotgan sohasi – teskari masalalarni tadqiq qilish usullariga alohida e'tibor qaratilmoqda [2-5]. Bu soha fizika va texnik fanlardagi eng muhim muammolardan biriga aylandi, chunki ularni hal qilish bevosita aniqlab bo'lmaydigan parametrlarni topishga imkon beradi. Bu yo'nalish juda ko'p sohalarda tadbiquqa ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Годунов С.К. Уравнения математической физики. М. «Наука» 1967.
2. Durdiev D.K. and Turdiev Kh.Kh. "An Inverse Problem for a First Order Hyperbolic System with Memory," *Differentsial'nye Uravneniya* 56 (12), 1666-1675 (2020).
3. Р. Р. Сафиуллова, Обратная задача для гиперболического уравнения второго порядка с неизвестным коэффициентом, зависящим от времени, Вестн. ЮУрГУ. Сер. Матем. моделирование и программирование, 2013, том 6, выпуск 4, 73–86.
4. Дурдиев Д.К., Меражова Ш.Б. Обратная задача для уравнения смешанного парабола-гиперболического типа с оператором Бесселя. // Сибирский журнал индустриальной математики (*Journal of Applied and Industrial Mathematics*). – 2022. Том 25(3), –С. 14–25
5. Дурдиев Д.К., Турдиев Х.Х. Обратная задача для гиперболической системы первого порядка с памятью, Дифференциальные уравнения, 2020, [том 56](#), [№ 12](#), с. 1666-1675. DOI: 10.1134/S0374064120120110. (SCOPUS, IF=0.837).

HILFER OPERATORI QATNASHGAN CHIZIQLI BO'LMAGAN DIFFERENSIAL TENGLAMA UCHUN ARALASH MASALA.

*Matchanova Aygul Azatbayevna*¹- assistant,
*Raximova Feruza Saidovna*²-katta o'qituvchi,
*Madatova Zuxra Abdiraximovna*³- assistant,
*Fayzullayeva Shahlo Alisherovna*⁴ - assistant,
¹⁻⁴ Tashkent Axborot Texnologiyalar Universiteti

Annotatsiya. Ushbu ishda chiziqli bo'lmagan kasr tartibli Barenblatt-Jeltov-Kochina tenglamasi uchun aralash masalaning yagona yechimini topish masalasi tadqiq qilinadi. Aralash masalaning yagona klassik yechimini topish uchun yetarli shartlari o'rnatiladi. Aralash masalaning yechimi masalada ko'rsatilgan funksiyalar sinfiga tegishli ekanligi isbotlangan.

Kalit so'zlar: Aralash masala, kasr tartibli Barenblatt- Jeltov-Kochina tenglamasi, regulyar yechim.

Аннотация. Изучены вопросы однозначной классической разрешимости и построения решения смешанной задачи для интегро-дифференциального уравнения, содержащего дробный аналог оператора Бarenblatt-Желтова-Кочиной. Использован метод ряда Фурье, основанный на разделении переменных. Установлены достаточные коэффициентные условия однозначной классической разрешимости смешанной задачи.

Ключевые слова: Смешанная задача, дифференциальное уравнение, дробный аналог оператора Бarenblatt-Желтова-Кочиной, классическая разрешимость.

Abstract. The problems of single-valued regular solvability and the construction of the solution of a mixed problem for differential equations that contain the fractional analog of the Barenblatt-Zheltoy-Kochina operator are studied. The method of a Fourier series based on the separation of variables is used. Sufficient coefficient conditions for the unique regular solvability of the mixed problem are established.

Key words: Mixed problem, differential equation, fractional analog of the Barenblatt-Zhel'tov-Kochina operator, regular solvability.

Bir jinsli bo'lmagan differensial tenglama uchun Hilferning kasr integro-differensiallash operatori qatnashgan aralash masalani ko'rib chiqamiz.

$\Omega \equiv (0, T) \times (0, 1)$ sohada

$$\left(D^{\alpha, \gamma} - D^{\alpha, \gamma} \frac{\partial^2}{\partial x^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) U(t, x) = f(t, x, t^{1-\gamma} U(t, x)) \quad (1)$$

tenglamani

$$\lim_{t \rightarrow +0} J_{0t}^{1-\gamma} U(t, x) = \varphi(x), \quad 0 \leq x \leq 1, \quad (2)$$

$$U(t, 0) = 0, \quad 0 < t \leq T, \quad (3)$$

$$U_x(t, 1) = U_x(t, x_0), \quad 0 < t \leq T, \quad 0 < x_0 < 1, \quad (4)$$

aralash shartlarni qanoatlantiruvchi yechimini izlaymiz. Bu yerda

$$D^{\alpha, \gamma} u(t, x) = J_{0t}^{\beta(1-\alpha)} \frac{d}{dt} J_{0t}^{(1-\beta)(1-\alpha)} u(t, x) = J_{0t}^{\gamma-\alpha} \frac{d}{dt} J_{0t}^{1-\gamma} u(t, x) \quad \text{- Hilfer operatori [1],}$$

$$J_{0t}^{\alpha} u(t, x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^t \frac{u(s, x) ds}{(t-s)^{1-\alpha}} \quad \text{- Riman-Liuvill integral operatori [2],}$$

$$0 \leq \beta \leq 1, \quad \gamma = \alpha + \beta - \alpha\beta, \quad 0 < \alpha \leq \gamma \leq 1, \quad 0 < T < \infty.$$

A shart. $x_0 = \frac{p}{q} \in (0, 1)$ ratsional son $q - p = 1$ va p va q musbat sonlar bo'lsin. **Masala**

(1) tenglamani (2) boshlang'ich shart, (3)-(4) chegaraviy shartlarni qanoatlantiradigan va quyidagi funksiyalar sinfiga tegishli bo'lgan noma'lum $U(t, x)$ funksiyani topilsin:

$$t^{1-\gamma} U \in C(\bar{\Omega}), \quad D^{\alpha, \gamma} U_{xx} \in C(\Omega), \quad U_{xx} \in C(\Omega). \quad (5)$$

Silliqlik sharti. Agar berilgan $\varphi(x) \in C^3[0, 1]$ va to'rtinchi tartibli hosilasi bo'lakli uzluksiz, $f(t, x, t^{1-\gamma} U(t, x)) \in C_{t,x}^{0,1}(\Omega \times R)$ x o'zgaruvchi bo'yicha ikkinchi tartibli hosilasi bo'lakli uzluksiz bo'lsin va

$$\begin{aligned} \frac{d^i \varphi(x)}{dx^i} \Big|_{x=0} = 0, \quad \frac{d^j \varphi(x)}{dx^j} \Big|_{x=1} = \frac{d^j \varphi(x)}{dx^j} \Big|_{x=x_0}, \quad i = 0, 2, 4, 6, \quad j = 1, 3, 5, \\ f(t, x, t^{1-\gamma} U(t, x)) \Big|_{x=0} = 0, \\ \frac{df(t, x, t^{1-\gamma} U(t, x))}{dx} \Big|_{x=1} = \frac{df(t, x, t^{1-\gamma} U(t, x))}{dx} \Big|_{x=x_0}, \end{aligned} \quad (6)$$

shartlar bajarilsin.

2.2.1-teorema Silliqlik sharti, A shart bajarilsin va

$$|f(t, x, z)| < M_1, \quad M_1 > 0, \quad (7)$$

$$|f(t, x, z_1) - f(t, x, z_2)| \leq L |z_1 - z_2|, \quad L > 0 \quad (8)$$

shartlar bajarilsin u holda, (1)-(4) masala yagona yechimga ega.

Masala yechimini mavjudligi va yagonaligini Furrye usuli va ketma-ket yaqinlaqshish usullaridan foydalanib ko'rsatiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Hilfer R. Applications of Fractional Calculus in Physics. World Scientific Publishing Company, Singapore, New Jersey, London and Hong Kong, 2000.

2. Kilbas A.A., Srivastava H.M., Trujillo J.J. Theory and Applications of Fractional Differential Equations. // North-Holland mathematics studies. 204. (Elsevier Science B.V., Amsterdam, 2006. pp. 523

ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МНОГОМЕРНОГО ЯДРА В ОДНОМ ПАРАБОЛИЧЕСКОМ ИНТЕГРО - ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМ УРАВНЕНИИ

Нуриддинов Жавлон Зафарович

Доцент Бухарского государственного университета

Abstract: The multidimensional parabolic integro-differential equation with the time-convolution integral on the right side is considered. The direct problem is represented by the Cauchy problem for this equation. In this paper it is studied the inverse problem consisting in finding of a time and spatial dependent kernel of the integrated member on known in a hyperplane $x_n = 0$ for $t > 0$ to the solution of direct problem. With use of the resolvent of kernel this problem is reduced to the investigation of more convenient inverse problem. The last problem is replaced with the equivalent system of the integral equations with respect to unknown.

Keywords: integro-differential equation, inverse problem, Holder space, kernel, resolvent.

Anatatsiya: Ushbu ishda Parabolik tipdagi integro-differensial tenglamadan yadroni aniqlash masalasi qaralgan. (1)-(3) masaladan $u(x, t)$ funksiyani aniqlash masalasiga To'g'ri masala deb ataladi. Ushbu ishda biz (1) tenglamadan va (2), (3) shartlar yordamida yadroni aniqlash taskari masalasini o'rganamiz. Buning uchun ma'lum almashtirishlar yordamida ekvivalint masalalarga kelamiz. Hosil bo'lgan masalalardan berilgan masalaning yadrosini aniqlaymiz.

Kalit so'zlar: Integra-differensial tenglamalar, ekvivalint masala, Gyolder funksiyalar fazosi, tenglamaning yadrosi, tenglama rezolventasi.

Аннотация: Рассматривается многомерное параболическое интегро-дифференциальное уравнение с интегралом свертки по времени в правой части. Прямая задача представлена задачей Коши для этого уравнения. В данной работе изучается обратная задача, состоящая в нахождении зависящего от времени и пространства ядра подынтегрального члена по известным в гиперплоскости $x_n = 0$ для $t > 0$ решения прямой задачи. С использованием резольвенты ядра эта задача сводится к исследованию более удобной обратной задачи. Последняя задача заменяется эквивалентной системой интегральных уравнений относительно неизвестных.

Ключевые слова: интегро-дифференциальное уравнение, обратная задача, пространство Гёльдера, ядро, резольвента.

В настоящей работе изучается задача определения функций $u(x, t)$, $k(x', t)$, $x = (x', x_n) \in \mathbb{R}^n$, $t > 0$ из следующих уравнений:

$$u_t = Lu - \int_0^t k(x', \tau) Lu(x, t - \tau) d\tau, \quad (x, t) \in \mathbb{R}_T^n \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = \varphi(x), \quad x \in \mathbb{R}^n \quad (2)$$

$$u|_{x_n=0} = f(x', t), \quad x' \in \mathbb{R}^{n-1}, \quad 0 \leq t \leq T \quad (3)$$

где $Lu = \Delta u + c(x)u$, Δ – оператор Лапласа относительно пространственного

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n), \quad \Delta = \sum_{i=1}^n \frac{\partial^2}{\partial x_i^2}; \quad \mathbb{R}_T^n = \{(x, t), x = (x', x_n) \in \mathbb{R}^n, 0 \leq t \leq T\}$$

представляет собой полосу с толщиной $T, T > 0$ произвольное фиксированное число, $a(t)$ является гладкой функцией и $0 < a_0 \leq a(t) \leq a_1 < \infty$ для

$t \in [0, T]$.

Для заданных функций $\varphi(x), f(x', t)$ и решения задачи (1)-(3) используются пространства Гельднера [1, стр. 16-27] для функций, зависящих только от пространственных

переменных $-H^\alpha$ и для функций, зависящих от пространственных и временной переменной $-H^{\frac{\alpha}{2}}$, α – неотрицательное целое число.

Для решения, поставленная задача (1)-(3) заменяется вспомогательной задачей, в которой неизвестное ядро $k(x', t)$, $x' \in \mathbb{R}^{n-1}$, $t > 0$ входит в дополнительное условия. Затем используя формулу, обобщающую формулу Пуассона для решения задачи Коши в случае урвнения теплопроводности с

переменным коэффициентом при лапласиана, получена эквивалентная система интегральных уравнений относительно неизвестных функций. Применяя метод сжатых отображений [2, стр. 87-97] для последней доказано следующее утверждение:

Теорема (существование и единственность). Если условия

$$\varphi(x) \in H^{l+8}(\mathbb{R}^n), |\Delta\varphi(x', 0)|^l \geq \text{const} > 0, f(x', t) \in H^{l+6, \frac{l+6}{2}}(\overline{\mathbb{R}_T^{n-1}}),$$

$l \in (0, 1)$, $f(x', 0) = \varphi(x', 0)$, $f_t(x', t) = \Delta\varphi(x', 0)$ выполняются, то существует достаточно малое число $T > 0$, такое, что решение задачи (1)-(3) в классе функций $\{\vartheta(x, t), w(x, t)\} \in H^{l+2, \frac{l+2}{2}}(\overline{\mathbb{R}_T^n})$, $h(x', t) \in H^{l, \frac{l}{2}}(\overline{\mathbb{R}_T^n})$, существует и единственно.

Среди работ посвященных обратным задачам определения ядра интегро-дифференциального уравнения теплопроводности, отметим [3],[4], в которых исследованы близкие к рассмотренной в этой работе задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ладыженская О.А., Солонников В.А., Уральцева Н.Н. Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа, Москва: Наука, 1967, 736 с.
2. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. Москва: Наука, 1976, 543 с.
3. Дурдиев Д. К., Рашидов А.Ш. Обратная задача определения ядра в интегро- дифференциальном уравнении параболического типа, Дифференц. уравн., Том 50, No 1, 2014, ст.110-116
4. Durdiev D.K. and Zhumaev Zh.Zh. Problem of determining a multidimensional thermal memory in a heat conductivity equation, Methods of Functional Analysis and Topology, Volume 25, No 3, 2019, pp. 219--226.

QUALITATIVE ANALYSIS OF A GENERALIZED HOMOGENEOUS POLYNOMIAL SYSTEM OF CLASS (α_1, α_2)

*Mukhtarov Ya. (SamSU),
Shavkatova L. (BukhsU)*

Abstract. The system of homogeneous differential equations and its properties are studied in detail.

The article investigates the neighborhood of a singular point of a system of generalized homogeneous differential equations.

Key words. Generalized homogeneous system of equations, invariant ray, polynomial, isolated singular point, singular point of the second group.

Аннотация. Система однородных дифференциальных уравнений и ее свойства изучена подробно. В статье исследуется окрестность особой точки системы обобщенных однородных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова. Обобщенно однородная система уравнений, инвариантный луч, полином, изолированная особая точка, особая точка второй группы.

Abstrakt. Bir jinsli differensial tenglamalar sistemasi va uning xossalari atroflicha o'rganilgan. Maqolada umumlashtirilgan bir jinsli differensial tenglamalar sistemasining yakalangan nuqtasining atrofi o'rganiladi.

Kalit so'zlar. Umumlashtirilgan bir jinsli tenglamalar sistemasi, invariant nur, ko'phad, yakalangan maxsus nuqta, ikkinchi guruh maxsus nuqtasi.

Let us consider the following system:

$$\frac{dx}{dt} = P(x^{\alpha_1}, y^{\alpha_2}), \quad \frac{dy}{dt} = Q(x^{\alpha_1}, y^{\alpha_2}), \quad (1)$$

We define this system as a generalized homogeneous polynomial system if P, Q are polynomial forms of degree m with respect to $x^{\alpha_1}, y^{\alpha_2}$ where α_1, α_2 are positive rational numbers [1,2].

The main geometric interpretation of system (1) is not associated with considering its solutions- $\{t, x, y\}$ in space, but rather analyzing their projections in a plane $\{x, y\}$. Let us denote

$$\alpha_1 = \frac{p_1}{q_1}, \alpha_2 = \frac{p_2}{q_2}, q_1, q_2 \text{ - odd integers, } \alpha_1 \neq \alpha_2, \alpha_1 \geq 1, \alpha_2 \geq 1, (P, Q) = 1.$$

The method of analysis for system (1) is based on the following transformations:

$$y = ux^{\frac{\alpha_1}{\alpha_2}} (x = uy^{\frac{\alpha_2}{\alpha_1}}) \quad (2)$$

Using these transformations, the phase trajectories of system are projected onto the $\{x, u\}$ or $\{y, u\}$ planes and qualitative analysis is performed.

Assume $\alpha_1 > \alpha_2$ (a similar analysis is carried out for $(\alpha_1 < \alpha_2)$).

By applying transformation (2), we reduce (1) to the form

$$a) \frac{dx}{dt_1} = x^{\frac{\alpha_1}{\alpha_2}} P(1, u^{\alpha_2}), \quad b) \frac{du}{dt_1} = Q(1, u^{\alpha_2}) - \frac{\alpha_1}{\alpha_2} ux^{\varepsilon_1} P(1, u^{\alpha_2}) \quad (3)$$

$$\text{where } dt_1 = x^{\frac{\alpha_1}{\alpha_2} m - \alpha_2} dt, \varepsilon_1 = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} - 1$$

The time scales t_1 and t are different, but their directions coincide.

The isolated singular points of system (3) determined by real solutions of the algebraic equation

$$Q(1, u^{\alpha_2}) = 0 \quad (4)$$

corresponding to the direction $y = ux^{\frac{\alpha_1}{\alpha_2}}$. The local behavior of phase trajectories in the ε - neighborhood of tangential parabolas is determined by the classification of the isolated singular point $(x=0, u=u_0)$ of the reduced system, which is a Briot and Bouquet system [3]. For this system, the singular points are of the types node, saddle, or saddle-node, where $u = u_0$ is a real root of equation (4).

The following hold.

Theorem. The fulfillment of the conditions $b_m = 0, b_{m-1} > 0$,

$$N = Var \left[1, -|\Delta_1^1|, |\Delta_3^1|, \dots, (-1)^m |\Delta_{2m-3}^1| \right] = Var \left[1, |\Delta_1^1|, |\Delta_3^1|, \dots, |\Delta_{2m-3}^1| \right]$$

is necessary and sufficient for a singular point $(0,0)$ of system (1) to be a singular point of the second group.

REFERENCES

1. Шарипов Ш.Р., Мухтаров Я. Некоторые свойства траекторий полиномиальной обобщенно-однородной двумерной системы в целом. – Вопросы теории ОДУ, Самарканд: изд. СамГУ. 1984, с. 66-73.
2. Muxtarov Y., Miyassarov A.A. Umumlashgan bir jinsli differensial tenglamalar sistemasini tadqiqlash. Buxoro davlat universiteti ilmiy axboroti. Ilmiy-nazariy jurnal 2024, № 11, 66-70.
3. Ince, E. L. Ordinary Differential Equations. New York: Dover, 1956.

YUKLANGAN HADLI NOCHIZIQLI DEFOKUSLANGAN SHREDINGER TENGLAMASIGA QO'YILGAN KOSHI MASALASINI YECHISH

Muminov Ulug'bek,
SamDU Differensial tenglamalar kafedrası katta o'qituvchisi (PhD),
Normamatova Munira,
SamDU Differensial tenglamalar kafedrası magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada teskari spektral masalalar usulida yuklangan hadli nochiziqli Shredinger tenglamasi cheksiz zonali davriy funksiyalar sinfida integrallashgan. Bir zonali potensial holida Koshi masalasi yechimi topilgan.

Kalit so'zlar. Nochiziqli Shredinger tenglamasi, Dirak operatori, teskari spektral masala, spektral berilganlar, Dubrovin tenglamalar sistemasi, izlar formulasi.

Аннотация: В данной статье с помощью метода обратных спектральных задач исследуется интегрируемость нелинейного уравнения Шрёдингера с нагруженным членом в классе бесконечнозонных периодических функций. Для случая однозонного потенциала найдено точное решение задачи Коши. В работе проводится спектральный анализ уравнения с использованием оператора Дирака, спектральных данных, системы уравнений Дубровина и формул следов.

Ключевые слова: Нелинейное уравнение Шрёдингера, оператор Дирака, обратная спектральная задача, спектральные данные, система уравнений Дубровина, формула следов.

Annotation: This article investigates the integrability of the nonlinear Schrödinger equation with a loaded term using the inverse spectral problem method, within the class of infinite-zone periodic functions. An exact solution to the Cauchy problem is found for the case of a single-zone potential. The study conducts a spectral analysis of the equation utilizing the Dirac operator, spectral data, the system of Dubrovin equations, and trace formulas.

Keywords: Nonlinear Schrödinger equation, Dirac operator, inverse spectral problem, spectral data, system of Dubrovin equations, trace formula.

Ushbu ishda quyidagi

$$\begin{cases} p_t = -q_{xx} + 2q(p^2 + q^2) + p(x_0, t)q, \\ q_t = p_{xx} - 2p(p^2 + q^2) - p(x_0, t)p. \end{cases} \quad (1)$$

ko'rinishdagi yuklangan hadli nochiziqli defokuslangan Shredinger tenglamasini

$$p(x, t)|_{t=0} = p_0(x), q(x, t)|_{t=0} = q_0(x), x_0, x \in R, t > 0 \quad (2)$$

boshlang'ich shartlarini qanoatlantiruvchi $p(x, t), q(x, t)$ yechimini davriy cheksiz zonali funksiyalar sinfida topish masalasini qaraymiz. Bu yerda $p(x, t)$ va $q(x, t)$ lar ushbu

$$\begin{aligned} p(x, t) &\in C_x^2(t > 0) \cap C_t^1(t > 0) \cap C(t \geq 0), \\ q(x, t) &\in C_x^2(t > 0) \cap C_t^1(t > 0) \cap C(t \geq 0) \end{aligned} \quad (3)$$

silliqlik shartlarini qanoatlantiruvchi x o'zgaruvchi bo'yicha π - davrli funksiyalar.

(1) - (3) Koshi masalasining yechimini, quyidagi

$$L(\tau, t)y \equiv B \frac{dy}{dx} + \Omega(x + \tau, t)y = \lambda y, \quad \tau \in R, t > 0 \quad (4)$$

Dirak operatoriga qo'yilgan teskari spektral masala usulidan foydalanib topamiz.

Bu yerda

$$B = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \Omega(x, t) = \begin{pmatrix} p(x, t) & q(x, t) \\ q(x, t) & -p(x, t) \end{pmatrix}, \quad y = \begin{pmatrix} y_1(x) \\ y_2(x) \end{pmatrix}$$

(4) ko'rinishdagi Dirak tenglamalar sistemasining

$$c(0, \lambda, \tau, t) = (1, 0)^T \text{ va } s(0, \lambda, \tau, t) = (0, 1)^T \quad (5)$$

boshlang'ich shartlarni qanoatlantiruvchi yechimlarini mos ravishda

$$c(x, \lambda, \tau, t) = (c_1(x, \lambda, \tau, t), c_2(x, \lambda, \tau, t))^T \text{ va } s(x, \lambda, \tau, t) = (s_1(x, \lambda, \tau, t), s_2(x, \lambda, \tau, t))^T$$

orqali belgilaymiz. Bundan tashqari (4) tenglamalar sistemasiga qo'yilgan davriy va yarimdavriy $y(0, \lambda, \tau, t) = \pm y(\pi, \lambda, \tau, t)$ chegaraviy masalaning xos qiymatlarini $\lambda_n(\tau, t), n \in Z$ orqali, (4) tenglamaga qo'yilgan $y_1(0, \lambda, \tau, t) = 0, y_1(\pi, \lambda, \tau, t) = 0$ Dirixle chegaraviy masalaning xos qiymatlarini $\xi_n(\tau, t), n \in Z$ orqali belgilaymiz.

1-teorema. Aytaylik $p(x, t), q(x, t), x \in R, t > 0$ funksiyalar (1) - (3) Koshi masalasining yechimi bo'lsin. U holda (4) Dirak operatorining

$\{\lambda_n(\tau, t), \xi_n(\tau, t), \sigma_n(\tau, t) = \pm 1, n \in Z\}$ spektral berilganlari quyidagi Dubrovin differensial tenglamalar sistemasining analogini qanoatlantiradi:

$$\begin{aligned} 1) \quad & \frac{\partial \lambda_n(\tau, t)}{\partial t} = 0, \quad \lambda_n(\tau, 0) = \lambda_n, n \in Z; \\ 2) \quad & \frac{\partial \xi_n(\tau, t)}{\partial t} = 2(-1)^n \sigma_n(\tau, t) h_n(\xi(\tau, t)) \left\{ q^2(\tau, t) + q_\tau(\tau, t) + [p(\tau, t) + \xi_n(\tau, t)]^2 + \right. \\ & \left. + \xi_n^2(\tau, t) + \frac{1}{2} p(x_0, t) \right\}, n \in Z. \end{aligned} \quad (5)$$

Bundan tashqari quyidagi

$$\xi_n(\tau, t) \Big|_{t=0} = \xi_n^0(\tau), \quad \sigma_n(\tau, t) \Big|_{t=0} = \sigma_n^0(\tau), n \in Z \quad (6)$$

boshlang'ich shartlar ham bajariladi. Bu yerda $\xi_n^0(\tau), \sigma_n^0(\tau) = \pm 1, n \in Z$ lar $L(\tau, 0)$ Dirak operatorining spektral parametrlari. (5) tenglamadagi $h_n(\xi(\tau, t)), n \in Z$ ketma-ketlik

$$\begin{aligned} h_n(\xi(\tau, t)) &= f_n(\xi(\tau, t)) \sqrt{(\xi_n(\tau, t) - \lambda_{2n-1})(\lambda_{2n} - \xi_n(\tau, t))}, \\ f_n(\xi(\tau, t)) &= \sqrt{\prod_{k=-\infty, k \neq n}^{\infty} \frac{(\lambda_{2k-1} - \xi_n(\tau, t))(\lambda_{2k} - \xi_n(\tau, t))}{(\xi_k(\tau, t) - \xi_n(\tau, t))^2}} \end{aligned}$$

formula bilan aniqlanadi.

1-natija. Ushbu

$$p(\tau, t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \left(\frac{\lambda_{2k-1} + \lambda_{2k}}{2} - \xi_k(\tau, t) \right), \quad (8)$$

$$q(\tau, t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^{k-1} \sigma_k(\tau, t) h_k(\xi(\tau, t)), \quad (9)$$

$$q^2(\tau, t) + q_\tau(\tau, t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \left(\frac{\lambda_{2k-1}^2 + \lambda_{2k}^2}{2} - \xi_k^2(\tau, t) \right). \quad (10)$$

izlar formulalaridan foydalanib Dubrovin differensial tenglamalar sistemasini yopiq ko'rinishda yozish mumkin.

2-natija. 1- teorema (1) - (3) masalaning yechimini topish usulini beradi. Buning uchun dastlab $L(\tau, 0)$ Dirak operatorining $\lambda_n, \xi_n^0(\tau), \sigma_n^0(\tau) = \pm 1, n \in Z$ spektral berilganlarini aniqlaymiz, so'nra $L(\tau, t)$ operatorning spektral berilganlarini $\lambda_n, \xi_n(\tau, t), \sigma_n(\tau, t) = \pm 1, n \in Z$ orqali belgilaymiz. Keyin (5) tenglamalar sistemasi va (6) boshlang'ich shartlar ketma-ketligida $\tau = x_0$ deb olamiz. Hosil bo'lgan Koshi masalasini yechib, $\xi_n(x_0, t), \sigma_n(x_0, t), n \in Z$ ni topamiz. So'ngra (8), (9) izlar formulalaridan $p(x_0, t)$ funksiyani aniqlaymiz. Shundan keyin, buni (5) tenglamalar sistemasiga qo'yamiz va τ ning ixtiyoriy qiymatida (5)-(6) Koshi masalasini yechib $\xi_n(\tau, t), \sigma_n(\tau, t), n \in Z$ larni aniqlaymiz. Topilgan $\xi_n(\tau, t), \sigma_n(\tau, t), n \in Z$ spektral parametrlardan hamda (8) va (9) izlar formulalaridan foydalanib (1) - (3) Koshi masalasining $(p(\tau, t), q(\tau, t))$ yechimlarni topamiz.

3 - natija. Bir zonali potensial holida (1) tenglamani ushbu

$$p(x, t)|_{t=0} = \frac{\lambda_0 - \lambda_{-1}}{2} \cos\{-(\lambda_{-1} + \lambda_0)x + 2\sigma_0(0)\varphi(0)\}$$

$$q(x, t)|_{t=0} = -\frac{\lambda_0 - \lambda_{-1}}{2} \sin\{-(\lambda_{-1} + \lambda_0)x + 2\sigma_0(0)\varphi(0)\}$$

boshlang'ich shartlarni qanoatlantiruvchi yechimi 2-natijadagi usul bo'icha yechamiz, bu holat uchun Dubrovin differensial tenglamalar sistemasi ushbu ko'rinishda bo'ladi:

$$\frac{\partial \xi_n(\tau, t)}{\partial t} = 2\sigma_0(\tau, t) \sqrt{(\xi_0(\tau, t) - \lambda_{-1})(\lambda_0 - \xi_0(\tau, t))} \times$$

$$\times \left\{ \frac{\lambda_{-1}^2 + \lambda_0^2}{2} + \frac{(\lambda_{-1} + \lambda_0)^2}{4} + \frac{1}{2} \left[\frac{\lambda_{-1} + \lambda_0}{2} - \xi_0(x_0, t) \right] \right\}$$

$$\xi_0(\tau, t)|_{t=0} = \frac{\lambda_0 + \lambda_{-1}}{2} - \frac{\lambda_0 - \lambda_{-1}}{2} \cos\{-(\lambda_{-1} + \lambda_0)\tau + 2\sigma_0(0)\varphi(0)\} \quad \sigma_0(\tau, t)|_{t=0} = \sigma_0(\tau)$$

$\lambda_{-1} = -\lambda_0$ bo'lganda yechim quyidagicha bo'ladi:

$$p(\tau, t) = \lambda_0 \cos \left\{ 2\lambda_0^2 t + \lambda_0 \left[\frac{2M}{N(M^2 - 1)} \arctg[M(tg(Nt + L))] - \frac{M^2 + 1}{M^2 - 1} t \right] + 2C(\tau) \right\}$$

$$q(\tau, t) = -\lambda_0 \sin \left\{ 2\lambda_0^2 t + \lambda_0 \left[\frac{2M}{N(M^2 - 1)} \arctg[M(tg(Nt + L))] - \frac{M^2 + 1}{M^2 - 1} t \right] + 2C(\tau) \right\}$$

Bu yerda $M = \sqrt{\frac{2\lambda_0^2 + \lambda_0}{2\lambda_0^2 - \lambda_0}}$, $N = \lambda_0 \sqrt{\lambda_0^2 - \frac{1}{4}}$, $\lambda_0 > \frac{1}{2}$,

$$L = \arctg \left\{ \frac{1}{M} tg[\sigma_0(0)\varphi_0(0)] \right\}$$

$C(\tau)$ berilgan boshlang'ich shartlardan topiladi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Захаров В.Е., Шабат А.Б. Точная теория двумерной самофокусировки в одномерной автомодуляции волн в нелинейных средах. - ЖЭТФ, 61:1 (1971), 118-134.
2. Итс А.Р., Котляров В.П. Явные формулы для решений нелинейного уравнения Шредингера. - Докл. АН УССР. Сер.А., 1976, №11, 965-968.
3. Дубровин Б.А. Периодическая задача для уравнения Кортевега-де Фриза в классе конечнозонных потенциалов. - Функциональный анализ и его приложения. - Москва, 1975. т.9. вып.3. с.41-51.
4. Левитан Б.М., Саргсян И.С. Операторы Штурма-Лиувилля и Дирака. - М.: Наука, 1988. - 432 с.
5. Хасанов А.Б., Хасанов М.М. Интегрирование нелинейного уравнения Шредингера с дополнительным членом в классе периодических функций. - ТМФ., 2019., т.199, №1, с.60-68.
6. Домрин А.В. О вещественно – аналогических решениях нелинейного уравнения Шредингера. - Тр. ММО, 2014, т.75, вып.2, 205-218.
7. Муминов У.Б., Хасанов А.Б. Задача Коши для дефокусирующего нелинейного уравнения Шредингера с нагруженным членом. - Математические Труды. 2022, т. 25, №1, с. 102-133.

RECOVERING SOURCE FUNCTION AND KERNEL FOR A TIME- FRACTIONAL DIFFUSION EQUATION IN THE BOUNDED DOMAIN

Jumaev J.J, Nuriddinova N.Z.

*Institute of Mathematics named after
V.I.Romanovskiy at Academy of sciences
of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan
Bukhara State University, Bukhara , Uzbekistan
jonibekjj@mail.ru*

Let $D_T = \{(x, t): 0 < x < l, 0 < t \leq T\}$. Consider the inverse problem of finding functions $(u(x, t), a(t), k(t))$, which satisfy the equation

$$\partial_{0+,t}^\alpha u - u_{xx} = \int_0^t k(\tau)u(x, t - \tau) + a(t)f(x, t), (x, t) \in D_T, \quad (1)$$

the initial conditions

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad x \in [0, l], \quad (2)$$

the boundary conditions

$$u(x, t)|_{x=0} = u(x, t)|_{x=l} = 0, t \in [0, T], \quad (3)$$

and the over determination conditions

$$\int_0^1 \eta_i(x)u(x, t)dx = h_i(t), \quad t \in [0, T], \quad i := 1, 2, \quad (4)$$

where $\partial_{0+,t}^\alpha$ is the Gerasimov-Caputo fractional derivative of order $\alpha \in (0, 1]$ with respect to the variable t , $T > 0$ is fixed number, $\varphi(x)$ is initial temperature, given function, $h_i(t)$ are given functions.

Definition. A function $u(x, t)$ is said to be classical solution of problem (1)-(3), if the function $u(x, t)$ satisfy the following conditions:

- (1) The function $u(x, t)$ twice continuously differentiable in x for each $t > 0$;
- (2) $u(x, t)$ is continuous in t on $[0, T]$ for each $x \in (0, 1)$ and its fractional integral

$$(I_{0+,t}^{1-\alpha}u)(x, t) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^t \frac{u(x, \tau)d\tau}{(t-\tau)^\alpha}$$

is continuously differentiable in t for $t > 0$;

- (3) equation (1) and conditions (2) and (3) are satisfied in the classical sense.

This work studies an inverse problem for the diffusion equation on the rectangular domain. First, we introduce a definition of a classical solution, and then the original problem is investigated using successive approximation. Second, the given problem is reduced to an equivalent problem. Existence and uniqueness

of the solution of the equivalent problem is proved using a contraction mapping principle. Finally, using the equivalency, the existence and uniqueness of the classical solution is obtained.

References

1. V.V. Uchaikin, *Method of Fractional Derivatives* (Artishok, U'janovsk, 2008)[in Russian].
2. A.A. Kilbas, H.M.Srivastava, and J.J. Trujillo, *Theory and application of fractional differential equations*. (North-Holland Mathematical Studies, Amsterdam: Elsevier, 2006).

BIR JINSLI BO'LMAGAN KECHIKUVCHI BO'LAKLI UZLUKSIZ ARGUMENTLI ISSIQLIK TARQALISH TENGLAMALASI UCHUN TO'G'RI MASALA

Xolikov Suyunjon Xamroqul o'g'li

Navoiy davlat universiteti Matematika kafedrasi dotsenti

Abdusalomova Aziza Abdullo qizi

Navoiy davlat universiteti Matematika kafedrasi magistranti

Ushbu ishda differensial tenglamalar nazariyasidagi kechikuvchi bo'lakli uzluksiz argumentli issiqlik tarqalish tenglamasi uchun qo'yilgan to'g'ri masala hal qilingan. Maqola ushbu yo'nalishda olib borilayotgan tadqiqotlardan bir jinsli bo'lmagan holi bilan farq qiladi, bu esa natijalarning yangiligini asoslaydi.

Biz bo'lakli uzluksiz argumentli bir jinsli bo'lmagan issiqlik tarqalish tenglamasi uchun quyidagicha qo'yilgan masalani qaraylik:

$$u_t(x, t) = a^2 u_{xx}(x, t) + bu_{xx}(x, [t - 1]) + cu_{xx}(x, [t]) + du_{xx}(x, [t + 1]) + q(t)u(x, t) + f(x, [t]), \quad (x, t) \in D, \quad (1)$$

boshlang'ich shartli

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad (2)$$

hamda chegaraviy shartlar bilan

$$u(0, t) = 0, u(1, t) = 0. \quad (3)$$

Bu yerda $b, c, d \in R$, $D = \{(x, t) \in [0; 1] \times (0, \infty)\}$. $f(x, [t])$ – bo'lakli uzluksiz argumentli yetarlicha silliq funksiya, $\varphi(x)$ – berilgan yetarlicha silliq funksiya, $q(t) \in C[0; 1]$.

Qaralayotgan sohada (1)-(3) shartni qanoatlantiradigan $u(x, t)$ yechimi mavjud va yagona.

Adabiyotlar

- [1] J. K. Hale, *Theory of Functional Differential Equations* (Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin, 1977).
- [2] O. Arino and I. Ciyöri, Necessary and sufficient condition for oscillation of a neutral differential system with several delays, *J. Differential Equations* 81 (1989), 98—105.
- [3]. AFTABIZADEH, A.R., WIENER, J. and XU, J.-M., Oscillatory and periodic solutions of delay differential equations with piecewise constant argument, *Proc. Amer. Math. Soc.* 99 (1987), 673 679.
- [4]. WIENER, J. and COOKE, K.L., Oscillations in systems of differential equations with piecewise constant argument, *J. Math. Anal. Appl.* 137 (1989), 221-239.
- [5]. WIENER, J. and DEBNATH, L., Partial differential equations with piecewise constant delay, *Internat. J. Math. and Math. Sci.* 14 (1991), 485-496.
- [6] Y. Kitamura and T. Kusano, Oscillation of first-order nonlinear differential equations with deviating argument, *Proc. Amer. Math. Soc.* 78 (1980), 64—68.

SPECTRAL DEFERRED CORRECTION METHODS COLLOCATION FORMULATION AND EXPLICIT ITERATION

*Akramov Ikrom Isroil o'g'li**Buxoro davlat universiteti**Fiz -mat va AT fakulteti o'qituvchisi**Email: ikrom960623@gmail.com*

Abstract: Spectral Deferred Correction (SDC) methods are high-order iterative techniques for solving ordinary differential equations (ODEs) based on refining a low-order approximation using collocation nodes and correction sweeps. This paper outlines how to formulate the collocation problem central to SDC and describes the structure of an explicit SDC iteration. The flexibility and extensibility of SDC make it particularly suitable for solving both stiff and non-stiff initial value problems (IVPs) in scientific computing.

Аннотация: Методы спектральной отсроченной коррекции (SDC) — это итеративные методы высокого порядка для решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ), основанные на уточнении приближения низкого порядка с использованием узлов коллокации и корректирующих проходов. В данной статье изложено, как сформулировать задачу коллокации, лежащую в основе SDC, и описана структура явной итерации SDC. Гибкость и расширяемость методов SDC делают их особенно подходящими для решения как жестких, так и нежестких задач Коши (IVP) в научных вычислениях.

Annotatsiya: Spektral kechiktirib tuzatish (SDC) usullari – bu oddiy differensial tenglamalarni (ODT) yechishda past tartibli taxminiy joylashish tugunlari va tuzatish aylanishlari yordamida aniqlashtirishga asoslangan yuqori tartibli iteratsion usullardir. Ushbu maqolada SDC usulining asosiy qismi bo'lgan joylashish muammosini qanday shakllantirish mumkinligi va aniq SDC iteratsiyasi tuzilmasi bayon qilinadi. SDC usullarining moslashuvchanligi va kengaytiriluvchanligi ularni ilmiy hisoblashlarda qattiq va qattiq bo'lmagan boshlang'ich qiymat masalalarini (IVP) yechish uchun ayniqsa mos qiladi.

Introduction

Traditional time-stepping schemes like Runge-Kutta and linear multistep methods struggle to balance accuracy, computational efficiency, and ease of implementation, especially when high-order accuracy is needed. Spectral Deferred Correction (SDC) methods offer a systematic framework to enhance time-stepping accuracy by correcting a low-order approximation using information from spectral collocation points. This idea was introduced by Dutt, Greengard, and Rokhlin [1] and further extended in subsequent [2,3].

Obtaining the Collocation Problem

Consider the initial value problem (IVP):

$$\frac{dy}{dt} = f(y, t), \quad y(t_0) = y_0, \quad t \in [t_0, t_0 + \Delta t]$$

Using Picard's formulation, the solution is expressed as: $y(t) = y_0 + \int_{t_0}^t f(y(s), s) ds$

To discretize the integral over $[t_0, t_0 + \Delta t]$, select a set of $M + 1$ collocation nodes $\{t_0, t_1, \dots, t_M\}$, typically using Gauss-Lobatto or Gauss-Legendre points. The integral is approximated via spectral quadrature:

$$y(t_m) \approx y_0 + \sum_{j=0}^M Q_{mj} f(y_j, t_j)$$

Here, Q_{mj} are precomputed quadrature weights, and $y_j \approx y(t_j)$. The objective is to solve for $\{y_j\}$ that satisfy these integral approximations. Collectively, these form the collocation problem.

Explicit SDC Iteration

Instead of solving the collocation problem directly, SDC applies an iterative deferred correction approach, starting with a low-order method and refining it. Let $y_j^{(k)}$ denote the approximation at node t_j during the k^{th} sweep. The explicit SDC procedure is:

Step 1: Compute $y_j^{(0)}$ using forward Euler: $y_{j+1}^{(0)} = y_j^{(0)} + \Delta t_j f(y_j^{(0)}, t_j)$

Correction Sweeps

For $k = 0$ to $K - 1$: Compute residual: $R_j^{(k)} = y_0 + \sum_{m=0}^j Q_{jm} f(y_m^{(k)}, t_m) - y_j^{(k)}$

Step 3: Update: $y_j^{(k+1)} = y_j^{(k)} + R_j^{(k)}$ and repeat until a desired residual reached

Conclusion

Spectral Deferred Correction methods reformulate an initial value problem into a collocation system and solve it iteratively. By using collocation points and correction sweeps, SDC enables high-order accuracy with modular implementations. Explicit SDC methods are particularly efficient for non-stiff systems and form a foundation for advanced implicit and parallel-in-time solvers.

References

1. Dutt, A., Greengard, L., & Rokhlin, V. (2000). Spectral Deferred Correction Methods for Ordinary Differential Equations. BIT Numerical Mathematics.
2. Minion, M. (2003). Semi-implicit spectral deferred correction methods for ordinary differential equations. Communications in Mathematical Sciences.
3. Emmett, M., & Minion, M. (2012). Toward an efficient parallel in time method for partial differential equations. Communications in Applied Mathematics and Computational Science.

ЗАДАЧА ДЛЯ ПСЕВДОПАРАБОЛИЧЕСКИХ ИНТЕГРО – ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ОДНОРОДНЫМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ

Б. Р. Абдуллаев

(докторант, Институт математики имени В. И. Романовского
Академии наук Республики Узбекистан)

В области $D_T = \{(x, t): 0 < x < 1, 0 < t \leq T\}$, рассмотрим псевдопараболического уравнения третьего порядка с классическими краевыми условиями:

$$u_t(x, t) - \alpha(t)u_{txx}(x, t) - \beta(t)u_{xx}(x, t) = \int_0^t K(t - \tau) \cdot u(x, \tau) d\tau + f(x, t) \quad (1)$$

начальным условием

$$u(x, 0) = \varphi(x) \quad (0 \leq x \leq 1), \quad (2)$$

и граничными условиями

$$u(0, t) = u(1, t) = 0 \quad (0 \leq t \leq T), \quad (3)$$

где $\alpha(t) > 0, \beta(t) > 0, f(x, t), \varphi(x)$ -заданные функции.

Определение. Под классическое решение прямой задачи (1) – (3) будем понимать функцию $u(x, t)$, из класса

$$u(x, t) \in C_{x,t}^{2,1}(D_T) \cap C(\overline{D_T}).$$

Для нахождения решения задачи (1) – (3) используем метод Фурье. Будем искать нетривиальное решение этой задачи в форме $u(x, t) = X(x) \cdot T(t)$. Подставляя эту формулу решения в уравнение и краевые условия, получим задачу для нахождения собственной функции $X(x)$:

$$X''(x) + \lambda X(x) = 0, \quad 0 < x < 1, \quad (4)$$

$$X(0) = X(1) = 0. \quad (5)$$

Задача (4) – (5) имеет собственные значения

$$\lambda_k = (\pi k)^2, \quad k = 0, 1, \dots,$$

и собственные функции

$$X_k(x) = C \cdot \sin(\pi kx).$$

Собственные функции $X_k(x)$ при $k > 0$ полна и ортогональны к $L_2(0,1)$. Если $C = \sqrt{2}$, $X_k(x)$ будет ортонормированный функции.

Функция $T(t)$ является решением уравнения

$$T'_k(t) + \alpha(t) \cdot \lambda_k \cdot T'_k(t) + \beta(t) \cdot \lambda_k \cdot T_k(t) = F_k(t, \tau, f, T), \quad (6)$$

$$T_k(0) = \varphi_k. \quad (7)$$

Задача (6) – (8) решение

$$T_k(t) = \varphi_k \cdot \exp \left\{ - \int_0^t \frac{\beta(s) \cdot \lambda_k ds}{1 + \alpha(s) \cdot \lambda_k} \right\} + \int_0^t \frac{f_k(\tau)}{1 + \lambda_k \cdot \alpha(\tau)} \cdot \exp \left\{ - \int_\tau^t \frac{\beta(s) \cdot \lambda_k ds}{1 + \alpha(s) \cdot \lambda_k} \right\} d\tau \\ + \int_0^t \int_0^\tau \frac{K(\tau - \eta) \cdot T_k(\eta)}{1 + \alpha(\eta) \cdot \lambda_k} \cdot \exp \left\{ - \int_0^t \frac{\beta(s) \cdot \lambda_k ds}{1 + \alpha(s) \cdot \lambda_k} \right\} d\eta d\tau. \quad (8)$$

Мы ищем решение уравнения в виде следующего ряда

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} X_k(x) \cdot T_k(t). \quad (9)$$

Теорема. Если функция $\varphi(x) \in C^3[0,1]$, $f(x, t) \in C[0,1]$, удовлетворяет следующим условиям

$$\varphi(0) = \varphi(1) = 0, \quad \varphi''(0) = \varphi''(1) = 0, \\ f(0, t) = f(1, t) = 0,$$

то функция $u(x, t)$, определяемая формулой (9), является решением задач (1) – (3) в замкнутой области $\bar{D}_T$.

Литература

1. Ablabekov B. Inverse problems for third order differential equations. \emph{Saarbrücken}, 2013.

ОБОДНОЙ ЛОКАЛЬНЫЕ КРАЕВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ НАГРУЖЕННОГО УРАВНЕНИЯ ПАРАБОЛО - ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА, ВЫРОЖДАЮЩЕГОСЯ ВНУТРИ ОБЛАСТИ

Жураев Фуркат Мухитдинович

БухГУ старший преподаватель кафедры

Дифференциальные уравнения

Annotatsiya. Ushbu maqola soha ichida buziladigan yuklangan parabolik - giperbolik tipdagi tenglama uchun lokal chegaraviy masalani qo'yish va o'rganishga bag'ishlangan.

Аннотация. В данной работе посвящена постановке и исследованию локальных краевых задач для нагруженного уравнения параболо - гиперболического типа, вырождающегося внутри области.

Annotation. This paper is devoted to the formulation and study of local boundary value problems for a loaded parabolic-hyperbolic equation that degenerates inside a domain.

Kalit so'zlar: buzilish bilan yuklangan tenglama, umumiy yechimning tasviri, energiya integrali usuli, ekstremum printsiipi.

Ключевые слова:нагруженное уравнение с вырождением, представление общего решения, метод интегралов энергии, принцип экстремума.

Key words: loaded equation with degeneracy, representation of the general solution, method of energy integrals, extremum principle.

Краевые задачи для вырождающегося нагруженного уравнения смешанного типа второго порядка исследовались сравнительно мало. Отметим работы Р.Р.Ашурова и С.З.Жамалова [1], Б.И.Исломов и Ф.М.Жураева [2].

Рассмотрим уравнение

$$0 = \begin{cases} u_{xx} - |x|^p u_y - \rho_j u(x, 0), & (x, y) \in \Omega_j^+, \\ u_{xx} - (-y)^m u_{yy} + \mu_j u(x, 0), & (x, y) \in \Omega_j^-, \end{cases} \quad (1)$$

где m, p, ρ_j, μ_j ($j=1, 2$) – любые действительные числа, причем

$$m < 0, p > 0, \rho_j > 0, \mu_j > 0, (j=1, 2). \quad (2)$$

Пусть Ω – ограниченная $S_j: |x|=1, 0 < y < 1, S_3: 0 < x < 1,$

$S_4: -1 < x < 0, y=1,$

$$\Gamma_j: |x| - \frac{2}{2-m}(-y)^{\frac{2-m}{2}} = 0, \Gamma_{j+2}: |x| + \frac{2}{2-m}(-y)^{\frac{2-m}{2}} = 1, y \leq 0,$$

здесь и далее $x \geq 0$, при $j=1, x \leq 0$, при $j=2$ причем $m < 0, 2\beta = \frac{m}{m-2},$

$$0 < \beta < \frac{1}{2}, 0 < p - 2\beta < 1 \quad (3)$$

Задача L. Найти функцию $u(x, y)$, обладающую следующими свойствами: 1)

$$u(x, y) \in C(\bar{\Omega}) \cap C^1(\Omega) \cap C_{x,y}^{2,1}(\Omega_1^+ \cup \Omega_2^+) \cap C^2(\Omega_1^- \cup \Omega_2^-);$$

2) $u(x, y)$ является регулярным решением уравнения (1) в областях Ω_j^+ и Ω_j^- ($j=1, 2$)

; 3) $u(x, y)$ удовлетворяет краевым условиям

$$u|_{S_j} = \varphi_j(y), 0 \leq y \leq 1, (4) u|_{\Gamma_1} = g_1(x), 0 \leq x \leq \frac{1}{2}, u|_{\Gamma_4} = g_2(x), -1 \leq x \leq -\frac{1}{2}; \quad (5)$$

где $\varphi_1(y), \varphi_2(y), g_1(x), g_2(x)$ – заданные функции, причем $g_2(-1) = \varphi_2(0),$

$$\varphi_j(y) \in C[0, 1] \cap C^1(0, 1), \quad (6)$$

$$g_1(x) \in C^1\left[0, \frac{1}{2}\right] \cap C^3\left(0, \frac{1}{2}\right), g_2(x) \in C^1\left[-1, -\frac{1}{2}\right] \cap C^3\left(-1, -\frac{1}{2}\right). \quad (7)$$

Теорема. Если выполнены условия (2), (3), (6) и (7), то в области Ω решение задачи L существует и единственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dzhamalov S.Z., Ashurov R.R. On a nonlocal boundary-value problem for second kind second-order mixed type loaded equation in a rectangle // "Uzbek Mathematical Journal". 2018. №3. pp. 63-72.
2. Исломов Б., Жураев Ф. Локальные краевые задачи для нагруженного уравнения параболо-гиперболического типа, вырождающегося внутри области // "Уфимский математический журнал". Том 14. № 1(2022). С.41-56

BIR O'LCHOVLI ARALASH PARABOLO-GIPERBOLIK TIPDAGI MODEL TENGLAMA UCHUN TESKARI MASALA

Merajova Shahlo Berdiyevna

f.-m.f.b.f.d.(PhD), dotsent

Buxoro davlat universiteti

Differensial tenglamalar kafedrasi dotsenti

Merajov Nursaid Ikrom o'g'li

Buxoro davlat universiteti

tayanch doktorant

Sultanova Dilafr'o'z Xolmurzayevna

Buxoro davlat universiteti

Differensial tenglamalar kafedrasi o'qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada aralash parabolo-giperbolik tipdagi bir o'lchovli model tenglama uchun to'rtburchak sohada teskari masalaning qo'yilishi va yechilishi ko'rsatilgan.

Аннотация. В данной работе приводится постановка и решение обратной задачи в прямоугольной области для одномерного модельного уравнения смешанного парабола-гиперболического типа.

Annotation. This paper presents the formulation and solution of the inverse problem in a rectangular domain for a one-dimensional model equation of mixed parabolic-hyperbolic type.

Kalit so'zlar: masalaning qo'yilishi, korrekt qo'yilgan masala, tog'ri masala, teskari masala, aralash tipdagi tenglama, xos sonlar, xos funksiyalar.

Ключевые слова: постановка задач, корректна поставленная задача, прямая задача, обратная задача, уравнения смешанного типа, собственные значения, собственные функции.

Key words: state of the problem, correct stated problem, direct problem, inverse problem, mixed type equation, eigen value, eigen function.

Ushbu maqolada bir o'lchovli aralash parabolo-giperbolik tipdagi bitta model tenglama uchun to'rtburchak sohada teskari masalaning qo'yilishi va uning yechilishi haqida ma'lumot berilgan.

Aralash tipdagi tenglamalar uchun chegaraviy masalar nazariyasi xususiy hosilali differensial tenglamalar nazariyasining asosiy bo'limlaridan biri bo'lib, amaliy xarakterga ega ko'plab muhim masalalarini hal qilishda uchraydi. Aralash tipdagi tenglamalar uchun to'g'ri va teskari masalalar ma'lum bir tipdagi tenglamalar uchun berilgan masalalarga qaraganda nisbatan kamroq o'rganilgan, masalan [3]- [5] va boshqalar..

$D := \{ (x, t); 0 < x < l, -t_2 < t < t_1 \}$ sohada, bu yerda t_2 va t_1 – berilgan sonlar, aralash parabolo-giperbolik tipdagi tenglamani qaraymiz:

$$Lu = \begin{cases} u_t - \lambda^2 u_{xx} = f(x)g(t), & t > 0, \\ u_{tt} - \lambda^2 u_{xx} = f(x)g(t), & t < 0. \end{cases} \quad (1)$$

Bu tenglama uchun quyidagi masalani qo'yamiz:

Masala. D sohada

$$u(x; t) \in C(\overline{D}) \cap C^1(D) \cap C_{x,t}^{2,1}(D_+ \cup \{t = t_1\}) \cap C^2(D_- \cup \{t = -t_2\}), \quad (2)$$

$$f(x) \in C(0; l), \quad (3)$$

$$Lu(x, t) = f(x)g(t), (x, t) \in D_+ \cup D_-, \quad (4)$$

$$u(0, t) = u(l, t) = 0, \quad -t_2 \leq t \leq t_1, \quad (5)$$

$$u(x, -t_2) = \varphi(x), \quad 0 \leq x \leq l, \quad (6)$$

$$u(x, t_1) = \psi(x), \quad 0 \leq x \leq l, \quad (7)$$

$$u(x, 0-0) = u(x, 0+0), \quad u_t(x, 0-0) = u_t(x, 0+0) \quad (8)$$

shartlarni qanoatlantiruvchi $u(x, t)$ va $f(x)$ funksiyalarni toping, bu yerda $g(t)$, $\varphi(x)$ va $\psi(x)$ – berilgan yetarlicha silliq funksiyalar bo‘lib, $\phi(0) = \phi(l) = 0$, $\psi(0) = \psi(l) = 0$, $D_+ = D \cap \{t > 0\}$, $D_- = D \cap \{t < 0\}$.

Ushbu masalani yechish uchun o‘zgaruvchilarni ajratish, ya’ni Furiye usulidan foydalandik [1], [2]. Bu usuldan xususiy hosilali differensial tenglamalarga qo‘yilgan aralash masalalarning yechimlarni qurishda qo‘llaniladi.

Adabiyotlar

1. Романов В.Г. Обратные задачи математической физики. М. «Наука», 1984, 264стр.
2. Тихонов А.Н. Самарский А.А. Уравнение математической физики. М. «Наука», 1972, 724с.
3. Сабитов К.Б. Нелокальная задача для неоднородного уравнения парабола-гиперболического типа в прямоугольной области // Мат. заметки. 2011. Т. 89, № 4. С. 596–602.
4. Сабитов К.Б., Сафин Э.М. Обратная задача для уравнения смешанного парабола-гиперболического типа в прямоугольной области // Изв. вузов. Математика. 2010. № 4. С. 55–62.
5. Дурдиев Д.К., Меражова Ш.Б. О решении обратных задач для уравнения смешанного парабола-гиперболического типа: одномерный случай. // Научный вестник Бухарского Государственного Университета. – 2015. № 2, –С. 2-6.

THE PROBLEM OF DETERMINING THE KERNEL IN THE TIME FRACTIONAL WAVE EQUATION

Subhonova Ziyoda Anvar qizi

Phd student of Bukhara branch of the institute of Mathematics named after V.I.Romanovskiy at the Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan.

Abstract. In this article, the inverse problem of determining the convolution kernel in the time-fractional wave equation with Caputo derivative is studied. In order to solve a direct problem, which is the Cauchy problem, a fundamental solution of this equation is constructed and the properties of this solution a functions. Using the asymptotic expansion formulas for the fundamental solution and the successive approximation method solvability of the direct problem in the space of continuous we prove the unique solvability of the problem posed in the space of continuous functions. For investigating inverse problem we obtain equivalent problem for original problem. After that, auxiliary problem is reduced equivalent integral equations system. Existence and uniqueness of the solution of the integral equations are proved using a contraction mapping in the space of continuous functions with weight norms. Finally, using the equivalency, the existence and uniqueness of classical solution is obtained.

Key words: integro-differential equation, Caputo fractional derivative, Cauchy problem, inverse problem, Fox's H-function, Banach's theorem.

We consider the time-fractional diffusion-wave equation with convolution integral

$$(c_{D_t^\alpha} u)(x, t) - u_{xx}(x, t) = \int_0^t k(\tau) u(x, t - \tau) d\tau + f(x, t), \quad (x, t) \in D_T, \quad (1)$$

the solution of which satisfies the initial conditions

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad u_t(x, 0) = \psi(x), \quad x \in \mathbb{R} \quad (2) \quad \text{where}$$

$1 < \alpha < 2$, $c_{D_t^\alpha}$ -is Caputo fractional derivative, that is

$$c_{D_t^\alpha} u(x, t) = \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)} \frac{\partial}{\partial t} \int_0^t (t-s)^{-\alpha+1} u_s(x, s) ds - t^{-\alpha+1} \frac{u_t(x, 0)}{\Gamma(2-\alpha)}. \quad [1]$$

is defined by the formula, $D_T := \{(x, t) : x \in R, t \in (0, T]\}$. In (1) and (2) $\varphi(x)$, $\psi(x)$, $f(x, t)$ are given smooth functions. For the given function $k(t)$ $t \in [0, T]$, we will call the problem of finding the function $u(x, t)$, $(x, t) \in D_T$ from the equations (1) and (2) as **Direct problem**.

Definition. A function $u(x, t)$ is called a classical solution to the Cauchy problem (1), (2) if:

(i) $u(x, t)$ is twice continuously differentiable in x for each $t > 0$;

(ii) for each $x \in \mathbb{R}$ $u(x, t)$ is continuously differentiable in (x, t) on $\mathbb{R} \times [0, T]$, and the fractional integral

$$(I_{0+}^{2-\alpha} u)(x, t) = \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)} \int_0^t (t-\tau)^{-\alpha+1} u_t(\tau, x) d\tau$$

is continuously differentiable in t for $t > 0$;

(iii) $u(x, t)$ satisfies the equation and initial conditions.

Let's formulate the **Inverse problem** with the following form: find the function $k(t)$, $t \in [0, T]$, in (0.1), if $u(x, t)$ the solution to the Cauchy problem (1), (2) satisfies the condition

$$u|_{x=0} = g(t), \quad t \in [0, T], \quad (3)$$

where $g(t)$ is given function, that satisfies the matching conditions

$$\varphi(0) = g(0), \quad \psi(0) = g'(0). \quad (4)$$

Solution to problem (1)-(2)

$$u(x, t) = u_0(x, t) - \int_0^t \int_{-\infty}^{\infty} Y(x-\xi, t-\tau) \int_0^{\tau} k(\zeta) u(\xi, \tau-\zeta) d\zeta d\xi d\tau, \quad [2] \quad (5)$$

where

$$u_0(x, t) = \int_{-\infty}^{\infty} Z_1(x-\xi, t) \varphi(\xi) d\xi + \int_{-\infty}^{\infty} Z_2(x-\xi, t) \varphi(\xi) d\xi \psi(\xi) d\xi + \int_0^t \int_{-\infty}^{\infty} Y(x-\xi, t-\tau) f(\xi, \tau) d\xi d\tau. \quad (6)$$

where

$$Z_j(x, t) = \frac{t^{j-1}}{(\pi)^{\frac{d}{2}} |x|^d} H_{1,2}^{2,0} \left[\frac{|x|^2}{4t^\alpha} \middle| \begin{matrix} (j, \alpha) \\ (\frac{d}{2}, 1), (1, 1) \end{matrix} \right], \quad j = 1, 2,$$

$$Y(x, t) = \frac{1}{(\pi)^{\frac{d}{2}} |x|^d} t^{\alpha-1} H_{1,2}^{2,0} \left[\frac{|x|^2}{4t^\alpha} \middle| \begin{matrix} (\alpha, \alpha) \\ (\frac{d}{2}, 1), (1, 1) \end{matrix} \right].$$

Lemma. If $k(t) \in C[0, T]$, $f(x, t) \in C_b(\bar{D}_T)$, $\varphi(x) \in C_b^{l+1}(\mathbb{R})$ (where $l > \frac{2-\alpha}{\alpha}$), $\psi(x) \in C_b(\mathbb{R})$, then there exists a unique solution to the direct problem such that $u(x, t) \in C_b^{2,\alpha}(D_T)$.

Theorem. If $f \in C_b^2(\bar{D}_T)$, $\varphi(x) \in C_b^2(\mathbb{R})$, $\psi(x) \in C_b^2(\mathbb{R})$, $g(t) \in C^3([0, T])$, and the conditions of agreement $\varphi(0) = g(0) \neq 0$, $\psi(0) = g'(0)$. Then for any $T > 0$ on the interval $[0, T]$ there is a unique solution to the inverse problem (1)-(3), such that $k(t) \in C[0, T]$.

References

1. A.A. Kilbas, H.M. Srivastava, J.J. Trujillo, *Theory and application of fractional differetial equations*, North-Holland Mathematical Studies, Amsterdam: Elsevier, 2006.
- 2.7 A.N. Kochubei. Cauchy problem for fractional diffusion-wave equations with variable coefficients, *Appl. Anal. Int. J.* 93 (2014).
3. Z. A. Subhonova, A. A. Rahmonov. "Problem of Determining the Time Dependent Coefficient in the Fractional Diffusion-Wave Equation Lobachevskii Journal of Mathematics, 2022, Vol. 43, No. 3, pp. 687-700.

O'ZGARUVCHAN KOEFFITSIYENTLI KASR DIFFUZIYA TO'QIN TARQALISH TENGLAMASI UCHUN BOSHLANG'ICH CHEGARAVIY MASALA

Turdiyev Halim Hamroyevich

Buxoro davlat universiteti

differensial tenglamalar kafedrası dotsenti,

Jo'raqulova Aziza Iftixor qizi

Buxoro davlat universiteti magistranti

hturdiyev@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu ishda o'zgaruvchan koefitsiyentli kasr diffuziya tor majburiy tebranish tenglamasi uchun boshlang'ich chegaraviy masala o'rganildi. Masalani tadqiq etishda Fur'e usulidan foydalanildi. Boshlang'ich chegaraviy masalaning yechimi mavjudligi va yagonaligi isbotlandi.

Abstract. In this work, we investigated the initial boundary value problem for the forced oscillation equation of fractional diffusion with variable coefficients. The Fourier method was used in the study of the problem. Proven existence and uniqueness of the solution of the initial boundary value problem.

Аннотация. В данной работе мы исследовали начальную краевую задачу для уравнения вынужденных колебаний дробной диффузии с переменными коэффициентами. В исследовании проблемы был использован метод Фурье. Доказано существование и единственность решения начальной краевой задачи.

Tayanch so'zlar. Kasr hosila, Caputa kasr operator, to'liq tenglamasi, Fur'e usuli, mavjudlik, yagonalik.

Key words. Fractional derivative, Caputa fractional operator, wave equation, Fourier method, existence, uniqueness.

Ключевые слова. Дробная производная, дробный оператор Капуты, волновое уравнение, метод Фурье, существование, единственность.

Ushbu ishda ishqalanish va tashqi kuch ta'sirida tebranayotgan tor kasr to'liq tarqalish tenglamasi uchun D sohada

$$\frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial t^2} + D_t^\alpha u(x, t) = a^2 \frac{\partial^2 u(x, t)}{\partial x^2} + q(t)u(x, t) + f(x, t), \quad (1)$$

boshlang'ich shartlar

$$u(x, t)|_{t=0+} = \varphi(x), \quad \left. \frac{\partial u(x, t)}{\partial t} \right|_{t=0+} = \psi(x), \quad (2)$$

va chegaraviy shartlari

$$u(x, t)|_{x=0} = h_1(t), \quad u(x, t)|_{x=l} = h_2(t) \quad (3)$$

bilan berilgan (1)-(3) boshlang'ich chegaraviy masalani qaraymiz. Bu yerda

$D = \{(x, t): x \in (0, l), t > 0\}$, $\varphi(x)$, $\psi(x)$, $f(x, t)$, $h_1(t)$ va $h_2(t)$, $q(t)$ – berilgan yetarlicha silliq funksiyalar, D_t^α bu yerda - Kaputo ma'nosidagi vaqt kasr differensial operator va $0 < \alpha < 1$, $a > 0$ - o'zgarmas sonlar. Kaputo ma'nosidagi $0 < \alpha < 1$ tartibli vaqt bo'yicha kasr differensial operator [1], [2]. Bu masalada $\frac{\partial u(x, t)}{\partial t}$ ishqalanish o'rniga $D_t^\alpha u(x, t)$ kasr ishqalanish ishlatilgan. Demak, doimiy umumlashgan ishqalanish doimiysini ifodalaydi.

Kasr tartibli hosila va integrallar so'nggi yillarda katta e'tiborni tortdi. Kasr tartibli hosilalar fanning turli sohalarida keng qo'llaniladi [2]-[7].

(1)-(3) boshlang'ich chegaraviy masalani Fur'e metodi yordamida tadqiq etilgan. Fur'e metodi orqali (1)-(3) boshlang'ich chegaraviy masalani tadqiq etishda berilgan funksiyalarga masala yechimi mavjud bo'lishi uchun sillqlik shartlari talab etilgan, shundan so'ng (1)-(3) boshlang'ich chegaraviy masalaning $u(x, t) \in C^{2,2}(D)$ sinfga tegishli yechimi mavjudligi va yagonaligi isbotlangan.

1. A.A. Kilbas, H.M. Srivastava, J.J. Trujillo, Theory and applications of fractional differential equations, in: North-Holland Mathematical Studies, vol. 204, Elsevier (North-Holland) Science Publishers, Amsterdam, 2006.
2. I. Podlubny, Fractional Differential Equations, Acad. Press, San Diego etc., 1999.
3. R. Hilfer, "On fractional relaxation", Fractals, Vol. 11 (February 2003) 251-257.
4. F. Mainardi, "Fractional Relaxation-Oscillation and Fractional Diffusion-Wave Phenomena", Chaos, Solitons and Fractals, Vol. 7, No. 9, pp. 1461-1477, 1996.

INITIAL AND BOUNDARY PROBLEM FOR FRACTIONAL PSEUDO-INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATION

Elmuradova Hilola Botirovna

PhD student Bukhara State University

Abstract. In this work, Initial and boundary problem for fractional pseudo-integro-differential equation is studied.

Keywords: fractional pseudo-diffusion equation, Fox function, Wright function, Laplace transform

Аннотация. В данной работе исследуется задача с начальными и граничными условиями для дробного псевдоинтегро-дифференциального уравнения.

Ключевые слова: Дробное псевдодиффузионное уравнение, функции Фокса, функции Райта, преобразование Лапласа

Annotatsiya. Ushbu ishda kasr psevdointegro-differensial tenglama uchun boshlang'ich va chegaraviy masalasi o'rganilgan.

Kalit so'zlar: Kasr psevdodiffuziya tenglamasi, Foks funktsiyasi, Rayt funktsiyasi, Laplas almashtirishi

We consider the fractional pseudo-diffusion equation in domain

$$Q_T := \{(x, t): 0 < x < 1, 0 < t \leq T\}$$

$$u_t(x, t) - \partial_t^\beta u_{xx}(x, t) - u_{xx}(x, t) = \int_0^t k(t - \tau) u(x, \tau) d\tau + f(x, t), \quad (1)$$

with initial

$$u(x, 0) = \varphi(x), \quad x \in [0, 1], \quad (2)$$

and homogeneous boundary conditions

$$u(0, t) = u(1, t) = 0, \quad t \in [0, T], \quad (3)$$

where ∂_t^β is the Caputo fractional derivative of order $\beta \in (0, 1)$ in the time variable, defined by

[1]

$$\partial_t^\beta u(x, t) = \frac{1}{\Gamma(1 - \beta)} \int_0^t \frac{u_\tau(x, \tau)}{(t - \tau)^\beta} d\tau,$$

$\Gamma(\cdot)$ is the Euler's gamma function and $f(x, t)$ is a known source term and $\varphi(x)$ is a given initial temperature.

The inverse problem is as follows: it is required to determine the kernel $k(t)$ of the integral term in (1) if an over-determination condition

$$\int_0^1 \omega(x) u(x, t) dx = h(t), \quad (4)$$

is set, where $h(t)$ is a given function.

Lemma. Let $u(x, t)$ be a classical solution to the problem (1)-(3) and $k \in C_\gamma[0, T]$. Moreover, let $\int_0^1 \omega(x) \varphi(x) dx = h(0)$ and $\vartheta(x, t) = u_t(x, t)$. Then problem (1)-(4) is equivalent to the auxiliary problem of determining the functions $\vartheta(x, t)$ and $k(t)$ from the following equations

$$\vartheta_t - \frac{\partial^\beta}{\partial t^\beta} \vartheta_{xx} - \vartheta_{xx} = \varphi(x)k(t) + \int_0^t k(\tau) \vartheta(x, t - \tau) d\tau + f_t(x, t), (x, t) \in Q_T \quad (5)$$

$$\vartheta(x, 0) = \psi(x), \quad x \in [0, 1], \quad (6)$$

$$\vartheta(0, t) = \vartheta(1, t) = 0, \quad t \in [0, T], \quad (7)$$

$$\int_0^1 \omega(x) \vartheta(x, t) dx = h'(t), \quad (8)$$

where $\psi(x) = \varphi''(x) + f(0, x)$, $\frac{\partial^\beta}{\partial t^\beta}$ is the Riemann-Liouville fractional derivative of order $\beta \in (0, 1)$ in the time variable (see [1])

Let: (A1) $\psi \in C^2[0, 1]$ and $\psi'''(x) \in L^2(0, 1)$ with

$\psi(0) = \psi(1) = \psi''(0) = \psi''(1) = 0$;

(A2) $f \in C^{2,1}(\bar{Q}_T)$ and $f_{xxxx}(\cdot, t) \in L^2(0, 1)$ for any $t \in [0, T]$ with

$$f_t(0, t) = f_t(1, t) = f_{xxt}(0, t) = f_{xxt}(1, t) = 0.$$

Theorem. If functions $\psi(x)$ and $f(x, t)$ satisfy conditions of (A1), (A2), then the initial-boundary value problem (1)-(3) has a unique classical solution.

References

1. A.A. Kilbas, H.M. Srivastava, J.J. Trujillo. Theory and Applications of Fractional Differential Equations. (Elsevier, Amsterdam, (2006).

IKKITA QO'ZG'ALMAS MARKAZLARNING CHEKLANGANLIK HOLIDA AKTIV QISMLAR UCHUN ANALITIK YECHIM

Usmonov Rustamjon Isroiljonovich

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy Universiteti
magistratura talabasi, rusmonov2202@gmail.com

Annotatsiya. Ikkita qo'zg'almas markazlarning cheklanganlik holida nuqtaning harakati haqidagi variatsion masalaning oraliq tortish qismlari uchun xususiy analitik yechimlar olingan.

Аннотация. Получены частные аналитические решения для участков промежуточной тяги вариационной задачи о движении точки в случае предельного варианта двух неподвижных центров.

Annotation. Particular analytical solutions were obtained for sections of intermediate thrust of the variational problem of the motion of a point in the limited case of two fixed centers.

Kalit so'zlar: gamilton sistemasi, xususiy yechim, reaktiv kuch, bazis-vektor.

Ключевые слова: гамильтонова система, частные решения, реактивная сила, базис-вектор.

Key words: hamiltonian system, particular solution, reactive force, basis-vector.

Ikkita qo'zg'almas markazlarning cheklanganlik holida oraliq tortish qismlarida massasi o'zgaruvchi nuqta (kosmik apparat massa markazi) harakati haqidagi variatsion masala ko'rildi [1, 2]. Yonish mahsulotlari oqishining nisbiy tezligi c doimiy deb hisoblanadi. Variatsion masalaning differensial tenglamalari Gamilton ko'rinishiga ega bo'lib, sferik koordinatalar sistemasida (r, φ, θ) yozildi [1, 3]:

$$\dot{x}_i = \frac{\partial H}{\partial \lambda_i}, \quad \dot{\lambda}_i = -\frac{\partial H}{\partial x_i}, \quad H = \vec{\lambda} \left(\frac{cm}{M} \vec{\lambda} + \vec{g} \right) + \vec{\lambda}_r \vec{v} - \lambda_M m, \quad (i = 1, 2, 3, \dots, 7)$$

Bu yerda $x_i = v_i$ ($i = 1, 2, 3$), $x_4 = r$, $x_5 = \varphi$, $x_6 = \theta$, $x_7 = M$, $\vec{v}$ – biz o'rganayotgan nuqta tezligi, $M(t)$ – bu qandaydir t vaqt momentidagi massa, m – massaning sekundlardagi sarfi, $\vec{g}$ – gravitatsion tezlanish, $\vec{r}$ – nuqtaning t vaqt momentidagi holatini aniqlovchi radius vektor, $\frac{cm}{M}$ – tortish

kuchi tezlanishining kattaligi, $\vec{\lambda}_v, \vec{\lambda}_r, \lambda_7$ – tezlik $\vec{v}$, radius vektor $\vec{r}$ va massa M ga mos keluvchi Lagranj ko‘paytuvchilari.

Mavjud integrallar umumiy yechimni aniqlashga yetarli bo‘lmaydi. Levi-Chivita usulini qo‘llash xususiy yechimlar topish imkonini berdi, chunki oraliq tortish qismlari uchun ma‘lum bo‘lgan uchta integral involyutsiyada bo‘ladi [3]. Topilgan oraliq tortish (OT) qismlari markazlar chizig‘iga perpendikulyar tekisliklarda yotuvchi aylanaviy yo‘ylar hisoblanadi. Aylanalarining markazlari markazlar chizig‘ida yotadi, aylanalarining radiuslari ixtiyoriydir. Nuqta har bir aylanada oraliq tortish qismlarining holatidan kelib chiquvchi o‘zining doimiy tezligi bo‘yicha harakatlanadi. Har bir aylana uchun tortish vektori shu aylananing normali tekisligida yotadi. Olingan oraliq tortish qismlarining boshlang‘ich shartlariga bog‘liq bo‘luvchi, funksiyalar sifatida tavsiflanuvchi kattaliklar

topildi: nuqtaning trayektoriyasi $r = 2 \sqrt{\frac{\mu \sqrt{\sin\theta(3\sin^2\theta-2)}}{k}}$, tezligi $v_2^2 = \sqrt{\mu k} \frac{\cos^2\theta}{\sqrt{\sin\theta(3\sin^2\theta-2)}}$, reaktiv kuch kattaligining o‘zgarish qonuni (massaning o‘zgarish qonuni) va reaktiv kuch yo‘nalishining o‘zgarish qonuni (baza-vektorning tashkil etuvchilari) $\lambda_1 = \frac{\cos\theta}{\sqrt{3\sin^2\theta+1}}$; $\lambda_3 = \pm \frac{2\sin\theta}{\sqrt{3\sin^2\theta+1}}$. θ burchagining o‘zgarish sohasi chegaralangan:

$$54^\circ 45' < \theta < 90^\circ, \quad -54^\circ 45' < \theta < -35^\circ 16'$$

Xususiy yechimlardan birining birinchi yaqinlashish bo‘yicha turg‘unligining o‘rganilish natijalariga ko‘ra uni stabillashtirish muammosi paydo bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Лоуден Д.Ф. Оптимальные траектории для космической навигации: Пер. с англ. -М.: Мир, 1966.
2. Александров В.В., Лемак С.С., Парусников Н.А. Лекции по механике управляемых систем. Москва. МГУ, 2020, 165 с.
3. Азизов А.Г., Коршунова Н.А. Применение метода Леви-Чивита при анализе оптимальных траекторий // Космические исследования. 1979, Том.17, Вып.3, стр. 378-386.

IKKITA BUZILISH CHIZIG‘IGA EGA BO‘LGAN ARALASH TIPDAGI TENGLAMA UCHUN NOLOKAL MASALA HAQIDA

Rasulov Xaydar Raupovich,

fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent,

Buxoro davlat universiteti, O‘zbekiston Respublikasi

FA Matematika instituti Buxoro bo‘linmasi, katta ilmiy xodim

Annotatsiya. Maqolada bir xil tartibli buzilish chizig‘iga ega bo‘lgan aralash tipdagi tenglama uchun nolokal chegaraviy masala o‘rganilgan va uning yagona yechimga ega bo‘lishi isbotlangan.

Kalit so‘zlar: buzilish chizig‘i, aralash tip, nolokal masala, regular yechimi, kasr tartibli differensial operator.

Аннотация. В статье исследована нелокальная краевая задача для уравнения смешанного типа с одинаковым порядком вырождения и доказано существование её единственного решения.

Ключевые слова: линия вырождения, смешанный тип, нелокальная задача, регулярное решение, дифференциальный оператор дробного порядка.

Annotation. The article investigates a non-local boundary value problem for a mixed-type equation with the same order of degeneracy along the degeneracy line, and the existence of its unique solution is proven.

Keywords: degeneracy line, mixed type, non-local problem, regular solution, fractional-order differential operator.

Maqolada Ω sohasida ikkita buzilish chizig‘iga ega bo‘lgan

$$sgny|y|^m U_{xx} + sgnx|x|^m U_{yy} = 0, \quad m = \text{const} > 0 \quad (1)$$

aralash tipdagi tenglama uchun quyidagi nolokal masala o'rganilgan: $\Omega = \Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \Omega_3$, bunda Ω_1 sohasi $x > 0, y > 0$ joylashgan bo'lib, uchlari $B(0,1)$ va $A(1,0)$ nuqtalarda bo'lgan silliq G chiziq, Oy o'qining OB va Ox o'qining OA kesmasi, Ω_2 sohasi $y < 0$ da joylashgan bo'lib, OA kesmasi, $x + y = 0$ (OC tenglamasi) va $x^p + (-y)^p = 1$ (CA tenglamasi), Ω_3 sohasi $x < 0$ da joylashgan bo'lib, OB kesmasi, $x + y = 0$ (OD tenglamasi) va $(-x)^p + y^p = 1$ (DB tenglamasi) bilan chegaralangan, bunda $2p = m + 2$.

Ta'rif: (1) tenglamani qanoatlantiruvchi $U(x, y) \in C[\bar{\Omega}] \cap C^2[\Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \Omega_3]$ funksiya tenglamaning regulyar yechimi deyiladi.

Chegaraviy masala: (1) tenglamani quyidagi shartlarni qanoatlantiruvchi regulyar yechimini toping:

$$U|_G = \varphi(x, y), \quad (2)$$

$$D_{0x^{2p}}^{q_1}(x^{2p})^{q_2} U[\theta_1(x)] = \tau_1(x), 0 \leq x \leq p^{1/p}, \quad (3)$$

$$D_{0y^{2p}}^{q_1}(y^{2p})^{q_2} U[\theta_2(y)] = \tau_2(y), 0 \leq y \leq p^{1/p}, \quad (4)$$

bunda $D_{0x^{2p}}^{q_1}[\cdot]$ – kasr tartibli differensial operator, $\theta_1(x)$ va $\theta_2(y)$ lar C va D nuqtalarning koordinatalari.

Berilgan funksiyalar $\varphi(x, y), \tau_1(x), \tau_2(y)$ hamda q_1 va q_2 larga aniq shartlar qo'yilib, nolokal masalani yagona yechimga ega bo'lishi isbotlangan.

Aytish joizki, [1] maqolada

$$sgny|y|^m U_{xx} + x^n U_{yy} = 0, \quad m, n = \text{const} > 0$$

tenglama uchun (2)-(4) masalaga o'xshash masala nolokal masala yechilgan. Uni yechish usulida m va n ko'rsatkichlar bir-biriga teng bo'la olmaydi.

Mazkur masalaning yechish usuli [1] maqolada qo'llanilgan usuldan tubdan farq qiladi. Ushbu (1)-(4) masalani yechishda qo'llanilgan usulda (1) tenglamadagi U_{xx} va U_{yy} lar oldidagi koeffitsientlar $|y|^m$ va $|x|^m$ larning daraja ko'rsatkichlari bir xil, ya'ni bir-biridan farqli bo'la olmaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Косимов Х.Н. Об одной краевой задаче со смещением для уравнения смешанного типа с двумя линиями вырождения. Тезисы докладов международной научной конференции «Вырождающиеся уравнения и уравнения смешанного типа». Ташкент, «Фан», 1993 г., с. 101.

ЗАДАЧА КОШИ ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО ТИПА ПЕРВОГО ПОРЯДКА С ПОСТОЯННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ В ОБЛАСТЯХ ТИПА СЛОЯ.

Маликов Зиядилло,

Шодиев Дилишод Сирожидинович

Самаркандский государственный

университет им. Ш. Рашидова, Самарканд, Узбекистан.

e-mail: ziyadillo@internet.ru

Аннотация. В данной работе рассматриваются решение задачи Коши в ограниченной области для систем эллиптического типа первого порядка с постоянными коэффициентами. Строится семейство регулированных решение задачи Коши, а также приведена оценка устойчивости данной задачи.

Ключевые слова: системы уравнений, эллиптический систем, интегральная формула, неограниченный область, фундаментальная решение, Задача Коши, регулированных решение, функции Карлемана.

Abstract. In this paper, the solution of the Cauchy problem in a bounded domain for first-order elliptic systems with constant coefficients is considered. A family of regulated solutions of the Cauchy problem is constructed, and estimates of the stability of this problem are given.

Key words: systems of equations, elliptic systems, integral formula, unbounded domain, fundamental solution. Cauchy problem, regulated solution, Carleman functions.

Abstrakt. Ushbu ishda o'zgaras koeffitsientli birinchi tartibli elliptik tizimlar uchun chegaralangan sohada Koshi masalasini hal qilish ko'rib chiqiladi. Koshi masalasining tartibga solinadigan yechimlari oilasi tuziladi va bu masalaning turg'unligi baholangan.

Kalit so'zlar: tenglamalar tizimlari, elliptik tizimlar, integral formula, cheklanmagan soha, fundamental yechim. Koshi masalasi, tartibga solingan yechim, Karleman funktsiyalari.

В данной работе рассматривается решение задачи Коши для системы эллиптического типа первого порядка, то есть рассматривается продолжение решение эллиптической системы первого порядка с постоянными коэффициентами по известной значению на куске границе области.

В ограниченной области Н.Н.Тархановым была доказана интегральная формула для вектор функции удовлетворяющий эллиптической системы первого порядка с постоянными коэффициентами [2].

Задача Коши для уравнение Лапласа и эллиптических систем является некорректно поставленным задачам, так как решение этих задач является неустойчивым.

В данной работе рассматривается задача Коши в постановке М.М. Лаврентьева [1]. Для решение задача Коши используется функции Карлемана [3].

Пусть граница области G состоит из гиперплоскости $y_m = 0$, и некоторой гладкой гиперповерхности S , лежащей в полуплоскости $y_m > 0, m \geq 2$.

Обозначим через $H_\rho(G)$ класс вектор функций $u(y)$, имеющих непрерывную частную производную первого порядка в G , удовлетворяющие систем эллиптического типа первого порядка с постоянными коэффициентами и непрерывную в $\bar{G} = G \cup \partial G$

Теорема. Пусть $u(y) \in H_\rho(G)$ удовлетворяющие условие

$$|u(y)| \leq 1, \quad y \in T = \partial G \setminus S$$

$$\text{Если } u_\sigma(x) = \int_S N_\sigma(y, x) u(y) ds_y, \quad x \in G$$

тогда верно следующее неравенство

$$|u(x) - u_\sigma(x)| \leq C(x) \tilde{C}(\sigma) \exp(-\alpha x_m), \quad x \in G$$

где

$$C(x) = C_\rho \int_{y_m=0} \frac{ds}{r^{m-1}}, \quad \tilde{C}(\sigma) = \begin{cases} \sigma^m, & \text{если } m = 2k + 1, k \geq 1 \\ \sigma^{m-1}, & \text{если } m = 2k, k \geq 2 \end{cases}$$

Использованная литература.

1. М.М.Лаврентьев. О некоторых некорректных задачах математического физики. // Изд.СО.АН.СССР.Новосбриск.1962г.
2. Н.Н.Тарханов. Некоторые вопросы многомерного комплексного анализа. Ин-т физики АН,СССР,Красноярск,1980.С 147-160
3. Ярмухамедов Ш.,Абдукаримов А.,Маликов З. О задаче Коши для системы эллиптического типа первого порядка. // Доклады Росс.Акад.Наук. Том 323, 1992

ПОСТАНОВКА НЕЛОКАЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА С ДРОБНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ ПО ВРЕМЕНИ

Аишуров Равшан Раджабович

Институт математики им В.И.Романовского АНРУз, д.ф.-м.н., профессор

Меражов Нурсаид Икром угли

Бухарский государственный университет

Докторант кафедры «Дифференциальные уравнения»

Аннотация. В данной работе приводится постановка нелокальной обратной задачи для параболического уравнения второго порядка с дробной производной по времени и приводится метод решения этой задачи.

Annotatsiya. Ushbu ishda vaqt bo'yicha kasr hosilali ikkinchi tartibli parabolik tenglama uchun nolokal teskari masalaning qo'yilishi va uning yechish usuli ko'rsatilgan.

Annotation. This paper presents the formulation of a non-local inverse problem for a second-order parabolic equation with a fractional time derivative and provides a method for solving this problem.

Ключевые слова: дробная производная, прямая задача, обратная задача, нелокальная обратная задача, уравнения параболического типа.

Kalit so'zlar: kasr tartibli hosila, to'g'ri masala, teskari masala, lokal bo'lmagan teskari masala, parabolik turdagi tenglamalar.

Key words: fractional derivative, direct problem, inverse problem, non-local inverse problem, parabolic type equations.

В сегодняшнее время быстро развивается изучение прямых и обратных задач для дифференциального уравнения с дробной производной (см [1],[2], [4]-[9]).

В данной работе приводится постановка и метод решения нелокальной обратной краевой задачи для параболического уравнения второго порядка, где производная порядка $\alpha \in (0,1)$ в смысле Капуто.

Рассмотрим в области $D_T = \{(x, t): 0 \leq x \leq 1, 0 \leq t \leq T\}$ следующее уравнения:

$${}^C D_t^\alpha [u(x, t)] + a_0(t) u_{xx}(x, t) + u(x, t) = f(x, t), 0 \leq x \leq 1, 0 \leq t \leq T. \quad (1)$$

где $0 < \alpha < 1$, и ${}^C D_t^\alpha [u](t) = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \int_0^t \frac{u'(\tau)}{(t-\tau)^\alpha} d\tau$ - производная Капуто порядка α .

Для этого уравнения можно поставить следующую задачу:

Задача. Найти решения уравнения (1) $u(x, t)$ и коэффициент $a_0(t)$ удовлетворяющее следующие условия:

Смешанное (начально-конечное) условие:

$$u(x, 0) + \delta u(x, T) = \varphi(x), 0 \leq x \leq 1, \delta \geq 0. \quad (2)$$

Граничные условия по x :

$$u(0, t) = h(t), \int_0^1 u(1, t) dx = 0, 0 \leq t \leq T. \quad (3)$$

Дополнительное условие:

$$u(0, t) = H(t), \quad (4)$$

т.е. мы должны найти пару $\{u(x, t), a_0(t)\}$, удовлетворя (1)-(3) и дополнительному условию (4), которое восстанавливает a_0 .

Мы сформулировали обратную задачу. Для решения этой задачи вводим вспомогательную задачу, эквивалентную исходной, применяем метод Фурье по пространственной переменной x решаем задачу. Этот метод используется при построении решений смешанных задач, поставленных дифференциальным уравнениям в частных производных [3].

Литература

6. Псху А.В. Уравнения в частных производных дробного порядка. (Fractional Partial Differential Equations), Moscow: Nauka, 2005.
7. Романов В.Г. Обратные задачи математической физики. М. «Наука», 1984, 264стр.
8. Тихонов А.Н. Самарский А.А. Уравнение математической физики. М. «Наука», 1972, 724с.
9. Ashurov, R.; Fayziev, Y. On the Nonlocal Problems in Time for Time-Fractional Subdiffusion Equations. *Fractal Fract.* **2022**, *6*, 41. <https://doi.org/10.3390/fractalfract6010041>
10. Durdiev D.K., Totieva Zh.D. On the global solvability of a multidimensional inverse problem for an equation with memory. *mat. Journ.* 2021. T. 62, No 2. Pp. 269–285.
11. Ismailov, M.I. and Cicek, M., Inverse source problem for a time-fractional diffusion equation with nonlocal boundary conditions, *Appl. Math. Model.*, 2016, vol. 40, pp. 4891–4899.
12. Ашуров Р.Р., Меражов Н.И. Об однозначной разрешимости обратной начально-краевой задачи для уравнения субдиффузии с дробной производной Капуто. ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ (Часть I) международной научно-практической конференции “Актуальные проблемы физики, математики и механики” Бухара, Узбекистан, 24-25 мая, 2023 год, стр 229-231.
13. Дурдиев Д.К., Меражова Ш.Б. Обратная задача для уравнения смешанного парабола-гиперболического типа с оператором Бесселя. *Сибирский журнал индустриальной математики (Journal of Applied and Industrial Mathematics)*. – 2022. Том 25(3), –С. 14–25.
14. Мегралиев Я.Т., Сафарова А.Н. Об одной нелокальной обратной краевой задаче для параболического уравнения второго порядка / В Вестник ЮУрГУ. Сер. Математика. Механика. Физика, 2017, том 9, номер 2, страницы 13-21.

**РЕЖИМЫ СТОХАСТИКИ, ОБОСТРЕНИЯ BLOW-UP И МЕДЛЕННОГО ВРЕМЕНИ
В ВОЛНОВОЙ ДИНАМИКЕ ПРИ САМООРГАНИЗУЮЩИХСЯ ИЛИ
ПЕРИОДИЧЕСКИХ ВОЗМУЩЕНИЯХ**

А.С.Солеев^{a)}, И.Г.Розет^{b)}, Я.Мухтаров^{c)}

Самаркандский государственный

университет имени Шарофа Рашидова, Самарканд, Узбекистан

e-mail:^{a)}asoleev@yandex.ru, ^{b)}isayrozet45@gmail.com, ^{c)}ya-muxtarov@rambler.ru

Аннотация. В работе рассматриваются неограниченные режимы обострений blow-up, при которых происходит обострение фазовых переменных, стремящихся к кругу Пуанкаре за конечное время, а также модели режимов локализации, при которых возникают наряду с режимами blow-up, не противоречия один другому, режимы локализации и стохастики в диффузионном слое на экваторе круга Пуанкаре. Даются достаточные условия для наличия blow-up режимов с обострением и условия существования режимов стохастики в некоторых моделях автоволновых и осцилляторных систем с малыми периодическими возмущениями и пространственной диффузией.

Ключевые слова. Стохастика, blow-up, гомоклиническая структура, синергетика, модели самоорганизации, солитоны, экватор круга Пуанкаре.

Abstract. The paper considers unlimited blow-up peaking regimes, in which the peaking of phase variables tending to the Poincaré circle occurs in a finite time, as well as models of localization regimes, in which, along with the blow-up regimes, localization and stochastic regimes arise in the diffusion layer at the equator of the Poincaré circle without contradicting each other. Sufficient conditions are given for the presence of blow-up regimes with peaking and conditions for the existence of stochastic regimes in some models of autowave and oscillatory systems with small periodic disturbances and spatial diffusion.

Key words: Stochastics, blow-up, homoclinic structure, synergetics, self-organization models, solitons, Poincaré circle equator.

Abstrakt. Maqolada Puankare doirasiga intilgan faza o'zgaruvchilari cho'qqisi cheklangan vaqt ichida sodir bo'ladigan blow-up rejimlari, shuningdek, blow-up rejimlari bilan bir qatorda, bir-biriga zid bo'lmagan diffuziya qatlamida lokalizatsiya va stokastik rejimlar paydo bo'ladigan lokalizatsiya rejimlari modellari ko'rib chiqiladi. Kichik davriy qo'zg'alishlar va fazoviy diffuziya bilan avtoto'lqinli va tebranish tizimlarining ayrim modellarida blow-up rejimlarining mavjudligi va stokastik rejimlarning mavjudligi uchun etarli shartlar berilgan.

Kalit so'zlar: Stokastika, blow-up, gomoklinik tuzilma, sinergetika, o'z-o'zini tashkil qilish modellari, solitonlar, Puankare doirasining ekvatori.

Для автономной системы

$$\frac{dx}{dt} = \sum_{i=1}^n P_i(x, y) \equiv \bar{P}(x, y), \quad \frac{dy}{dt} = \sum_{i=1}^n Q_i(x, y) \equiv \bar{Q}(x, y), \quad (1)$$

где $P_i(x, y)$, $Q_i(x, y)$ – однородные полиномы степени i , бесконечно-удаленную часть фазового пространства $\{x, y\}$ исследуются после преобразования Пуанкаре [1,2,3]. На экваторе круга Пуанкаре P_∞ или цилиндра Пуанкаре $P_{c,\infty}$ при некоторых условиях возникают blow-up режимы с обострением [4,5], и возникает в окрестности дуги P_∞ стохастический слой $-G_{\bar{L},\mu}$, где $\bar{L}$ сепаратрисный цикл включающий в себя и P_∞ , после малых вынужденных периодических возмущений по t посредством $\mu F_{\text{exp.}}(t, x, y)$, $0 \neq |\mu| \ll 1$ (что равносильно малой диффузии) или в силу самоорганизации самой системы.

После преобразований Пуанкаре $\left\{x = \frac{1}{z}, y = \frac{u}{z}\right\}$, где $\{z=0\}$ – экватор P_∞ , где выполнены условия (3) может быть особого типа [1,2] при $t \rightarrow \pm\infty$, когда $\{z=0\}$ – не траектория системы

$$\frac{dz}{dt} = -z^2 \bar{P}\left(\frac{1}{z}, \frac{u}{z}\right), \quad \frac{du}{dt} = z \left[\bar{Q}\left(\frac{1}{z}, \frac{u}{z}\right) - u \bar{P}\left(\frac{1}{z}, \frac{u}{z}\right) \right] \quad (2)$$

в $G[z, u]$ и, тем самым, возникают blow-up режимы с обострением, когда при $x, y \rightarrow \pm\infty$ имеем $t = t^*$ – конечные. Имеет место [6],

Теорема 1. Для системы (1) условие

$$\left. \begin{aligned} P_n(x, y) &= p_m(x, y) \cdot f(x, y), \quad Q_n(x, y) = q_m(x, y) \cdot f(x, y), \\ q_m(x, y) \cdot P_n(x, y) - p_m(x, y) \cdot Q_n(x, y) &\equiv 0 \end{aligned} \right\}. \quad (3)$$

является достаточным для наличия blow-up режимов с обострением.

Условие (3) обобщает условие данное в [2], где $p_m(x, y) = x$, $q_m(x, y) = y$, наряду с которым можно было бы взять $p_m(x, y) = y$, $q_m(x, y) = x$.

Литература

1. A.Poincaré, On the curves determined by differential equations, Journ.de Mathématiques, 7,1881; 8,1882; 1,1885; 2,1886.
2. Куклес И.С., Латипов Х.Р. // Особый тип для бесконечно удалённых особых точек. // Самарканд, Труды СамГУ, вып.19,1962.
3. Шильников Л.П., Шильников А.Л., Тураев Д.В., Чуа Х. Методы качественной теории в нелинейной динамике. Ч.1,2.-М.Ижевск, Ин-т компьютерных исследований. 2009.
4. Заславский Т.М., Стохастичность динамических систем. - М.:Наука, 1987.

5. Рабинович М.И., Трубецков Д.И. Введение в теорию нелинейных колебаний и волн. - М: Наука, 1984.

6. А.С.Солеев, И.Г.Розет, Я.Мухтаров. Образование стохастического поведения и взрывных решений в бесконечно удаленном фазовом пространстве динамических систем. // Доклады российской академии наук. Математика, информатика, процессы управления, 2025, том 522, с.56–61.

РАЗРЕШИМОСТЬ ОДНОГО КЛАССА ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ДРОБНОГО ПОРЯДКА

*Турсунов Д.А., д.ф.-м.н., профессор,
директор ВШМОП ОшГУ, Кыргызстан
Мамытов А.О., к.ф.-м.н., доцент,
зав. отд. ИТС ВШМОП ОшГУ, Кыргызстан
Орозов М.О., к.ф.-м.н., доцент,
зам. директор ВШМОП ОшГУ, Кыргызстан*

В данной статье исследуется возможность решения обратной задачи, связанной с восстановлением правой части в начально-краевой задаче для дифференциального уравнения дробного порядка. Предполагается, что значение искомого решения известно внутри области. Впервые доказаны разрешимость задачи, а также существование и единственность её решения.

Ключевые слова: обратная задача, дифференциальное уравнение дробного порядка, функция Миттаг-Леффлера, интеграл дробного порядка Римана-Лиувилля, производная дробного порядка Римана-Лиувилля.

This article examines the solvability of the inverse problem associated with reconstructing the right-hand side in an initial-boundary value problem for a fractional-order differential equation. It is assumed that the value of the sought solution is known within the domain. The solvability of the problem, as well as the existence and uniqueness of its solution, are proven for the first time.

Keywords: inverse problem, fractional-order differential equation, Mittag-Leffler function, Riemann–Liouville fractional integral, Riemann–Liouville fractional derivative.

Постановка задачи. Исследуем разрешимость следующей обратной задачи:

$$\frac{\partial^\alpha}{\partial t^\alpha} u(t, x) = a_0 \frac{\partial^{\alpha+\beta}}{\partial t^\alpha \partial x^\beta} u(t, x) + a_1(t, x)u(t, x) + \varphi(t)f(t, x) + F(t, x), \quad (t, x) \in \Omega \quad (1)$$

$$\frac{\partial^{\alpha-1}}{\partial t^{\alpha-1}} u(t, x) \big|_{t=0} = \psi_1(x), \quad \frac{\partial^{\alpha-2}}{\partial t^{\alpha-2}} u(t, x) \big|_{t=0} = \psi_2(x), \quad 0 \leq x \leq 1, \quad (2)$$

$$u(t, 0) = 0, \quad u(t, 1) = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (3)$$

$$u(t, x_0) = g(t), \quad t \in [0, T], \quad x_0 \in (0, 1), \quad (4)$$

где $0 < T$, $0 < a_0$, x_0 – заданные постоянные числа, $a_1, f, F \in C(\Omega)$, $\psi_1, \psi_2 \in C[0, 1]$, $a_1(t, x)$, $f(t, x)$, $F(t, x)$, $\psi_1(x)$, $\psi_2(x)$, $g(t)$ – заданные функций, $g \in C^\alpha[0, T]$, $\psi_1(0) = \psi_1(1) = 0$, $\frac{d^{\alpha-1}}{dt^{\alpha-1}} g(0) = \psi_1(x_0)$, $\frac{d^{\alpha-2}}{dt^{\alpha-2}} g(0) = \psi_2(x_0)$; $\varphi(t)$ и $u(t, x)$

– искомые функций,
$$\frac{\partial^\alpha}{\partial t^\alpha} u(t, x) = \frac{1}{\Gamma(2-\alpha)} \frac{d^2}{dt^2} \int_0^t \frac{u(s, x)}{(t-s)^{\alpha-1}} ds,$$

$$\frac{\partial^{\alpha+\beta}}{\partial t^\alpha \partial x^\beta} u = \frac{\partial^\alpha}{\partial t^\alpha} \left(\frac{\partial^\beta}{\partial x^\beta} u \right), \quad 1 < \alpha, \beta \leq 2.$$

Требуется восстановить функций $u \in C^{\alpha,\beta}(\bar{\Omega})$, $\varphi \in C[0, T]$ удовлетворяющие уравнению (1) и условиям (2)-(4).

Для решения поставленной задачи сначала исходная задача преобразуется в эквивалентную краевую задачу, далее решение записывается с помощью функций Грина, после чего обосновывается теорема о существовании и единственности её решения. Затем, используя методы теории обратных задач, формулируется интегральное уравнение Вольтерра второго рода, для которого также доказываются существование и единственность решения [1]-[3].

Доказана

Теорема. Если выполняется условие $\forall t \in [0, T]: \int_0^1 G(x_0, \xi) f(t, \xi) d\xi \neq 0$, то решение

обратной задачи (1)-(4) существует и единственно в классе $C^{\alpha,\beta}(\Omega) \times C[0, T]$, где

$$G(x, \xi) = \frac{1}{W(\xi)} \begin{cases} (1-\xi)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-k(1-\xi)^\alpha) x^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-kx^\alpha), & 0 \leq x \leq \xi, \\ \xi^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-k\xi^\alpha) (1-x)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-k(1-x)^\alpha), & \xi \leq x \leq 1, \end{cases} \quad W(\xi) =$$

определитель Вронского для фундаментальных решений:

$$y_1(x) = x^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-kx^\alpha), \quad y_2(x) = (1-x)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-k(1-x)^\alpha).$$

Литература

1. **Ashurov R.R., Shakarova M.D.** Inverse problem for subdiffusion equation with fractional Caputo derivative // Ufa Mathematical Journal. 2024. Vol. 16, No. 1. P. 112–126.

1. **Tursunov D.A., Kozhobekov K.G., Mamytov A.O., Tursunov E.A.** The Inverse Problem of Recovering the Kernel and the Right-Hand Side of a Fifth Order Integro-Differential Equation // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2024. Vol. 45, No. 10. P. 5295–5304. DOI: 10.1134/S1995080224601234.

2. **Tursunov D.A., Kozhobekov K.G., Mamytov A.O., Matieva B.E.** Solvability of One Class of Inverse Problem for Partial Differential Equations // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2024. Vol. 45, No. 7. P. 3453–3462. DOI: 10.1134/S1995080224601502.

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧИ ВАЛЛЕ-ПУССЕНА С НЕСТАБИЛЬНЫМ СПЕКТРОМ

Турсунов Д.А., д.ф.-м.н., профессор,
директор ВШМОП ОшГУ, Кыргызстан
Садиева А.С., аспирантка ОшГУ, Кыргызстан

Аннотация. Рассматривается задача Валле-Пуссена для системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с малым параметром при производных. Сингулярностью данной задачи заключается в том, что спектр матрицы коэффициентов линейной части системы теряет устойчивость в трех точках заданного отрезка. Цель исследования – построение асимптотики решения задачи с использованием модификации классического метода пограничных функций.

Ключевые слова: малый параметр, задача Валле-Пуссена, нестабильный спектр, классический метод погранфункций, погранслои.

Abstract. The Vallée-Poussin problem is considered for a system of first-order ordinary differential equations with a small parameter in the derivatives. The singularity of this problem lies in the fact that the spectrum of the coefficient matrix of the linear part of the system loses stability at

three points of the given interval. The aim of the study is to construct the asymptotics of the solution using a modification of the classical boundary layer method.

Keywords: small parameter, Vallée-Poussin problem, unstable spectrum, classical boundary layer method, boundary layer.

Consider the Vallée-Poussin problem [1]-[2]:

$$\varepsilon Y'(x) = A(x)Y(x) + F(x), \quad x \in [0, 1], \quad (1)$$

$$B_1 Y(0) + B_2 Y(x_0) + B_3 Y(1) = Y^0, \quad (2)$$

where $0 < \varepsilon$ is small parameter, $A(x)$ is a 3×3 matrix function with a simple spectrum, $F(x) = (f_1(x), f_2(x), f_3(x))^T$ is a given vector function, $A, F \in C^\infty[0, 1]$, $Y^0 = (y_1^0, y_2^0, y_3^0)^T$ is a given constant vector, $x_0 \in (0, 1)$, $Y(x) = (y_1(x), y_2(x), y_3(x))^T$ is the desired vector function that depends on the small scalar parameter ε , and B_1, B_2, B_3 are diagonal matrices of the form: $B_1 = \text{diag}\{1, 0, 0\}$, $B_2 = \text{diag}\{0, 1, 0\}$, $B_3 = \text{diag}\{0, 0, 1\}$, and $B_1 + B_2 + B_3 = E_3$, where E_3 is the identity matrix of order three.

Assume the following condition holds: the spectrum of the matrix function $A(x)$ is of the form: $\lambda(x) = \{-x, x_0 - x, 1 - x\}$.

The goal is to construct a uniform asymptotic expansion of the solution to the Vallée-Poussin problem on the interval $x \in [0, 1]$ as the small parameter ε tends to zero from the right.

Problem Features

1. The presence of a small parameter ε in the derivative.
2. The non-invertibility of the matrix function $A(x)$ at the points $x=0$, $x=x_0$ and $x=1$.

By assumption, ε is a small positive parameter, and the asymptotics of the solution to problem (1)-(2) are constructed as $\varepsilon \rightarrow 0$. All matrix functions in problem (1)-(2) are assumed to be sufficiently smooth. Consequently, the solution to problem (1)-(2) should also be sufficiently smooth on the interval under consideration.

However, when $\varepsilon=0$, the following degenerate equation is obtained:

$$A(x)Y(x) + F(x) = 0,$$

whose solution is non-smooth at the points $x=0$, $x=x_0$ and $x=1$. In such cases, the problem is referred to as bisingular [3]-[4].

We have proven the following theorem

Theorem. For the solution of the Vallée-Poussin problem (1)-(2) on the interval $[0, 1]$ the following asymptotic expansion holds:

$$Y(x) = \sum_{k=0}^n \varepsilon^k U_k(x) + \frac{1}{\mu} \sum_{k=0}^{2n+1} \mu^k \Pi_k(x) + O(\varepsilon^n), \quad \varepsilon \rightarrow 0.$$

where $U_n(x) = A^{-1}(x)(U'_{n-1}(x) + H_n)$, $n \in \mathbb{N}$, $H_n = -(u'_{1,n-1}(0), u'_{2,n-1}(x_0), u'_{3,n-1}(1))^T$, $\Pi_k(x) = O(1/\tau)$ $\tau \rightarrow \infty$.

References

1. Wasow W.R. Linear turning point theory. Springer-Verlag, 1985. p. 246.
2. de la Vallée-Poussin Ch. J. Sur l'équation différentielle linéaire de second ordre. Détermination d'une intégrale par deux valeurs assignées. Extension aux équations d'ordre n . J. Math. pures et appl. 8, No 2 (1929), 125-144.
3. Tursunov D., Kozhobekov K., Bekmurza uulu Y. Asymptotics of solutions of boundary value problems for the equation $\varepsilon y'' + xp(x)y' - q(x)y = f$ // *Eurasian Mathematical Journal*. – 2022. – Vol. 13. – No. 3. – P. 82–91.
4. Tursunov D.A. Asymptotic expansion of the solution of a singularly perturbed second-order ordinary differential equation with two turning points // *Bulletin of Tomsk State University. Mathematics and Mechanics*. – 2013. – No. 1 (21). – P. 34–40.

5. Tursunov D.A., Sadieva A.S., Kozhobekov K.G., Tursunov E.A. Asymptotics of the Solution of the Cauchy Problem with an Unstable Spectrum and Prolonging Loss of Stability // Lobachevskii Journal of Mathematics. 2024. Vol. 45, No. 3. Pp. 1309–1317. DOI: 10.1134/S1995080224600845

GRIN FUNKSIYASI YORDAMIDA MASALALAR YECHISH

Umarov Sanjar Sunnatovich

O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti doktoranti

Annotatsiya: maqolada Grin funksiyasi yordamida masalalar yechishda qoldiqlar nazariyasi tadbiqlaridan foydalanib hisoblangan misollardan namunalar keltirilgan.

Kalit so'zlar: Grin funksiyasi, Koshi masalasi, Koshi teoremasi, qildiqlar nazariyasi.

Аннотация: В статье приведены примеры расчетов с использованием применения теории вычетов при решении задач с использованием функции Грина.

Ключевые слова: функция Грина, задача Коши, теорема Коши, теория вычетов.

Abstract: The article provides examples of calculations using the theory of residues in solving problems using the Green's function.

Keywords: Green's function, Cauchy problem, Cauchy theorem, theory of residues.

Laplas tenglamasi uchun Dirixle masalasini yarim tekislikda yechish talab etilsin:

$$\begin{aligned}\Delta u &= 0, y > 0, & -\infty < x < +\infty, \\ u(x, 0) &= f(x), & -\infty < x < +\infty.\end{aligned}$$

Masalaning Grin funksiyasi yordamida yechilgan holini qaraymiz.

$y > 0$ yarim tekislikda Grin funksiyasining ko'rinishi quyidagicha

$$G(M, M_0) = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{1}{R_{MM_0}} - \frac{1}{2\pi} \ln \frac{1}{R_{MM_1}}.$$

bo'ladi. Agar $M_0 = M_0(x, y)$, $M = M(t, s)$, deb olsak Grin funksiyasi ko'rinishi:

$$G(x, y; t, s) = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{1}{\sqrt{(x-t)^2 + (y-s)^2}} - \frac{1}{2\pi} \ln \frac{1}{\sqrt{(x-t)^2 + (y+s)^2}}.$$

U holda berilgan masalaning yechimi

$$u(x, y) = \frac{y}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \frac{\partial G}{\partial s} \Big|_{s=0} dt.$$

$\frac{\partial G}{\partial s} \Big|_{s=0}$ hosilani hisoblaymiz

$$u(x, y) = \frac{y}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{f(t)}{(x-t)^2 + y^2} dt. \quad (1)$$

1-misol. Yuqori yarim tekislikdagi quyidagi shartni qanoatlantiradigan garmonik funksiyani topish talab etilsin:

$$\begin{aligned}\Delta u &= 0, & y > 0, & & -\infty < x < +\infty, \\ u(x, 0) &= \frac{x}{x^2 + 1}, & & & -\infty < x < +\infty.\end{aligned} \quad (2)$$

Yechilishi:

(1) asosan masalaning yechimi

$$u(x, y) = \frac{y}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{t}{(1+t^2)[(t-x)^2 + y^2]} dt.$$

Bu integralni hisoblash uchun boshqa bir usul ya'ni kompleks analizdagi qoldiqlar nazariyasidan foydalanamiz.

Xususan, quyidagi formulani qo'llaymiz:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{t dt}{(1+t^2)[(t-x)^2+y^2]} = 2\pi i [\operatorname{res} f(i) + \operatorname{res} f(x+iy)],$$

bu yerda

$$f(z) = \frac{z}{(1+z^2)[(z-x)^2+y^2]}.$$

$$\operatorname{res} f(i) = \frac{1}{2((i-x)^2+y^2)}, \quad \operatorname{res} f(x+iy) = \frac{x+iy}{2iy[1+(x+iy)^2]}$$

Demak, integralni qiymatini hisoblaymiz

$$\begin{aligned} \frac{y}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{t dt}{(1+t^2)[(t-x)^2+y^2]} &= \frac{iy}{(i-x)^2+y^2} + \frac{x+iy}{1+(x+iy)^2} = \\ &= \frac{iy}{(i-x+iy)(i-x-iy)} + \frac{x+iy}{(x+iy-1)(x+iy+1)} = \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{1}{i-x-iy} - \frac{1}{i-x+iy} \right] + \frac{1}{2} \left[\frac{1}{x+iy-1} + \frac{1}{x+iy+1} \right] = \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{1}{i(1-y)-x} - \frac{1}{i(1+y)-x} + \frac{1}{x+i(y-1)} + \frac{1}{i(1+y)+x} \right] = \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{1}{i(1+y)+x} - \frac{1}{i(1+y)-x} \right] \\ &= \frac{1}{2} \left[\frac{x-i(1+y)}{x^2+(1+y)^2} + \frac{x+i(1+y)}{x^2+(1+y)^2} \right] = \frac{x}{x^2+(1+y)^2} \end{aligned}$$

izlanayotgan yechim quyidagicha bo'ladi:

$$u(x, y) = \frac{x}{x^2 + (1+y)^2}$$

(2) masalaning yechimini Grin funksiyasiga murojaat qilmasdan ham topish mumkin.

Dirixle masalasining quyidagi shartlari bilan yechimi: ya'ni

$$\Delta u = 0, \quad y > 0$$

$$u|_{y=0} = \frac{x}{1+x^2}, \quad -\infty < x < +\infty$$

Quyidagi funktsiyani qaraymiz:

$$u = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{1}{\sqrt{x^2 + (y+a)^2}}, \quad a > 0$$

funksiya yuqori yarim tekislik ya'ni $y > 0$ da Laplas tenglamasining yechimi ekanligi (fundamental yechimligidan) ma'lum. Shuning uchun quyidagi tenglik o'rinli:

$$\Delta \ln \frac{1}{\sqrt{x^2 + (y+a)^2}} = 0$$

Bu tenglikni x bo'yicha differensiallasak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{\partial}{\partial x} \ln \frac{1}{\sqrt{x^2 + (y+a)^2}} = 0$$

yoki

$$\Delta \frac{\partial}{\partial x} \ln \frac{1}{\sqrt{x^2 + (y+a)^2}} = 0, \quad \Delta \left(\frac{x}{r^2} \right) = 0,$$

Bu yerda $r = \sqrt{x^2 + (y+a)^2}$.

$$u(x, y) = \frac{x}{x^2 + (y+a)^2}$$

Funksiya yuqori yarim tekislikda garmonik funksiyadir.

Biz qarayotgan misolda chegaraviy shartlarni hisobga olganda

$$u(x, y) = \frac{x}{x^2 + (y+1)^2}$$

Funksiya (2) Dirixle masalasining yechimi bo'ladi.

2-misol. Dirixle masalasining yechimini toping:

$$\Delta u = 0, \quad -\infty < x, y < +\infty, \quad z > 0,$$

$$u|_{z=0} = \cos x \cos y, \quad -\infty < x, y < +\infty.$$

Yechim. Ma'lumki, izlanayotgan garmonik funksiya quyidagi formula orqali topiladi:

$$u(x, y, z) = \frac{z}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{\cos \xi \cos \eta \, d\xi \, d\eta}{[(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2 + z^2]^{3/2}}.$$

Integralni hisoblash uchun $\xi - x = u, \eta - y = v$ almashtirishini bajaramiz, bunda Yakobian birga teng. Natijada quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned} u(x, y, z) &= \frac{z}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{\cos(u+x) \cos(v+y) \, du \, dv}{(u^2 + v^2 + z^2)^{3/2}} = \\ &= \frac{z}{2\pi} \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{(\cos u \cos x - \sin u \sin x)(\cos v \cos y - \sin v \sin y) \, du \, dv}{(u^2 + v^2 + z^2)^{3/2}} = \\ &= \frac{z}{2\pi} \cos x \cos y \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{\cos u \cos v \, du \, dv}{(u^2 + v^2 + z^2)^{3/2}}, \end{aligned}$$

qolgan uchta integral mos ravishda toq funksiyaning integrali bo'lganligi sababli nolga teng. Endi qolgan integralni hisoblaymiz:

$$\begin{aligned} J &= \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{\cos u \cos v \, du \, dv}{(u^2 + v^2 + z^2)^{3/2}} = \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{\cos(u+v) + \sin u \sin v}{(u^2 + v^2 + z^2)^{3/2}} \, du \, dv \\ &= \iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{\cos(u+v)}{(u^2 + v^2 + z^2)^{3/2}} \, du \, dv, \end{aligned}$$

chunki boshqa integral nolga teng.

Bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchilarni quyidagicha almashtiramiz:

$$p = \frac{1}{\sqrt{2}}(u + v), \quad q = \frac{1}{\sqrt{2}}(u - v),$$

bu tekislikni soat strelkasi bo'yicha 45° ga burishga mos keladi. Shunda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\iint_{-\infty}^{+\infty} \frac{\cos(\sqrt{2}p)}{(p^2 + q^2 + z^2)^{3/2}} \, dp \, dq = \int_{-\infty}^{+\infty} \cos(\sqrt{2}p) \, dp \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{(p^2 + q^2 + z^2)^{3/2}} \, dq.$$

Ammo

$$J_1 = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{(p^2 + q^2 + z^2)^{3/2}} \, dq$$

integral $q = \sqrt{p^2 + z^2} \operatorname{tg} t$ almashtirish orqali

$$J_1 = \int_{\{-\frac{\pi}{2}\}}^{\{\frac{\pi}{2}\}} \frac{|\cos t| \, dt}{p^2 + z^2} = \frac{2}{p^2 + z^2}.$$

ko'rinishga keladi.

Demak, integral

$$J = 2 \int_{\{-\infty\}}^{\{+\infty\}} \frac{\cos(\sqrt{2}p)}{p^2 + z^2} \, dp$$

Qoldiqlar nazariyasidagi Koshi teoremasi bo'yicha hisoblanganda quyidagiga teng:

$$\begin{aligned} J &= 2 \operatorname{Re} \int_{\{-\infty\}}^{\{+\infty\}} \frac{e^{\{i\sqrt{2}\}p}}{p^2 + z^2} \, dp = 4\pi i \operatorname{res} \frac{e^{\{i\sqrt{2}\}p}}{p^2 + z^2} \Big|_{\{p=zi\}} = \\ &= 4\pi i \cdot \frac{e^{\{-z\sqrt{2}\}}}{2zi} = \frac{2\pi}{z} e^{\{-z\sqrt{2}\}}. \end{aligned}$$

Demak, yechim:

$$u(x, y, z) = e^{\{-z\sqrt{2}\}} \cos x \cos y.$$

Izoh:

$$\frac{y}{(t-x)^2 + y^2} = \operatorname{Re} \frac{1}{i(t-z)}, z = x + iy,$$

Puasson formulasi (1) formulasini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$u(z) = \operatorname{Re} \frac{1}{\pi i} \int_{\{-\infty\}}^{\{+\infty\}} \frac{u(t)}{t-z} dt \quad (3)$$

Endi quyidagi Dirixle masalasini ko'rib chiqamiz:

$$\Delta u = 0, \& -\infty < x < +\infty, y > 0,$$

$$u|_{y=0} = R(x), -\infty < x < +\infty$$

bu yerda $R(z)$, ratsional funksiya haqiqiy, haqiqiy o'q ustida qutblarga ega emas va $z \rightarrow \infty$, $R(x) \rightarrow 0$ bo'ladi. Dirixle masalasining (3) ga binoan yechimi quyidagicha:

$$u(z) = \operatorname{Re} \frac{1}{\pi i} \int_{\{-\infty\}}^{\{+\infty\}} \frac{R(t)}{t-z} dt$$

Bu integral qoldiqlar nazariyasidagi Koshi teoremasi bo'yicha quyidagicha hisoblanadi:

$$u(z) = -2\operatorname{Re} \sum_{\{Im \zeta_k < 0\}} \operatorname{res}_{\zeta=\zeta_k} \frac{R(\zeta)}{\zeta-z} \quad \{4\}$$

Bu yerda qoldiq $R(z)$ funksiyani barcha pastki yarimtekislikda yotgan qutblari bo'yicha olinadi.

Adabiyotlar ro'yxati

- 1.Тихонов А.Н.,Самарский А.А. Уравнения математической физики. М. "Наука".1972.
- 2.Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М. "Наука".1988
- 3.Бицадзе А.В. Уравнения математической физики. М. "Наука".1982.
- 4.Салоҳиддинов М. Математик физика тенгламалари.Т. "Ўзбекистон".2002.
5. Смирнов М.М. Задачи по уравнениям математической физики. М. "Наука".1975

*Section 3: Modern problems of
algebra and geometry*

РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ МОНЖА-АМПЕРА В МНОГОСВЯЗНОЙ ОБЛАСТИ
СО ВТОРЫМ КРАЕВЫМ УСЛОВИЕМ*Ибодуллаева Нафиса Мухитдиновна**Навоийский Государственный Университет**Узбекистан, г. Навои, улица Ибн Сина, дом-45, индекс почты 210100**e-mail: nafisa.28.02.1991@mail.ru*

Аннотация. В работе рассматривается задача о существовании решения уравнения Монжа-Ампера со вторым краевым условием в многосвязной области. Используется понятие обобщенной внешней кривизны поверхности.

с Ushbu maqolada Monj-Amper tenglamasining ikkinchi chegaraviy sharti bilan ko'pbog'lamli sohada yechimi mavjudligi masalasi ko'rib chiqiladi. Umumlashgan tashqi egrilik tushunchasidan foydalaniladi.

Abstract. This paper addresses the existence of a solution to the Monge-Ampère equation with the second boundary condition in a multiply connected domain. The notion of generalized extrinsic curvature of a surface is used.

Ключевые слова: уравнение Монжа-Ампера, обобщенная внешняя кривизна, выпуклая поверхность, многосвязная область, второе краевое условие.

Kalit so'zlar: Monj-Amper tenglamasi, umumlashgan tashqi egrilik, qavariq sirt, ko'pbog'lamli soha, ikkinchi chegaraviy shart.

Keywords: Monge-Ampère equation, generalized extrinsic curvature, convex surface, multiply connected domain, second boundary condition.

Под вторым краевым условием понимается задание предельного конуса выпуклой поверхности, являющейся решением уравнения Монжа-Ампера. В работе И.Я. Бакельмана аналогичная задача решена в случае, когда предельный конус взаимно однозначно проектируется на плоскость [1].

Используя построенную нами обобщенную внешнюю кривизну поверхности [2], получаем решение уравнения Монжа-Ампера для плоскости, из которой удалены несколько выпуклых областей. Таким образом, область, на которой рассматривается задача, является многосвязной.

Пусть на плоскости $\pi (Oxy)$ заданы L_1, L_2 – выпуклые замкнутые кривые, а α_1 и α_2 – лежащие на плоскости $|z| = |y|$ соответственно получены пересечением цилиндра с образующей, параллельной оси Oz и направляющими L_1, L_2 . Также рассматривается многогранный угол V , не имеющий опорных плоскостей, параллельных плоскости $|z| = |y|$, и однозначно проектирующийся на плоскость Oxy .

Пусть далее функция $\mu(M)$, определённая на множестве $M \in D$ где $D = \pi \setminus (L_1 \cup L_2)$ – положительная и вполне аддитивная функция множества. Через $\omega_F(M)$ – обозначим обобщенную внешнюю кривизну поверхности, перенесенную на цилиндрический гиперболоид, заданный уравнением $z^2 - y^2 = 1$.

Теорема. Если $\mu(D) < \omega_F(D)$, то существует решение уравнения Монжа-Ампера в многосвязной области D с вторым краевым условием.

Доказательство теоремы основано на методе, разработанном в [1], и свойствах обобщенной внешней кривизны поверхности [3], [4].

ЛИТЕРАТУРА

[1] Ilya J. Bakelman, Convex Analysis and Nonlinear Geometric Elliptic Equations. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1994.

[2] Artykbaev A., Ibodullaeva N. Generalized extrinsic curvature of a surface. AIP Conference Proceedings, 11 March 2024; 3004(1): 030007. pp. 030007-1–030007-5.

[3] Артикбаев А., Ибодуллаева Н. М. Задача восстановления поверхности по внешней кривизне и решения уравнения Монжа-Ампера // Дифференциальные уравнения, геометрия и

топология, Итоги науки и техн. Сер. Современ. мат. и ее прил. Темат. обз., ВИНТИ РАН, М., 2021, Том 201. – С. 123–131.

[4] Артикбаев А., Ибодуллова Н.М. Существование решения уравнения Монжа-Ампера в многосвязных областях // Доклады Академии наук Республики Узбекистан (ДАН), №5, 2022. – С. 3-6.

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ПРОСТРАНСТВА τ -ЗАМКНУТЫХ ПОДМНОЖЕСТВ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Бешимов Рузиназар Бебутович,

*доктор физико-математических наук, профессор кафедры «Геометрия и топология»
Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека,*

Манасыпова Резида Замир қизи,

*преподаватель кафедры «Общая математика» Ташкентского государственного
педагогического университета имени Низами*

Annotatsiya: Ushbu maqolada yopiq qismto'plamlar fazosiga o'xshash topologik fazo qurilgan va uning $\exp X$ fazosidan farqli ba'zi xossalari o'rganilgan. $\exp X$ fazo va qurilgan $\exp^r X$ fazo o'rtasidagi farqni ko'rsatuvchi misol keltirilgan.

Аннотация:

В публикации строится топологическое пространство, аналогичное пространству замкнутых подмножеств и исследуются некоторые его свойства, отличные от пространства $\exp X$. Приводится пример демонстрирующий различие между пространством $\exp X$ и построенным пространством $\exp^r X$.

Annotation:

The paper constructs a topological space analogous to the space of closed subsets and examines some of its properties other than the hyperspace. An example is provided to illustrate the difference between the hyperspace and the space $\exp^r X$.

Пусть X - топологическое пространство.

Определение 1. Топологическое пространство X называется T_1 -пространством, если для каждой пары различных точек $x_1, x_2 \in X$ существует открытое множество $U \subset X$, такое, что $x_1 \in U$ и $x_2 \notin U$. Также существует открытое множество $V \subset X$, такое, что $x_2 \in V$ и $x_1 \notin V$.¹

Определение 2. Топологическое пространство X называется T_2 -пространством, если для каждой пары различных точек $x_1, x_2 \in X$ существуют открытые множества U_1, U_2 , такие, что $x_1 \in U_1$, $x_2 \in U_2$ и $U_1 \cap U_2 = \emptyset$.¹

Определение 3. Топологическое пространство X называется регулярным пространством, если X есть T_1 -пространство и для любого $x \in X$ и каждого замкнутого множества $F \subset X$, такого, что $x \notin F$, существуют открытые множества U_1, U_2 , такие, что $x \in U_1$, $F \subset U_2$ и $U_1 \cap U_2 = \emptyset$.¹

Определение 4. Множество $F \subset X$ называется τ -замкнутым в X , если для каждого $B \subset F$ такого, что $|B| \leq \tau$, замыкание множества B в X лежит в F .²

¹ Р.Энгелькинг, Общая топология, Москва, Мир, 1986 год, стр 69-71

² Oleg Okunev, The minitightness of products, Topology and its Applications 208 (2016) 10-16

Дополнение τ -замкнутого подмножества будем называть τ -открытым.³

Через $\exp^\tau X$ обозначим семейство всех τ -замкнутых подмножеств пространства X .

Пусть $U_1, \dots, U_n$ - τ -открытые подмножества пространства X .

Теорема 1. Семейство множеств вида

$$O\langle U_1, \dots, U_n \rangle = \{F : F \in \exp^\tau X, F \subset \bigcup_{i=1}^n U_i, F \cap U_i \neq \emptyset, \text{ для всякого } i = \overline{1, n}\}$$
 образуют базу

некоторой топологии на множестве $\exp^\tau X$.

Теорема 2. Если пространство X регулярно, то пространство $\exp^\tau X$ хаусдорфово.

Замечание 1. Обратное утверждение неверно.

Пример 1. Пусть на множестве действительных чисел определена счетно-замкнутая топология θ^4 , т.е. открытыми множествами будем считать лишь те подмножества, замыкание которых не более чем счётно. Обозначим это пространство через $\mathbb{R}_\theta$. Это пространство не является регулярным. Однако, пространство $\exp^\omega \mathbb{R}_\theta$ хаусдорфово.

GAMILTON VEKTOR MAYDONLAR ORBITALARI

Parmonov Hamid Faxriddin o'g'li

Buxoro davlat universiteti

1- kurs tayanch toktorantura talabasi

Annotatsiya: Maqolada ko'pxilliklarda Puasson kammutatori, Gamilton vektor maydonlar, vektor maydonning funksiyaga tasiri, invariant funksiya va vektor maydonlar orbitasi o'rganilgan.

Kalit so'zlar: Puasson qavsi, puasson ko'pxilligi, gamilton vektor maydon, invariant funksiya, orbita

ОРБИТЫ ГАМИЛЬТОНОВЫХ ВЕКТОРНЫХ ПОЛЕЙ

Аннотация: В статье в муногообразиях изучены пуассонов коммутатор, гамильтоновы векторные поля, действие векторного поля на функции, инвариантная функция и орбиты векторных полей.

Ключевые слова: Пуассонова скобка, Пуассоново многообразие, Гамильтоново векторное поле, Инвариантная функция, Орбита.

ORBITS OF HAMILTONIAN VECTOR FIELDS

Abstract: In this article, the Poisson commutator, Hamiltonian vector fields, the action of a vector field on functions, the invariant function and orbits of vector fields are studied in mu-manifolds.

Keywords: Poisson bracket, Poisson manifold, Hamiltonian vector field, Invariant function, Orbit.

Bizga M ko'pxillikda ikkita F, H funksiyalar berilgan bo'lsa, ularga uchinchi funksiyani mos qo'yamiz. Bu funksiyani $\{F, H\}$ bilan belgilab, quyidagi shartlarning bajarilishini talab qilamiz: [2]

³ Dimitrios N. Georgiou, Nodirbek K. Mamadaliev, Rustam M. Zhuraev, A note on functional tightness and minitightness of space of the G-permutation degree, Comment.Math.Univ.Carolin. 64,1(2023) 97-108

⁴ Бешимов Р.Б., Мамадалиев Н.К., Манасыпова Р.З., О некоторых свойствах τ -границы множества, Вестник НУУз, серия «Точные науки» 1/1, 2023 год

Bichiziqlilik:

$$\begin{aligned}\{\lambda F + \mu P, H\} &= \lambda \{F, H\} + \mu \{P, H\}, \\ \{F, \lambda H + \mu P\} &= \lambda \{F, H\} + \mu \{F, P\}.\end{aligned}$$

Antisimetriya:

$$\{F, H\} = -\{H, F\}.$$

Yakobi ayniyati:

$$\{\{F, H\}, P\} + \{\{P, F\}, H\} + \{\{H, P\}, F\} = 0;$$

Leybnist qoidasi

$$\{F, H \cdot P\} = \{F, H\} \cdot P + H \cdot \{F, P\}.$$

Bu erda $F \cdot H$ ikkita funksiyaning ko'paytmasi, λ va μ lar haqiqiy sonlar.

Ta'rif-1. Yuqoridagi shartlarni qanoatlantiruvchi funksiya **Puasson kommutatori** deyiladi.[2]

R^{2n} fazoda koordinatalarni

$$(p, q) = (p^1, \dots, p^n, q^1, \dots, q^n)$$

bilan belgilab, Puasson kommutatorini

$$\{F, H\} = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{\partial F}{\partial q^i} \frac{\partial H}{\partial p^i} - \frac{\partial F}{\partial p^i} \frac{\partial H}{\partial q^i} \right\}.$$

qoida bilan aniqlaymiz.

Fazoda puasson kommutatori aniqlagan bo'lsa, uni puasson ko'pxilligi deb ataymiz.

Bizga M - puasson ko'pxilligi va unda aniqlangan $H: M \rightarrow R$ -silliqlik funksiya berilgan bo'lsin.

Ta'rif-2. Agar V vektor maydon va H funksiya uchun

$$V(F) = \{F, H\}$$

tenglik ixtiyoriy F fuksiya uchun o'rinli bo'lsa V vektor maydon H **funksiga mos keluvchi** gamilton vektor maydon deyiladi va V_H **ko'rinishda belgilanadi**. [2] H funksiya V_H gamilton vektor maydonning gamiltoniani deyiladi.

Biz R^m yevklid fazoni qararak, $2n + l = m$ tenglik bilan n, l sonlarini aniqlab, fazoda koordinatalarni

$$(p, q, z) = (p^1, \dots, p^n, q^1, \dots, q^n, z^1, \dots, z^l)$$

R^m da $H(p, q, z)$ funksiyaga mos keladigan $2n + l = m$ gamilton vektor maydoni quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$V_H = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial H}{\partial p^i} \frac{\partial}{\partial q^i} - \frac{\partial H}{\partial q^i} \frac{\partial}{\partial p^i} \right)$$

Ta'rif-3. D vektor maydonlar oilasining x nuqtasidan o'tuvchi $L(x)$ orbitasi deb M ko'pxillikda shunday nuqtalar to'plamiga aytiladiki, bunda shunday $t_1, t_2, \dots, t_k \in R$ sonlar mavjudki $X_{i_1}, X_{i_1}, \dots, X_{i_1} \in D$ vektor maydonlar uchun

$$y = X_{i_k}^{t_k}(X_{i_{k-1}}^{t_{k-1}}(\dots(X_{i_1}^{t_1})\dots)).$$

Shart o'rinli bo'sa. [3],[4]

1-Misol. Bizga $R^4(p_1, p_2, q_1, q_2)$ fazoda

$$\begin{aligned}H_1 &= \frac{1}{2}(p_1^2 + p_2^2 + q_1^2 + q_2^2) \\ H_2 &= \frac{1}{2}(p_1^2 + p_2^2 - q_1^2 + q_2^2)\end{aligned}$$

H_1 va H_2 funksiya berilgan bo'lsin bu funksiyalarga mos keluvchi gamilton vektor maydonning ko'rinishi quyidagicha bo'ladi.

$$V_{H_1} = \{-q_1, -q_2, p_1, p_2\}, \quad V_{H_2} = \{q_1, -q_2, p_1, p_2\}.$$

bu vektor maydonlarning Li kommutatori

$$V_{H_3} = [V_{H_1}, V_{H_2}] = \{-2p_1, 0, 2q_1, 0\},$$

ga teng $V_{H_1}, V_{H_2}, V_{H_3}$ - vektor maydonlar uchun

$$V_{H_1}(F) = 0, V_{H_2}(F) = 0, V_{H_3}(F) = 0$$

Shartni qanoatlantiruvchi F invariant funksiya $F(p_1, p_2, q_1, q_2) = p_2^2 + q_2^2$ ko'rinishda bo'ladi.

Teorema-1. $V_{H_1}(F), V_{H_2}(F), V_{H_3}(F)$ vektor maydonlarning orbitalari

$$L_1 = \{0, 0, 0, 0\}$$

$$L_2 = \{(0, p_2, 0, q_2): p_2^2 + q_2^2 = c\}, c > 0$$

$$L_3 = \{(p_1, p_2, q_1, q_2): R^2 \setminus \{0, 0\}\}$$

ko'rinishda bo'ladi.

ADABIYOTLAR

1. Аминов Ю.А. Геометрия векторного поля. Изд.2, М Л., 2018, 208 с.
2. Олвер П. Приложения групп Ли к дифференциальным уравнениям. М.:Наука, 1989г.
3. Нарманов А.Я. Геометрия орбит векторных полей и сингулярные слоения. Монография, Ташкент, Университет, 2015, с.
4. Нарманов А.Я. Геометрия орбит векторных полей и сингулярные слоения. Современные проблемы математики и физики, СМФН, 65 №1, Российский университет дружбы народов, М., 2019, с. 54 – 71.

GEOMETRIYA O'QITISHDA O'QUVCHILARGA ZARUR VA YETARLI SHARTLAR TUSHUNCHALARINI O'RGATISH

Quljonov O'.N.

Sharof Rashidov nomidagi

Samarqand davlat universiteti, dotsent, PhD

Ostonov Q.

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand

davlat universiteti, dotsent, pedagogika fanlari nomzodi

O'rolova O.

Samarqand davlat veterinariya meditsinasi,

chorvachilik va biotexnologiyalar akademik litseyi o'qituvchisi

Annotatsiya: maqolada geometriya o'qitishda o'quvchilarga zarur va yetarli shartlar tushunchalarini o'rgatish masalasi muhokama etilgan bo'lib, unda zarur va shartlarni o'rgatishda o'quvchilarni teoremlar, xossalr va alomatlar tuzilishini tushunish, matematik mantiq qoidalari hamda chinlik jadvalaridan hamda Eyler-Venn diagrammalaridan foydalanish jihatlariga e'tibor qaratilgan.

Kalit so'zlar: zarur va yetarli shartlar, teorema, implikatsiya, chin va yolg'on, rostlik jadvalari, Eyler-Venn diagrammasi.

Аннотация: В статье рассматривается проблема обучения студентов понятиям необходимых и достаточных условий при обучении геометрии. Основное внимание уделяется обучению студентов понятиям необходимых и достаточных условий, пониманию структуры

теорем, свойств и знаков, правил математической логики, а также использованию таблиц истинности и диаграмм Эйлера-Венна.

Ключевые слова: необходимые и достаточные условия, теорема, импликация, истинное и ложное, таблицы истинности, диаграмма Эйлера-Венна.

Abstract: The article examines the problem of teaching students the concepts of necessary and sufficient conditions when teaching geometry. The main focus is on teaching students the concepts of necessary and sufficient conditions, understanding the structure of theorems, properties and signs, rules of mathematical logic, as well as the use of truth tables and Euler-Venn diagrams.

Keywords: necessary and sufficient conditions, theorem, implication, true and false, truth tables, Euler-Venn diagram.

Ma'lumki, matematik mantiqda $A \Rightarrow B$ rost implikasiyada A ning chinligi B ning chinligi uchun yetarli shart, B ning chinligi A ning chinligi uchun zaruriy shart ekanligi ma'lum. Geometriyada esa yetarli shart "alomat" tushunchasi bilan, zaruriy shart esa "xossa" tushunchasi bilan aniqlanadi: "uchburchaklar tenglik alomati", "qo'shni burchaklar xossasi" va boshqalar¹.

¹ Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения / пер. с англ. М.: Наука, 1975. 464 с.

Umuman olganda, zarurat va yetarlilik teoremlarning shartlarini "qoplashni" tasvirlash imkonini beruvchi vositadir. Shuning uchun ehtiyot bo'lishga arziydi: teoremaning har bir sharti teorema uchun qo'llaniladigan barcha geometrik paradigmalar to'plamini universal tarzda qamrab olmaydi. Yetarlilik shartning ham zarurligini kafolatlamaydi va aksincha. **Misol: vertikal burchaklar xossasi** vertikal burchaklarning teng ekanligini bildiradi. Mantiqiy o'qishda: "agar burchaklar vertikal bo'lsa, u holda ular teng bo'ladi", $A \Rightarrow B$, bu yerda A - burchaklarning vertikalligi, B - burchaklarning tengligi.

Burchaklarning vertikalligi burchaklarning tengligi haqida aniq xulosa chiqarish uchun **yetarli shartdir**; burchaklarning tengligi umuman vertikallik haqida gapirish uchun **zaruriy shartdir**.

Agar vertikallik ham tenglik uchun zaruriy shart bo'lsa, unda har qanday teng burchaklar vertikal bo'lishi kerak edi. Mantiqiy tilda: "Burchaklar teng bo'lishi uchun ular vertikal bo'lishi kerak". Shuning uchun, vertikallik *burchaklarning tengligi uchun yetarli, ammo zaruriy emas*. Agar burchaklarning tengligi vertikallik uchun yetarli shart bo'lsa, u holda burchaklarning har qanday tengligi bu burchaklar vertikal degan xulosaga kelishimizga imkon beradi. Mantiq tili bilan aytganda: "Burchaklar vertikal bo'lishi uchun burchaklarning tengligi yetarlidir". Shuning uchun burchaklarning tengligi vertikallik uchun *zaruriy, ammo etarli shart emas*.

Ekvivalentlik tushunchasini o'rgatishda o'quvchilarga vertikal burchaklarning tengligi haqidagi teorema shartlari cheklanganligi va burchaklar tengligi bilan bog'liq barcha mumkin bo'lgan holatlarni qamrab olishga imkon bermasligini aytib o'tish lozim².

Agar " $A - B$ uchun ham zarur, ham yetarli shart bo'lsa, $A \Rightarrow B$ implikasiyaning teskarisi ham har doim o'rinli bo'ladi: $B \Rightarrow A$ ". U holda A va B mulohazalar ekvivalent deb ataladi va ularning bog'liqligi implikasiya orqali emas, balki ekvivalentlik orqali to'g'riroq ifodalanadi: $A \Leftrightarrow B$.

Matematikada zarur va yetarli shart *mezon deyiladi*. Maktab o'quv dasturida faqat xossalalar va alomatlar bilan cheklangan. "Parallellik mezonlari" haqida emas, balki "parallellik alomatlari" haqida gapirish osonroq va dasturga yetarli va zarur shartlar haqida mavzuni qo'shish talab qilinadi³.

Berilgan teorema $(\forall x)(P(x) \Rightarrow Q(x)) - Q(x)$ shartning $P(x)$ shart uchun yetarli ekanligini va $P(x)$ shart $Q(x)$ uchun zarur ekanligini bildiradi. Hozirgina olib borilgan

mulohazalar shuni ko'rsatadiki, bu faqat va faqat tegishli chinlik to'plamlari tegishlik munosabatida bo'lganda o'rinli bo'ladi.

Agar ushbu to'plamlarni va ular orasidagi tegishlilik munosabatini Eyler doiralari orqali ifodalasak, "zarur" va "yetarli" atamalari haqidagi oddiy kundalik g'oyalardan foydalanib, quyidagi xulosaga kelishimiz mumkin⁴:

² Столяр А. А. Педагогика математики. Минск:Вышэйшая школа, 1974. 384 с.

³ Колмогоров А. Н. Математика – наука и профессия. М.:Наука, 1988. 288 с.

⁴ Тимофеева И. Л. Как устроено доказательство? // Математика в школе. 2004. № 8. С. 73–80.

1) x element Q^+ to'plamga tegishli bo'lishi (ya'ni $Q(x)$ shartni qanoatlantirishi) uchun uning P^+ to'plamga tegishli bo'lishi P^+ (ya'ni $P(x)$ shartni qanoatlantirishi) yetarli bo'ladi;

2) x element P^+ to'plamga tegishli bo'lishi uchun u Q^+ to'plamga tegishli bo'lishi kerak (aks holda, agar u Q^+ to'plamga tegishli bo'lmasa, u albatta P^+ to'plamga ham tegishli emas).

O'quvchilarga matematik matnda quyidagi iboralar yetarli shartni ifodalash uchun ishlatilishini: u holda; agar; agar shunday bo'lgan holda; zaruriy shartni ifodalash uchun esa quyidagi so'z birikmalari: faqat u holda; faqat va faqat agar; faqat agar qo'llanilishini aytib o'tish lozim.

$P_2(x)$ FAZONING FIZIKADAGI BA'ZI TATBIQLARI

Rizayev Rustam Kobilovich

Toshkent davlat pedagogika universiteti

Umumiy matematika kafedrasi kata o'qituvchisi

Abdulazizova Dilafruz Abdulaziz qizi

Toshkent davlat pedagogika universiteti

Fizika-matematika fakulteti, 1-bosqich talabasi

Annotatsiya: Yevklid fazolarida ortogonal va ortonormal bazislar qanchalik ahamiyatli va boshqa ko'plab sohalarga tatbiqlari beqiyos. Biz Algebra kursini o'rganish davomida R^n fazolar bilan bir qatorda vektorlari ko'phadlardan iborat bo'lgan $P_n(x)$ fazolar, ularning ortogonal va ortonormal bazislarini qurdik va bu fazolarning ba'zi tatbiqlarini o'rgandik.

Kalit so'zlar: Ko'phadlar fazosi, skalyar ko'paytma, ortogonal basis, ortonormal, basis, shovqinli ma'lumotlarni silliqalashtirish.

Ключевые слова: Полиномиальное пространство, скалярное произведение, ортогональный базис, ортонормированный базис, сглаживание зашумленных данных.

Keywords: Polynomial space, scalar product, orthogonal basis, orthonormal basis, smoothing noisy data.

Chiziqli fazolarni o'rganar ekanmiz, butun fazoning barcha vektorlarini "nazorat" qiluvchi, ular ustida tuzilgan har qanday masalani yechishda asosiy omil hisoblanadigan fazoning bazisi tushunchasi eng muhim tushuncha ekanligini his etamiz. Chiziqli fazoda vektorlarning skalyar ko'paytmasi amalining aniqlanishi bilan qaralayotgan fazo vektorlarining xossa-xususiyatlari, muammo va masalalarning ko'lami, xullas, fazoning tabiati keskin takomillashadi. Shu bilan birga fazo bazisining ko'rinishi va imkoniyatlari ham o'zgaradi. Ya'ni, fazoni endi oddiy bazis bilan emas, ortogonal bazis, yoki ortonormal bazislari yordamida o'rganish hamda boshqarish mumkin bo'ladi.

Haqiqiy sonlar maydonida darajasi ikkidan oshmaydigan kophadlar fazosi $P_2(R) = \{ax^2 + bx + c \mid a, b, c \in R\}$ ko'rinishda ifodalanadi. Bu fazo uch o'lchamli vektor fazo bo'lib, $\{1, x, x^2\}$ vektorlar (ko'phadlar) sistemasi uning tabiiy bazisidir.

Ortogonal bazis hosil qilish uchun $\langle f, g \rangle = \int_a^b f(x)g(x)\omega(x)dx$ kabi aniqlangan skalyar ko'paytmani olamiz, vaholangki, bu akslantirish skalyar ko'paytmaning barcha aksiomalarini qanoatlantiradi. Bu yerda $\omega(x)$ -og'irlik funksiyasi bolib, odatda $\omega(x)=1$ olinadi. Agar integral chegaralari $[-1, 1]$ bo'lsa, ortogonal bazisni Gram-Shmidt ortogonallashtirish usuli yordamida hosil qilish mumkin. Keling, biz xususiy holda integralni $[0, 1]$ kesmada qarab, $P_2(x)$ fazoning tabiiy bazisini ortogonal bazisga o'tkazamiz. $P_2(x)$ fazoda $(f(x), g(x)) = \int_0^1 f(x)g(x)dx$ kabi aniqlangan skalyar ko'paytmaga nisbatan ortogonal bazis quramiz. Yuqoridagi $f_1 = 1, f_2 = x, f_3 =$

x^2 bazisdan ortogonallashtirish jarayoni yordamida $e_1 = 1, e_2 = x - \frac{1}{2}, e_3 = x^2 - x + \frac{1}{6}$ ortogonal bazis hosil qilamiz. Normallashtirish orqali $\left\{1, \sqrt{\frac{3}{2}}x, \sqrt{\frac{5}{8}}\left(x^2 - \frac{1}{3}\right)\right\}$ ortonormal bazisni hosil qilamiz.

Ko'phadlar fazosining ortogonal bazisi yordamida *Noisy (Shovqinli) ma'lumotlarni yaxlitlash* yoki shovqinli ma'lumotlarni silliqalashtirish usuli asosan ortogonal proyeksiyalar va ortogonal ko'phadlar orqali amalga oshiriladi. Bu yondashuvda ma'lumotlar to'plamiga mos keluvchi funksiyani ko'phadlar fazosida ifodalash orqali ma'lumotlardagi shovqinni kamaytirish mumkin.

Foydalanilgan Adabiyotlar

1. Ayupov Sh.A., Omirov B.A. Xudoyberdiev A.X., Xaydarov F.X. Algebra va sonlar nazariyasi. «Tafakkur bo'stoni», 2019
2. Axler Sh., Linear Algebra Done Right. 3rd Edition. "Springer", 2015
3. J.Stoer, R.Bulirsch, Introduction to Numerical Analysis, Springer, 2002.
4. G.H.Golub, C.F.Van Loan, Matrix Computations, Johns Hopkins University Press, 2013.

ORDER-PRESERVING FUNCTIONALS FUNCTOR WITH FINITE SUPPORT AND INFINITE DEGREE

Jiemuratov Rzamurat Esbergenovich

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, docent
Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz,
P.Seytov Str., 230105, Nukus, Uzbekistan
Dean of the physics and mathematics faculty*

Annotatsiya. Kompaktli X Xausdorf fazosi uchun tashuvchisi chekli, tartib saqllovchi funksionallar fazosini quramiz; bu holda hosil bo'lgan fazo ham kompakt Xausdorf fazosi bo'ladi. O_f amali shunisi bilan qiziqarlilik, uning ta'sirida hosil bo'lgan fazoning elementlari chekli tashuvchiga ega, lekin $O_f(X)$ ning darajasi cheksiz. Kompakt fazolar va ularning uzluksiz akslantirishlari kategoriyasida O_f normal funktor amalini aniqlaymiz.

Аннотация. Для компактного Хаусдорфова пространства X построим пространство сохраняющий порядок функционалов $O_f(X)$ с конечной носителей; в этом случае полученное пространство $O_f(X)$ также является компактным Хаусдорфовым пространством. Операция O_f интересна тем, что элементы полученного пространства $O_f(X)$ под её действием имеет конечный носитель, но степень бесконечна. Установим, что операция O_f является нормальным функтором на категории компактных пространств и их непрерывных отображений.

Abstract. For a compact Hausdorff space X , we construct the space $O_f(X)$ of order-preserving functionals with finite support; in this case the gotten space $O_f(X)$ is also a compact Hausdorff space. The operation O_f is interesting in that the elements of the obtained space $O_f(X)$ under its action have a finite support, but the degree of O_f is infinite. We establish the operation O_f is a normal functor on the category of compact spaces and their continuous maps.

Kalit so'zlar: tartibni saqllovchi funksional, kategoriya, normal funktor.

Ключевая слова: сохраняющий порядок функционал; категория; нормальный функтор.

Keywords: order-preserving functional; category; normal functor.

MSC2010: 54B30, 46M15, 18A20.

1. Introduction

The study of topological spaces and their properties has long been a central topic in mathematics, with particular interest in understanding actions between categories of topological spaces and their continuous maps. Among them, the concept of normal functors, proposed in [6], emerged as a key operation containing simpler, more natural properties.

In [5] some important topological properties of the space of order-preserving, normalized, weakly additive functionals on a compact Hausdorff space were studied. Particularly, normality properties picked up in [6] have shown for functor O of order-preserving functionals in the category $Comp$ of compact Hausdorff spaces and their continuous maps. The author of the paper [5] built an example that shows that the functor O is not normal.

Order-preserving, weakly additive functionals is called [2] also monetary risk measures. In the current paper we handle the notations from [1], or [3].

In this paper, we continue the investigation of order-preserving, weakly additive, normalized functionals on the algebra $C(X)$ of continuous functions on a given Compact Hausdorff space X . For a compact Hausdorff space X , we allocated a subset $O_f(X)$ of the space $O(X)$ of all order-preserving, weakly additive, normalized functionals. The set $O_f(X)$ endows with the induced topology from the space $O(X)$. The for a compact Hausdorff space X the space $O_f(X)$ becomes a compact Hausdorff space. Further, we show that the operation O_f putting a compact Hausdorff space X into correspondence the space $O_f(X)$ is normal functor acting on the category of compact Hausdorff spaces and their continuous maps. Note the operation O_f is interesting in that the elements of the obtained space $O_f(X)$ have a finite support, but the degree of O_f is infinite.

2. Preliminaries

Recall that a functor $F : Comp \rightarrow Comp$ on the category of compact Hausdorff spaces and their continuous maps is said to be normal if it satisfies the following conditions [6], Definition 14:

- (1) F is continuous (i.e., $F(\lim S) = \lim F(S)$);
- (2) F preserves weight (i.e., $wX = wF(X)$);
- (3) F is monomorphic (i.e., preserves the injectivity of maps);
- (4) F is epimorphic (i.e., preserves the surjectivity of maps);
- (5) F preserves intersections (i.e., $F(\bigcap_{\alpha} X_{\alpha}) = \bigcap_{\alpha} F(X_{\alpha})$);
- (6) F preserves preimages (i.e., $F(f^{-1}) = F(f)^{-1}$);
- (7) F preserves a singleton and the empty set (i.e., $F(1) = 1$ and $F(\emptyset) = \emptyset$).

The decipher of the above conditions is given in [7].

For a compact Hausdorff space X and a functor F the degree of a point $x \in F(X)$ is defined as the minimum positive integer n such that x belongs to the image $F(f)F(K)$ for some map $f : K \rightarrow X$ of an n -point space K (see, [6], Definition 16). If such an integer n does not exist, then the degree of x is infinite. The degree of a functor F is the supremum of the degrees of all points $x \in F(X)$ for all compact Hausdorff spaces X ; we denote it by $\deg F$.

For a compact Hausdorff space X the sign $C(X)$ mean the Banach algebra of all continuous functions $\varphi : X \rightarrow \mathbb{R}$ equipped with the pointwise algebraic operations and the sup-norm. One can

$C(X)$ supply with the pointwise order: for $\varphi, \psi \in C(X)$ it takes place $\varphi \leq \psi$ if and only if $\varphi(x) \leq \psi(x)$ for all $x \in X$. We also consider constant functions $c_X : X \rightarrow \mathbb{R}$, $c \in \mathbb{R}$; here $c_X(x) = c$.

A functional $\mu : C(X) \rightarrow \mathbb{R}$ is said [5] to be:

- 1) *normalized* if $\mu(c_X) = c$ for every constant function $c_X \in C(X)$;
- 2) *weakly additive* if $\mu(\varphi + c_X) = \mu(\varphi) + c$ for every $c \in \mathbb{R}$ and each $\varphi \in C(X)$;
- 3) *order-preserving* if $\mu(\varphi) \leq \mu(\psi)$ for any pair of functions $\varphi, \psi \in C(X)$ with $\varphi \leq \psi$.

A weakly additive, order-preserving, normalized functional for brevity is called as an order-preserving functional. A set of all order-preserving functionals on $C(X)$ is denoted by $O(X)$. Clearly, $O(X)$ is a subset of the direct product $\mathbb{R}^{C(X)}$. It is endowed with the topology τ_p of pointwise convergence. For $\mu \in O(X)$ sets

$$\langle \mu; \varphi_1, \dots, \varphi_n; \theta \rangle = \{ \nu \in O(X) : |\nu(\varphi_i) - \mu(\varphi_i)| < \theta, i = 1, \dots, n \}$$

form a base of $O(X)$ at μ . Here $\varphi, \dots, \varphi_n \in C(X)$, and $\theta > 0$.

For a closed subset A of a compact Hausdorff space X Proposition 1 in [5] provides that $O(A)$ is a closed subset of $O(X)$. An order-preserving functional $\mu \in O(X)$ is *supported* on A if $\mu \in O(A) \subset O(X)$. The least (with respect to inclusion) closed set on which the order-preserving functional μ supported is said to be *support* of μ and is denoted by $\text{supp } \mu$. For a positive integer n let $O_n(X)$ denote a set of all order-preserving functionals which support consists no more than n points. Put $O_\omega(X) = \bigcup_{n=1}^{\infty} O_n(X)$. An order-preserving functional $\mu \in O_\omega(X)$ is said to be an order-preserving functional with finite support. For a point $x \in X$ the Dirac measure $\delta_x : C(X) \rightarrow \mathbb{R}$ is defined by equality $\delta_x(\varphi) = \varphi(x)$, $\varphi \in C(X)$. Clearly, $\text{supp } \delta_x = \{x\}$.

Following [8] an order-preserving functional $\mu \in O_\omega(X)$ with finite support $\text{supp } \mu = \{x_1, \dots, x_n\}$ can be represented as a relation $\mu = \mu(\delta_{x_1}, \dots, \delta_{x_n})$ of the Dirac measures δ_{x_i} , $i = 1, \dots, n$. This relation has a view $\mu(\varphi) = \mu(\varphi(x_1), \dots, \varphi(x_n))$, $\varphi \in C(X)$.

We consider the following types of “restrictions”:

$$\mu_{x_i}(\varphi) = \mu(\epsilon, \dots, \epsilon, \varphi(x_i), \epsilon, \dots, \epsilon),$$

$$\mu^{x_i}(\varphi) = \mu(\varphi(x_1), \dots, \varphi(x_{i-1}), \epsilon, \varphi(x_{i+1}), \dots, \varphi(x_n)), \quad (2.1)$$

for each $\varphi \in C(X)$. Here $\epsilon = -\infty, 0$ or $+\infty$ (for more detail, see below).

For α , $-\infty < \alpha < +\infty$, and a subset $A \subset O(X)$ we put $\alpha A = \{\alpha \mu : \mu \in A\}$. Note that for numbers α, β , subsets $A, B \subset O(X)$ we have $\alpha A + \beta B = \{\alpha \mu + \beta \nu : \mu \in A, \nu \in B\} \subset O(X)$ if and only if $\alpha, \beta \geq 0$ and $\alpha + \beta = 1$. So, the set $O(X)$ of all order-preserving functionals is closed under affine combination. In other words,

for $\{\mu_i : i = 1, \dots, n\} \subset O(X)$ and $\{\alpha_i : i = 1, \dots, n\} \subset [0, 1]$ with $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$ we have

$\sum_{i=1}^n \alpha_i \mu_i \in O(X)$. Obviously, $\alpha_i \mu_i \in \alpha_i O(X)$, and $\sum_{i=1}^n \alpha_i O(X) = O(X)$. If $0 < \alpha_i < 1$ then $\alpha_i O(X) \neq O(X)$. We will say that $\alpha_i O(X)$ is parallel to $O(X)$. For an open neighborhood

$\langle \mu_i; \varphi_{i1}, \dots, \varphi_{in_i}; \theta_i \rangle$ the set $\alpha_i \langle \mu_i; \varphi_{i1}, \dots, \varphi_{in_i}; \theta_i \rangle$ is an open in $\alpha_i O(X)$ neighborhood of $\alpha_i \mu_i$, $i = 1, \dots, n$. Consequently, the sum $\sum_{i=1}^n \alpha_i \langle \mu_i; \varphi_{i1}, \dots, \varphi_{in_i}; \theta_i \rangle$ is open in $\sum_{i=1}^n \alpha_i O(X) = O(X)$.

Thus, the affine combination is one of the “rule”s for forming an order-preserving functional, using a given (at most countable) set of order-preserving functionals. In this case any order-preserving functional μ with finite support has a view $\mu = \sum_{i=1}^n \alpha_i \delta_{x_i}$ for $\alpha_i \geq 0$, $i = 1, \dots, n$, and $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$. Consequently, for an arbitrary $\varphi \in C(X)$ we have

$$\mu_{x_i}(\varphi) = \alpha_i \varphi(x_i),$$

$$\mu^{x_i}(\varphi) = \alpha_1 \varphi(x_1) + \dots + \alpha_{i-1} \varphi(x_{i-1}) + \alpha_{i+1} \varphi(x_{i+1}) + \dots + \alpha_n \varphi(x_n).$$

The arbitrariness $\varphi \in C(X)$ gives that in this case equalities (2.1) turn into a view

$$\mu_{x_i} = \mu(0, \dots, 0, \delta_{x_i}, 0, \dots, 0) = \alpha_i \delta_{x_i},$$

$$\mu^{x_i} = \mu(\delta_{x_1}, \dots, \delta_{x_{i-1}}, 0, \delta_{x_{i+1}}, \dots, \delta_{x_n}) = \alpha_1 \delta_{x_1} + \dots + \alpha_{i-1} \delta_{x_{i-1}} + \alpha_{i+1} \delta_{x_{i+1}} + \dots + \alpha_n \delta_{x_n}.$$

Let us consider other two “rule”s. For α , $-\infty \leq \alpha \leq +\infty$, and a subset $A \subset O(X)$ we put $\alpha + A = \{\alpha + \mu : \mu \in A\}$. Clearly, if $\alpha = 0$ then $\alpha + A = A$ and it lies in $O(X)$. In the case $\alpha \neq 0$ and $-\infty < \alpha < +\infty$ the set $\alpha + A$ does not lie in $O(X)$ but lies in the “parallel” set $\alpha + O(X)$ in $W(X)$ of all order-preserving, weakly additive (not necessarily normalized) functionals on $C(X)$. In the cases $\alpha = \pm\infty$ we get singletons $\alpha + A = \{-\infty\}$ or $\alpha + A = \{+\infty\}$ which can also be considered as “parallel” sets.

Let

$$\begin{aligned} \max\{\alpha + A, \beta + B\} &= \{\max\{\alpha + \mu, \beta + \nu\} : \mu \in A, \nu \in B\}, \\ \min\{\alpha + A, \beta + B\} &= \{\min\{\alpha + \mu, \beta + \nu\} : \mu \in A, \nu \in B\} \end{aligned}$$

for some α, β , $-\infty \leq \alpha, \beta \leq +\infty$ and $A, B \subset O(X)$. Evidently, $\max\{\alpha + A, \beta + B\} \subset O(X)$ if and only if $-\infty \leq \alpha, \beta \leq 0$ and $\max\{\alpha, \beta\} = 0$. And also, $\min\{\alpha + A, \beta + B\} \subset O(X)$ if and only if $0 \leq \alpha, \beta \leq +\infty$ and $\min\{\alpha, \beta\} = 0$. In these two cases any order-preserving functional μ with finite support has views:

$$\mu = \max_{i \in \{1, \dots, n\}} \{\alpha_i + \delta_{x_i}\} \text{ for } -\infty \leq \alpha_i \leq 0, \quad i = 1, \dots, n, \text{ and } \max_{i \in \{1, \dots, n\}} \{\alpha_i\} = 0;$$

$$\mu = \min_{i \in \{1, \dots, n\}} \{\alpha_i + \delta_{x_i}\} \text{ for } 0 \leq \alpha_i \leq +\infty, \quad i = 1, \dots, n, \text{ and } \min_{i \in \{1, \dots, n\}} \{\alpha_i\} = 0.$$

For an arbitrary $\varphi \in C(X)$ we have

$$\mu_{x_i}(\varphi) = \alpha_i + \varphi(x_i),$$

$$\mu^{x_i}(\varphi) = \max\{\alpha_1 + \varphi(x_1), \dots, \alpha_{i-1} + \varphi(x_{i-1}), \alpha_{i+1} + \varphi(x_{i+1}), \dots, \alpha_n + \varphi(x_n)\}$$

in the maximum case, and

$$\mu_{x_i}(\varphi) = \alpha_i + \varphi(x_i),$$

$$\mu^{x_i}(\varphi) = \min\{\alpha_1 + \varphi(x_1), \dots, \alpha_{i-1} + \varphi(x_{i-1}), \alpha_{i+1} + \varphi(x_{i+1}), \dots, \alpha_n + \varphi(x_n)\}$$

in the minimum case.

By arbitrariness of $\varphi \in C(X)$ we get

$$\mu_{x_i} = \max\{-\infty, \dots, -\infty, \alpha_i + \delta_{x_i}, -\infty, \dots, -\infty\} = \alpha_i + \delta_{x_i},$$

$$\begin{aligned} \mu^{x_i} &= \max\{\alpha_1 + \delta_{x_1}, \dots, \alpha_{i-1} + \delta_{x_{i-1}}, -\infty, \alpha_{i+1} + \delta_{x_{i+1}}, \dots, \alpha_n + \delta_{x_n}\} = \\ &= \max\{\alpha_1 + \delta_{x_1}, \dots, \alpha_{i-1} + \delta_{x_{i-1}}, \alpha_{i+1} + \delta_{x_{i+1}}, \dots, \alpha_n + \delta_{x_n}\} \end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned}\mu_{x_i} &= \min\{+\infty, \dots, +\infty, \alpha_i + \delta_{x_i}, +\infty, \dots, +\infty\} = \alpha_i + \delta_{x_i}, \\ \mu^{x_i} &= \min\{\alpha_1 + \delta_{x_1}, \dots, \alpha_{i-1} + \delta_{x_{i-1}}, +\infty, \alpha_{i+1} + \delta_{x_{i+1}}, \dots, \alpha_n + \delta_{x_n}\} = \\ &= \min\{\alpha_1 + \delta_{x_1}, \dots, \alpha_{i-1} + \delta_{x_{i-1}}, \alpha_{i+1} + \delta_{x_{i+1}}, \dots, \alpha_n + \delta_{x_n}\}.\end{aligned}$$

Now we note the following remarkable property.

Remark 2.1. For every pair of α, β , $-\infty \leq \alpha, \beta \leq 0$, with $\max\{\alpha, \beta\} = 0$, we have

$$\max\{\alpha + O(X), \beta + O(X)\} = O(X).$$

Similarly, for every pair of α, β , $0 \leq \alpha, \beta \leq +\infty$, with $\min\{\alpha, \beta\} = 0$, we have

$$\min\{\alpha + O(X), \beta + O(X)\} = O(X).$$

These properties can be demonstrated by direct verification. So, for $\mu, \nu \in O(X)$, and α, β , $-\infty \leq \alpha, \beta \leq 0$, with $\max\{\alpha, \beta\} = 0$, the maximum $\max\{\alpha + \mu, \beta + \nu\}$ is an order-preserving, weakly additive, normalized functional on $C(X)$. Analogously, for $\mu, \nu \in O(X)$, and α, β , $0 \leq \alpha, \beta \leq +\infty$, with $\min\{\alpha, \beta\} = 0$ the minimum $\min\{\alpha + \mu, \beta + \nu\}$ is an order-preserving, weakly additive, normalized functional on $C(X)$.

Proposition 2.1. Let $\langle \mu; \varphi_1, \dots, \varphi_n; \theta \rangle$ and $\langle \nu; \psi_1, \dots, \psi_k; \delta \rangle$ be open neighborhoods of order-preserving functionals μ and ν , respectively. Then the sets

$$\begin{aligned}\max\{\alpha + \langle \mu; \varphi_1, \dots, \varphi_n; \theta \rangle, \beta + \langle \nu; \psi_1, \dots, \psi_k; \delta \rangle\} \\ (\text{for each pair of } \alpha, \beta, -\infty \leq \alpha, \beta \leq 0 \text{ with } \max\{\alpha, \beta\} = 0)\end{aligned}$$

and

$$\begin{aligned}\min\{\alpha + \langle \mu; \varphi_1, \dots, \varphi_n; \theta \rangle, \beta + \langle \nu; \psi_1, \dots, \psi_k; \delta \rangle\} \\ (\text{for each pair of } \alpha, \beta, 0 \leq \alpha, \beta \leq +\infty \text{ with } \min\{\alpha, \beta\} = 0)\end{aligned}$$

are open in $O(X)$.

Proof. It is enough to establish the openness of one of the sets. The openness of the other one will be established similarly. We will work on showing the openness of the first set. Let $\Omega = \max\{\alpha + \langle \mu; \varphi_1, \dots, \varphi_n; \theta \rangle, \beta + \langle \nu; \psi_1, \dots, \psi_k; \delta \rangle\}$.

Three cases are possible.

1) $-\infty \leq \alpha < \beta = 0$. Then $\Omega \cap O(X) = \langle \nu; \psi_1, \dots, \psi_k; \delta \rangle$; in this case the set $\alpha + \langle \mu; \varphi_1, \dots, \varphi_n; \theta \rangle$ lies in the “parallel” space $\alpha + O(X)$ as an open subset.

2) $-\infty \leq \beta < \alpha = 0$. Then $\Omega \cap O(X) = \langle \mu; \varphi_1, \dots, \varphi_n; \theta \rangle$, and $\beta + \langle \nu; \psi_1, \dots, \psi_k; \delta \rangle$ is open in the “parallel” space $\beta + O(X)$.

So, in the above two cases, in general, the set $\alpha + \langle \mu; \varphi_1, \dots, \varphi_n; \theta \rangle$ is open in the space $\alpha + O(X)$, and $\beta + \langle \nu; \psi_1, \dots, \psi_k; \delta \rangle$ in $\beta + O(X)$. Consequently, the set Ω is open in $\max\{\alpha + O(X), \beta + O(X)\} = O(X)$.

3) $\alpha = \beta = 0$. Then $\Omega \cap O(X) = \Omega$ is open in $\max\{O(X), O(X)\} = O(X)$. Proposition 2.1 is proved.

Remark 2.2. Consider any finite set of elements $\alpha_i \in [-\infty, 0]$ with $\max\{\alpha_i : i = 1, \dots, n\} = 0$ ($\alpha_i \in [0, +\infty]$ with $\min\{\alpha_i : i = 1, \dots, n\} = 0$). Then the first (second) equality in Remark 2.1 can be rewritten as

$$\max\{\alpha_i + O(X) : i = 1, \dots, n\} = O(X) \quad (\min\{\alpha_i + O(X) : i = 1, \dots, n\} = O(X)).$$

Consequently, Proposition 2.1 can be reformulated for any finite maximum (minimum).

Note that there is a plenty of such “rule”s that form an order-preserving functional using a given set of order-preserving functionals on $C(X)$ even the case X consists of two points. An

example which shows the existence of such rules it was constructed in [4]. Let ${}^Z f$ be such a rule. Then for a given set of order-preserving functionals $\{\mu_t : t \in \mathfrak{T}\}$ it puts into correspondence an order-preserving functional μ_f , i.e. ${}^Z f((\mu_t)_{t \in \mathfrak{T}}) = \mu_f$. In the case ${}^Z f$ is the affine combination the set $\mathfrak{T}$ has no more than countably many indices, in the case ${}^Z f$ is the rule of taking of maximum or minimum then $|\mathfrak{T}| \leq |O(X)|$.

For an arbitrary order-preserving, weakly additive, normalized functional μ , it is easy to see that

$$\min \{\varphi(x) : x \in \text{supp } \mu\} \leq \mu(\varphi) \leq \max \{\varphi(x) : x \in \text{supp } \mu\}$$

for each $\varphi \in C(X)$.

The following results were noticed by A.Zaitov.

Theorem 2.1. For a compact Hausdorff space X , every order-preserving functional $\mu \in O(X)$ which support does not have any isolated point and each function $\varphi \in C(X)$ there is a point $x_0 \in \text{supp } \mu$ such that $\mu(\varphi) = \varphi(x_0)$.

Here absence of isolated points in the support $\text{supp } \mu$ (which is a compact Hausdorff space) is essential. Indeed, if $x' \in \text{supp } \mu$ is an isolated point then taking any $x'' \in \text{supp } \mu$, consider order-preserving functional $\mu = \frac{1}{2} \delta_{x'} + \frac{1}{2} \delta_{x''}$. Let $\varphi \in C(X)$ such that $\varphi(x') = 1$ and $\varphi(x) = 0$ for all $x \in X$. Then $\mu(\varphi) = \frac{1}{2} \varphi(x') = \frac{1}{2}$, and there are no points $x \in \text{supp } \mu$ satisfying equality $\mu(\varphi) = \varphi(x)$.

Theorem 2.2. For a compact Hausdorff space X , any order-preserving functional $\mu \in O(X)$ and every point $x_0 \in \text{supp } \mu$ there is a function $\varphi \in C(X)$ which satisfies the equation $\mu(\varphi) = \varphi(x_0)$.

3. On the space $O_f(X)$ of order-preserving functionals

For a compact Hausdorff space X put

$$O_f(X) = \{\mu \in O_\omega(X) : \text{there exists a unique point } x \in \text{supp } \mu = \{x_1, \dots, x_n\}$$

$$\text{such that } (\mu_x(1_X) \geq \frac{n}{n+1} \text{ and } \mu^x(1_X) \leq \frac{1}{n+1}) \text{ or}$$

$$(\mu_x(1_X) = 1 \text{ and } |\mu^x(0_X)| \geq \frac{n}{n+1})\} \quad (3.1)$$

The set $O_f(X)$ we consider a subspace of $O(X)$. Obviously, the set $\delta(X) = \{\delta_x : x \in X\}$ of all Dirac measures is a subset of $O_f(X)$.

The construction of the set $O_f(X)$ it was suggested in [10]. In [9] topological and categorical properties of the space $P_f(X)$ of probability measures, and in [7] topological and categorical properties of the space $I_f(X)$ of idempotent probability measures are explored. Note that $P_f(X)$ and $I_f(X)$ are subsets of $O_f(X)$.

Let us look at formula (3.1) in more detail. If an order-preserving functional $\mu \in O_\omega(X)$ is a probability measure, then it has the view $\mu = \sum_{i=1}^n \alpha_i \delta_{x_i}$ with $\alpha_i \geq 0$, $i = 1, 2, \dots, n$ and $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$, here $n \geq 2$. Then $\mu^{x_i}(0_X) = 0$ for every $i = 1, 2, \dots, n$, so, $\mu_{x_i}(0_X) = 0$, and the second condition

in (3.1) is not met. However, we can require the first condition to be fulfill:

$$\frac{n}{n+1} \leq \mu_{x_{i_0}}(1_X) = \alpha_{i_0} < \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \text{ for a unique } i_0 \in \{1, 2, \dots, n\}. \text{ So, } \mu \in O_f(X).$$

Consider the maximum case. Then an order-preserving functional $\mu \in O_\omega(X)$ has the form $\mu = \max\{\alpha_i + \delta_{x_i} : \alpha_i \leq 0, \max\{\alpha_1, \dots, \alpha_n\} = 0\}$. We have $\mu_{x_i}(1_X) = 1$ for all $\alpha_i = 0$. But it requires the uniqueness of such coefficients. Let $\alpha_{i_0} = 0$ is the unique coefficient. Then $\mu_{x_{i_0}}(1_X) = 1$. On the other side, $\alpha_i < 0$ for all $i \in \{1, \dots, n\} \setminus \{i_0\}$. Consequently, we have to require $\alpha_i \leq -\frac{n}{n+1}$ for $i \neq i_0$. Hence, $\mu_x(0_X) \leq -\frac{n}{n+1}$, and $\mu \in O_f(X)$.

In the minimum case an order-preserving functional $\mu \in O_\omega(X)$ has the form $\mu = \min\{\alpha_i + \delta_{x_i} : \alpha_i \geq 0, \min\{\alpha_1, \dots, \alpha_n\} = 0\}$. Let $\alpha_{i_0} = 0$ is the unique coefficient with $\mu_{x_{i_0}}(1_X) = 1$. Since $\alpha_i > 0$ for all $i \in \{1, \dots, n\} \setminus \{i_0\}$, we should require $\alpha_i \geq \frac{n}{n+1}$ for $i \neq i_0$. Hence, $\mu_x(0_X) \geq \frac{n}{n+1}$, and $\mu \in O_f(X)$.

For a point $x \in X$ we put

$$O_f^x(X) = \{\mu = \mu(\delta_{x_1}, \dots, \delta_{x_n}) \in O_f(X) : x \in \text{supp } \mu, \mu_x(1_X) \geq \frac{n}{n+1} \text{ or } |\mu^x(0_X)| \geq \frac{n}{n+1}\}.$$

It is easy to see that

$$O_f^x(X) \cap O_f^y(X) = \emptyset \text{ for every couple of } x, y \in X \text{ with } x \neq y$$

and

$$O_f(X) = \bigcup_{x \in X} O_f^x(X).$$

Let M be a subset in X . We put

$$\langle M \rangle = \{\mu \in O_f(X) : \text{there exists } x \in M \text{ such that } \mu \in O_f^x(X)\}.$$

Theorem 3.1. For an open set $U \subset X$ the set $\langle U \rangle$ is open in $O_f(X)$.

Proof. Clearly, $\delta_x \in \langle U \rangle$ for every $x \in U$. Indeed, $\delta_x \in O_f^x(X)$ for each $x \in X$, in particular, for $x \in U$.

Fix x_0 and $\mu_0 \in O_f^{x_0}(X)$ with $|\text{supp } \mu_0| \geq 2$. Consider a function $\varphi \in C(X)$, $\varphi : X \rightarrow [0, 1]$, such that $\varphi(x_0) = 1$ and $\varphi^{-1}((\frac{1}{2}, 1]) = U$. Then $\frac{2}{3} \leq \mu_{0x_0}(\varphi) \leq \mu_0(\varphi) \leq 1$, i.e., $\frac{2}{3} \leq \mu_0(\varphi) \leq 1$.

Let $\nu \in \langle \mu_0; \varphi; \frac{1}{6} \rangle \cap O_f(X)$. If $\text{supp } \nu = \{z\}$ and $z \notin U$ then $\nu = \delta_z$ and $\nu(\varphi) = \varphi(z) \leq \frac{1}{2}$. Adding $\frac{2}{3} \leq \mu_0(\varphi) \leq 1$ and $-\frac{1}{2} \leq -\nu(\varphi) \leq 0$ we get a contradiction $\frac{1}{6} \leq \mu_0(\varphi) - \nu(\varphi) \leq 1$. So, $z \in U$.

Consider the case $|\text{supp } \nu| \geq 2$. Let $\nu \in O_f^y(X)$. Then $\nu(\varphi) \geq \nu_y(\varphi) \geq \frac{2}{3}\varphi(y)$. Assuming $y \notin U$ we get $-\frac{1}{3} \leq -\nu(\varphi) \leq 0$, and consequently, $\frac{1}{3} \leq \mu_0(\varphi) - \nu(\varphi) \leq 1$. We received a contradiction again. So, $y \in U$.

Thus, $\langle \mu_0; \varphi; \frac{1}{6} \rangle \cap O_f(X) \subset \langle U \rangle$. Theorem 3.1 is proved.

Theorem 3.1 implies the following statement for closed subset.

Corollary 3.1. For a closed set $F \subset X$ the set $\langle F \rangle$ is closed in $O_f(X)$.

It is easy to see

$$[\langle M \rangle]_{O_f(X)} = \langle [M]_X \rangle$$

for an arbitrary $M \subset X$.

Now it is pretty clear that the following statement holds.

Proposition 3.1. *For a compact Hausdorff space X , the space $O_f(X)$ is also a compact Hausdorff space.*

Let $X, Y \in \mathfrak{Comp}$ and $h: X \rightarrow Y$ be a continuous map. Define the map $O(h): O(X) \rightarrow O(Y)$ by the formula $(O(h)(\mu))(\varphi) = \mu(\varphi \circ h)$, where $\mu \in O(X)$ and $\varphi \in C(Y)$. It is known [5] that $O(h)$ is well defined, continuous and $O(h \circ g) = O(h) \circ O(g)$.

Note that

$$O(h)(\mu) \in O_f^{h(x)}(Y) \text{ for each } \mu \in O_f^x(X). \quad (3.2)$$

Here $x \in X$. Indeed, according to (2.1) we have

$$\mu_{x_i}(\psi \circ h) = \mu(\epsilon, \dots, \epsilon, \psi \circ h(x_i), \epsilon, \dots, \epsilon) = O(h)(\mu)_{h(x_i)}(\psi),$$

$$\mu^{x_i}(\psi \circ h) = \mu(\psi \circ h(x_1), \dots, \psi \circ h(x_{i-1}), \epsilon, \psi \circ h(x_{i+1}), \dots, \psi \circ h(x_n)) = O(h)(\mu)^{h(x_i)}(\psi),$$

for each $\psi \in C(Y)$.

Consequently, $O(h)(O_f(X)) \subset O_f(Y)$. Put $O_f(h) = O(h)|_{O_f(X)}$. Then O_f becomes a covariant functor on the category $\mathfrak{Comp}$.

It is easy to see that the functors O_n of order-preserving functionals with finite support have finite degree:

$$\deg O_n = n, \quad n = 1, 2, \dots$$

The built functor O_f is interesting because of it has infinite degree:

$$\deg O_f = \infty,$$

despite the fact that every $\mu \in O_f(X)$ is an order-preserving functional with finite support.

The functor O_f satisfies the following properties that was obtained in [5] for the functor O

Proposition 3.2. *O_f is a monomorphic functor.*

Proposition 3.3. *The functor O_f is epimorphic.*

Proposition 3.4. *The functor O_f preserves weight of infinite compact Hausdorff spaces.*

Proposition 3.5. *The functor O_f is continuous.*

Proposition 3.6. *The functor O_f preserves intersections.*

Proposition 3.7. *The functor O_f preserves a singleton and the empty set.*

In [5] it was built an example that shows that the functor O is not preserves preimages. Unlike that case, for the functor O_f the property of preserving preimages takes place as well. The noted property is established in the following statement that gives a positive answer to Question 1 formulated in [10].

Proposition 3.8. *The functor O_f preserves preimages.*

Proof. Let X, Y be compact Hausdorff spaces, and $h: X \rightarrow Y$ a continuous map. Let $B \subset Y$ be an arbitrary closed subset. It requires to establish $O_f(h)^{-1}(O_f(B)) = O_f(h^{-1}(B))$.

We have

$$O_f(h^{-1}(B)) = \bigcup_{x \in h^{-1}(B)} O_f^x(h^{-1}(B))$$

and

$$O_f(h)^{-1}(O_f(B)) = O_f(h)^{-1}\left(\bigcup_{y \in B} O_f^y(B)\right) = \bigcup_{y \in B} (O_f(h)^{-1}(O_f^y(B))).$$

It remains to show

$$O_f(h)^{-1}(O_f^y(B)) = \bigcup_{x \in h^{-1}(y)} O_f^x(h^{-1}(B)).$$

Let $\mu \in O_f(h)^{-1}(O_f^y(B))$. Then $O_f(h)(\mu) \in O_f^y(B)$. By virtue of (3.2) there exists a point $x \in h^{-1}(y)$ such that $\mu \in O_f^x(h^{-1}(B))$. Consequently, $\mu \in \bigcup_{x \in h^{-1}(y)} O_f^x(h^{-1}(B))$.

Conversely, if $\mu \in \bigcup_{x \in h^{-1}(y)} O_f^x(h^{-1}(B))$ then there exists a unique $x \in h^{-1}(y)$ such that $\mu \in O_f^x(h^{-1}(B))$. Then $O_f(h)(\mu) \in O_f^y(B)$. Hence, $\mu \in O_f(h)^{-1}(O_f^y(B))$.

Proposition 3.8 is proved.

So, we have got the main result of the paper that is an affirmative answer to Question 2 in [10].

Theorem 3.2. *The functor $O_f: \text{Comp} \rightarrow \text{Comp}$ is normal.*

References

- [1] Arkhangel'sky A.V., Ponomarev V.I. Fundamentals of the general topology: problems and exercises. D. Reidel Publishing Company, 1983.
- [2] Borubaev A.A., Jiemuratov R.Ye. The functor of monetary risk measures and maps with uniformity properties of uniform spaces, TWMS J. Pure Appl. Math., 2022, Vol. 13, No 2, P. 158-167.
- [3] Engelking R. General topology. – Berlin: Heldermann. – 1989.
- [4] Jiemuratov R.E. On the dimension of the space of weakly additive functionals. Math. Notes, 2023, Vol. 113, No. 3, P. 345-355.
- [5] Radul T. On the functor of order-preserving functionals. Comment.Math.Univ.Carolin., 1998, Vol. 39, No. 3, P. 609-615.
- [6] Shchepin E.V. Functors and uncountable powers of compacta. Russian Math. Surveys. 1981, Vol. 36, Issue 3, P. 1-71.
- [7] Zaitov A.A., Ishmetov A.Ya. Homotopy properties of the space $I_f(X)$ of idempotent probability measures. Math. Notes, 2019, Vol. 106, No. 4, P. 562-571.
- [8] Zaitov A.A. The functor of order-preserving functionals of finite degree. Journal of Mathematics Sciences, 2006, Vol. 133, No. 5, P. 1602-1603.
- [9] Zaitov A.A. Geometrical and topological properties of a subspace $P_f(X)$ of probability measures. Russ Math., 2019, Vol. 63, No. 10, P. 24-32. <https://doi.org/10.3103/S1066369X19100049>
- [10] Zaitov A.A. On the functor O_f of order-preserving functionals. International conference on “Actual problems of algebra, analysis, topology and computational mathematics”. May 30-31, 2025, TIFT, Tashkent, Uzbekistan.

SOME PROPERTIES OF THE CURVATURE OF RIEMANNIAN MANIFOLDS
WITH POLYNOMIAL STRUCTURE*Aslonov Jasurbek**Assistant professor at National University of Uzbekistan**Ergashev Muxammadali**Master at National University of Uzbekistan*

Abstract: In 2002, the Argentine mathematician Vera Martha Winitzky de Spinadel introduced the concept of metallic structures, providing a new perspective on differential geometry. Her primary works focused on geometric fractals, which are widely applied in design and architecture. Additionally, her research in the field of “metallic averages”, which develops the classical concept of the golden section, has gained recognition among mathematicians. Turkish mathematicians C.E. Hreţcanu and M. Crasmareanu, continuing work in this area, introduced the same concept on Riemannian manifolds, leading to numerous new ideas for applications in various fields of science.

Keywords: Riemannian manifold, polynomial structure, metallic structure in Riemannian manifolds, golden structure.

Riemannian geometry is a fundamental branch of differential geometry, named after the German mathematician Bernhard Riemann (1826–1866). In Riemannian geometry, smooth manifolds are studied together with a Riemannian metric. In this context, tangent vectors and the angles between them are commonly considered; therefore, vector fields play a crucial role. A Riemannian metric can be viewed as a tensor field that defines an inner product at each tangent space. This naturally requires the introduction of several fundamental concepts, including the lengths of vectors and curves. Consequently, the notions of connection, curvature operator, and curvature tensor are introduced.

Let J be a smooth $(1,1)$ -tensor field on a smooth manifold M .

Definition [2]. If there exists a nontrivial tensor field J of type $(1,1)$ on a smooth manifold M such that

$$J^2 = pJ + qI$$

where p, q are positive integers, then this polynomial is called a metallic structure. In this case, the pair (M, J) is said to be a metallic manifold.

Remark [1]. A polynomial structure J is compatible with a connection ∇ on the manifold M , if $\nabla J = 0$.

Assume that X, Y, Z, W are smooth vector fields, and that the polynomial structure J is compatible.

Theorem. If the polynomial structure J is a golden structure on a Riemannian manifold, then the following relations hold:

1. $\langle R(JX, JY)W, Z \rangle = \langle R(X, Y)JW, JZ \rangle = \langle R(X, Y)W, JZ \rangle + \langle R(X, Y)W, Z \rangle;$
2. $\langle R(JX, JY)JW, Z \rangle = 2\langle R(X, Y)W, JZ \rangle + \langle R(X, Y)W, Z \rangle;$
3. $\langle R(JX, JY)JW, JZ \rangle = 3\langle R(X, Y)W, JZ \rangle + 2\langle R(X, Y)W, Z \rangle.$

REFERENCES

1. A. D. Nezhad, S. Beizavi. A new approach to the chromatic polynomial structure on Finsler manifolds. Mathematical Analysis and Convex Optimization, 2 (2021), no. 2, 1-16.
2. C.E. Hreţcanu, M. Crasmareanu. Metallic structures on Riemannian manifolds. Revista de la Uni'ón Matem'atica Argentina, 54 (2013), no. 2, 15–27.
3. J.M. Lee. Introduction to Riemannian Manifolds. Department of Mathematics, University of Washington, WA, USA, 2018.
4. M. Gök. A study of submanifolds of metallic Riemannian manifolds. Journal of Geometry, 112(3) (2021), no. 34, 1-27.
5. S.I. Goldberg, K. Yano. Polynomial structures on manifolds. Kodai Mathematical Journal, 22 (1970), no. 2, 199-218.

ЭЛЕМЕНТАРНЫТ МАТЕМАТИЧЕСКИТ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ У ДЕТЕЙ В ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Гульнар Сулаймон кызы Ибрагимли

Бакинский славянский университет, магистр, Баку, Азербайджан

Махир Джалал оглы Джалалов

Бакинский славянский университет, к.ф.-м.н., доцент, Баку, Азербайджан

Annotatsiya. Maktabgacha yoshdagi bolalarda elementar matematik tushunchalarni shakllantirish ularning har tomonlama rivojlanishining ajralmas qismidir. Bu jarayon maktabda muvaffaqiyatli o'qishga tayyorgarlik ko'rish va mantiqiy fikrlashni rivojlantirishda asosiy rol o'ynaydi. Bu vazifani amalga oshirishda maktabgacha ta'lim muassasalarining o'ziga xos imkoniyatlari mavjud.

Kalit so'zlar: matematik tushunchalar, metodlar, didaktik o'yinlar, ko'rgazmali qurollar, zamonaviy texnologiyalar, o'qituvchi va ota-onalar o'rtasidagi hamkorlik.

Abstract. Formation of elementary mathematical concepts in preschool children is an integral part of their comprehensive development. This process plays a key role in preparation for successful schooling and formation of logical thinking. Preschool educational institutions have unique opportunities to implement this task.

Key words: mathematical concepts, methods, didactic games, visual aids, modern technologies, cooperation between teacher and parent.

Аннотация. Формирование элементарных математических представлений у детей дошкольного возраста является неотъемлемой частью их всестороннего развития. Этот процесс играет ключевую роль в подготовке к успешному обучению в школе и формировании логического мышления. Дошкольные образовательные учреждения обладают уникальными возможностями для реализации этой задачи.

Ключевые слова: математические понятия, методы, дидактические игры, наглядные пособия, современные технологии, сотрудничество учителя и родителя.

Элементарные математические понятия включают счет, размер, форму, пространство и т.д. Такие понятия подразумеваются. Дети, освоившие это понятие, теперь могут легко определять количество предметов, различать формы и размеры, усваивать пространственные понятия (вправо, влево, вверх, вниз и т.д.), понимать начальные понятия времени. Для формирования этих представлений используется ряд методов. Примерами таких методов являются игры, использование технологий, повседневные занятия и наглядные пособия. Существует несколько видов дидактических игр: предметные дидактические игры, настольные дидактические игры и словесные игры. Как мы знаем, в предметные и словесные

игры можно играть как во время занятий, так и во внеурочное время. В настольные и карточные игры в основном играют вне занятий. Эти игры развивают у детей понимание, память, восприятие и внимание. Одной из главных особенностей игр является то, что дети преодолевают трудности, в результате чего верят в свои силы и становятся более активными. Ежедневные действия включают в себя распределение еды по количеству детей, расстановку вещей по порядку, подсчет и уборание игрушек и т.д. Такие действия также оказывают фундаментальное влияние на формирование математических представлений у детей. В это время дети не только учатся считать, но и приобретают понятие последовательности. Кроме того, дети теперь могут определять количество, размер и форму объектов, с которыми они сталкиваются в природе. С помощью карточек они могут визуально увидеть количество, форму и размер определенных предметов и объектов и лучше их запомнить [1]-[4].

Занятия, игры и методы, используемые для формирования элементарных математических представлений у детей дошкольного возраста, должны быть организованы с учетом возрастных и индивидуальных особенностей каждого ученика, оказывать положительное влияние на будущие умения и навыки детей, готовить их к получению знаний на следующих этапах обучения. Если все это принять во внимание, то этот процесс будет эффективным и устойчивым. Также формирование математических представлений у детей в этот период приводит к развитию таких навыков, как математическое и аналитическое мышление, решение задач и понимание окружающего мира.

Педагогическая работа должна строиться на основе принципов наглядности, доступности и индивидуализации. Важно учитывать возрастные особенности детей и их уровень развития [5]-[6].

Список использованных литератур:

1. Azərbaycan Respublikasında məktəbəqədər təhsilin proqramı (kurikulumu) (3-6 yaş).
2. Məktəbəqədər təhsilin dövlət standartı və proqramı.
3. Nəzərli Z. Sadə riyazi təsəvvürlərin formalaşması metodikası. Bakı, 2014.
4. Metlina L.S. Uşaq bağçasında riyaziyyat. Maarif nəşriyyatı, Bakı -1985.
5. Белошистая А.В. Формирование и развитие математических способностей дошкольников. М., 2004.
6. Будько Т.С. Теория и методика формирования элементарных математических представлений у дошкольников: конспект лекций. Брест, 2006.

MAKTABDA O'QUVCHILARDA MATEMATIKA DARSLARIDA KVANTORLAR VA ULARGA BOG'LIQ TUSHUNCHALARNI SHAKLLANTIRISH

O'rolova O.

*Samarqand davlat veterinariya meditsinasi,
chorvachilik va biotexnologiyalar akademik litseyi o'qituvchisi*

Quljonov O'N.

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, dotsent, PhD

Ostonov Q.

*Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti,
dotsent, pedagogika fanlari nomzodi*

Annotatsiya: maktabda o'quvchilarda matematika darslarida kvantorlar va ularga bog'liq tushunchalarni shakllantirish haqida fikrlar yuritilgan bo'lib, unda predikatlar haqida tushunchalar, umumiylik va mavjudlik kvantorlari va ularning xossalari hamda kvantorlar yordamida ifodalandigan matematikadagi teoremlarini o'quvchilarga bayon qilish mazmuni va ularga dior misollar keltirilgan.

Kalit so'zlar: predikatlar, umumiylik kvantori, mavjudlik kvantori, mavjudlik va yagonalik teoremasi, ekvivalent predikatlar, bog'langan o'zgaruvchi, mulohazalar, rost va yolg'on mulohazalar, tub son, natural son.

Аннотация: В статье рассматривается формирование кванторов и связанных с ними понятий на уроках математики для школьников, включающее понятия предикатов, кванторов всеобщности и существования и их свойства, а также содержание объяснения учащимся теорем, выраженных с помощью кванторов, и приводятся их примеры.

Ключевые слова: предикаты, квантор универсальности, квантор существования, теорема, эквивалентные предикаты, связанная переменная, высказывания, истинные и ложные высказывания, простое число, натуральное число.

Abstract: The article discusses the formation of quantifiers and related concepts in mathematics lessons for schoolchildren, including the concepts of predicates, universal and existential quantifiers and their properties, as well as the content of explaining to students theorems expressed using quantifiers, and provides examples of them.

Keywords: predicates, universal quantifier, existential quantifier, theorem, equivalent predicates, bound variable, statements, true and false statements, prime number, natural number.

Ta'rif. O'zgaruvchilarni ruxsat etilgan qiymatlari bilan almashtirish natijasida mulohazaga aylanadigan o'zgaruvchilarga ega bo'lgan jumlar predikatlar deb ataladi.

Ta'rif. Bitta o'zgaruvchiga ega bo'lgan predikat bir o'rinli (xossali), ikki yoki undan ortiq o'zgaruvchili – ikki o'rinli, uch o'rinli va hokazo (munosabat) deyiladi. Belgilanishi: $R(x)$, $Q(x, y)$, $S(x, y, z)$, $P(x_1, x_2, \dots, x_n)$. Masalan: 1) $R(x) = "x - 5 \text{ ga bo'linadi}"$ – bir o'rinli, $\langle x^2 - 2x = 0 \rangle$ – bir o'rinli predikat 3 $Q(x, y) = "x \text{ daryosi } u \text{ dengizga oqadi}"$ – ikki o'rinli predikat 4) $\langle x + y = z \rangle$ – uch o'rinli predikat. Predikatni berishda o'zgaruvchilar qabul qilishi mumkin bo'lgan qiymatlar to'plamini ko'rsatish kerak. U predikatning aniqlanishi sohasi deyiladi va u U bilan belgilanadi¹.

Ta'rif. Predikat, agar u o'zgaruvchilarning har qanday ruxsat etilgan qiymatlari uchun rost tasdiqqa aylansa, ya'ni uning rostlik to'plami uning aniqlanish sohasi bilan ustma-ust tushsa, shunda u rost deb ataladi.

Ta'rif. Predikat o'zgaruvchilarning barcha ruxsat etilgan qiymatlari uchun yolg'on tasdiqqa aylansa, ya'ni uning rostlik to'plami bo'sh bo'lsa, shunda u yolg'on deb ataladi². Tenglamani

yechish jarayonida uning ustida turli xil almashtirishlar amalga oshiriladi va natijada olingan predikat berilgan predikatga ekvivalent bo'lishi muhim, ya'ni rostlik sohasi o'zgarmagan bo'lishi kerak. $x^2 = 9$ tenglamani yechish misolida ekvivalent almashtirishlar zanjiriga misol keltiramiz $x^2 = 9 \Leftrightarrow x^2 - 9 = 0 \Leftrightarrow (x - 3)(x + 3) = 0 \Leftrightarrow (x = 3) \vee (x = -3) \Rightarrow \{3; -3\}$ -berilgan to'plamning rostlik to'plami

Predikatlar ustida kvantor amallar Predikatlar algebrasida mulohazalar algebrasida mavjud bo'lmagan yana ikkita mantiqiy amal qo'llaniladi. Bular *kvantorlarni taqib qo'yish* operatsiyalari. Ushbu amallarni predikatlarga qo'llash natijasida biz yana predikatlar yoki mulohazalarni olishimiz mumkin³.

Umumiylik kvantori. U to'plamda $R(x)$ predikati aniqlangan bo'lsin "U dan har qanday x uchun $R(x)$ bajariladi" yoki "U dagi barcha xlar $R(x)$ xossaga ega" degan tasdiq $\forall x R(x)$ belgisi bilan belgilanadi. $\forall$ operatsiya belgisi umumiylik kvantori deyiladi. Ko'rinib turibdiki, $\forall x R(x)$ mulohaza. Masalan: $R(x) = "x \text{ tub son}"$ N to'plamda aniqlangan bo'lsin, u holda $\forall R(x) = \forall x (x - \text{tub son})$ tasdig'i yolg'on ("har qanday natural son tub", "barcha natural sonlar tub").

Ta'rif. Bir o'rinli $R(x)$ predikatidan $\forall R(x)$ mulohazasiga o'tish o'tish x predmet o'zgaruvchisini umumiylik kvantori bilan bog'lash amali deyiladi. Bunda x o'zgaruvchisi bog'langan deb ataladi. Umumiylik kvantori bilan bog'lanmagan o'zgaruvchi erkin o'zgaruvchi deyiladi. $\forall x R(x)$ tasdiq faqat va faqat $R(x)$ - aynan rost predikat bo'lganda rost bo'ladi.

Mavjudlik kvantori. $R(x)$ predikati U to'plamda aniqlansin. "U da $R(x)$ xossaga ega bo'lgan x mavjud" tasdig'i $\exists x R(x)$ belgisi bilan belgilanadi. $\exists$ amalning belgisi mavjudlik kvantori deyiladi. $\exists x R(x)$ tasdiq faqat va faqat $R(x)$ - aynan yolg'on predikat bo'lganda yolg'on bo'ladi. Predikatlar algebrasida kvantorlar bilan bog'liq ekvivalentliklar mavjud.

1. Agar predikat $M = \{a_1; a_2; \dots; a_n\}$, chekli to'plamda aniqlangan bo'lsa u holda $\forall x R(x) \equiv R(a_1) \wedge R(a_2) \wedge \dots \wedge R(a_p)$; b) $\exists x R(x) \equiv R(a_1) \vee R(a_2) \vee \dots \vee R(a_p)$. Demak, kvantorlar konyunksii va diszyunksii yozuvining boshqacha shakli.

2. Inkor belgisini kvantor belgisiga kvantorni uning ikkilanmasiga almashtirish bilan kiritish mumkin, ya'ni a) $\forall x R(x) \equiv \exists x \neg R(x)$; b) $\exists x R(x) \equiv \forall x \neg R(x)$ Bu qoida ko'p o'rinli predikatlar uchun to'g'ri keladi. Masalan: $\forall x \exists y \forall z P \equiv \exists x \forall y \exists z \neg P$.

3. Umumiylik kvantori konyunksiyaga nisbatani taqsimot xossasiga ega, ya'ni:

с. ¹. Груденов Я.И. Совершенствование методики работы учителя математики. – М.: Просвещение, 1990. – 223 с.

². Далингер В. А. Методика обучения учащихся доказательству математических предложений: кн. для учителя – М: Просвещение, 2006. – 256

³. Метельский Н. В. Дидактика математики: Общая методика и ее проблемы: Учеб. пособие для вузов. — Мн.: БГУ им. В. И. Ленина, 1982.

$$\forall x (P(x) \wedge Q(x)) \equiv \forall x R(x) \wedge \forall x Q(x).$$

4. Mavjudlik kvantori diszyunksiyaga nisbatan distributiv xossasiga ega, ya'ni: $\exists x (P(x) \vee Q(x)) \equiv \exists x R(x) \vee \exists x Q(x)$.

5. Bir xil ismli kvantorlarni o'rin almashtirish mumkin, ya'ni

$$a) \forall x \forall y R(x; y) \equiv \forall y \forall x R(x; y); b) \exists x \forall y R(x; y) \equiv \exists y \exists x R(x; y).$$

Turli ismli kvantorlarni o'rinini almashtirish mumkin emas.

*Section 4: Computational
mathematics and mathematical
modeling*

THE ALGORITHM FOR NUMERICALLY SOLVING THE FREDHOLM INTEGRAL EQUATION USING A WEIGHTED OPTIMAL QUADRATURE FORMULA

Babaev Samandar Samiyevich^{1,2,3}

PhD., Associate professor

¹Tashkent International University,

head of the department "Exact science and digital technologies"

Polvonov Sarvarbek Zafar ugli³

²V.I. Romanovskiy Institute of

Mathematics, Uzbekistan Academy of Sciences

bssamandar@gmail.com

³Bukhara State University, 11, M.Ikbol str., Bukhara 200114, Uzbekistan

Annotation. This work addresses the construction of an optimal quadrature formula for the approximate calculation of weighted integrals with high precision. Using the derived quadrature formulas, several linear integral equations are approximately solved.

Keywords. the weighted optimal quadrature formula with derivatives; the extremal function; the error functional; optimal coefficient; Lagrange function.

In this work, we consider a quadrature formula of the following form:

$$\int_0^1 p(x)\varphi(x)dx \cong \sum_{\beta=0}^N \sum_{\alpha=0}^{m-2} C_{\beta,\alpha}^{(L)} \varphi^{(\alpha)}(x_{\beta}) + \sum_{\beta=0}^N C_{\beta,m-1}^{(W)} \varphi^{(m-1)}(x_{\beta}), \quad (1)$$

where, $p(x)$ is the weight function, x_{β} are nodes of quadrature formula (1) and function φ belongs to the linear space $W_2^{(m,m-1)}(0,1)$ which is defined as

$W_2^{(m,m-1)}(0,1) = \{\varphi : [0,1] \rightarrow \mathbb{R} \mid \varphi^{(m-1)} \text{ is abs. cont, and } \varphi^{(m)} \in L_2(0,1)\}$. Here, $C_{\beta,\alpha}^{(L)}$ are known coefficients for $\alpha = 0, m-2$, $C_{\beta,m-1}^{(W)}$ are unknown coefficients of the quadrature formula (1).

Theorem: The optimal coefficients of the quadrature formulas of the form (1) in the Hilbert space $W_2^{(m,m-1)}(0,1)$ are defined as follows:

$$C_{0,m-1}^{(W)} = \frac{2}{1-e^{2h}} [F_m(0) - e^h F_m(h) + \frac{t_m}{4} (1 - e^{2h})],$$

$$C_{\beta,m-1}^{(W)} = \frac{2}{1-e^{2h}} [(1 + e^{2h}) F_m(h\beta) - e^h (F_m(h(\beta+1)) + F_m(h(\beta-1)))], \quad \beta = \overline{1, N-1},$$

$$C_{N,m-1}^{(W)} = \frac{2}{1-e^{2h}} [e^{2h} F_m(1) - e^h F_m(1-h) + \frac{t_m e}{4} (1 - e^{2h})].$$

Here, $F_m(h\beta)$ and t_m are known quantities.

Now, we consider the algorithm for numerical solving of the Fredholm integral equation

$$\phi(x) = f(x) + \lambda \int_a^b K(x,t)\phi(t)dt,$$

where, $\phi(x)$ is the unknown function, $f(x)$ is the given data or input function, $K(x,t)$ is the kernel that describes the relationship between x and t , λ is a scalar parameter.

Algorithm: The Weighted Optimal Quadrature Formula for Numerical Solution of Fredholm Integral Equation of the Second Kind

Input:

- Lower and upper limits of integration: a and b
- Number of subintervals: N
- Constant parameter: λ

Step-by-step Procedure:

Define the known function $f(x)$

Define the kernel function $K(x, s)$

Compute the step size: $h = (b - a) / N$

Discretize the interval $[a, b]$: $x_i = a + i * h$, for $i=0, 1, \dots, N$

For each $i=0$ to N , do:

Set $p(s) = K(x_i, s)$

Set $B_i = f(x_i)$

For each $j = 0$ to N , do:

Set $C_{i,j} = -\lambda * C_j$

If $i = j$, then set $C_{i,j} = 1 + C_{i,j}$

Solve the linear system: $y = C^{-1}B$, where $y = (y_0, y_1, \dots, y_N)^T$

Output: The vector y representing the approximate values of the solution $\varphi(x)$ at the nodes $x_0, x_1, \dots, x_N$

COMPARATIVE ANALYSIS OF UNKNOWN PARAMETERS OF THE GAMMA DISTRIBUTION UNDER RIGHT-CENSORING USING MLE AND BAYESIAN METHODS

Mirkamol Berdimuradov

PhD student of National University of

Uzbekistan, University Street 4, Tashkent 100149, Uzbekistan *E-mail:*

mirkamol1403@gmail.com

Abstract. Right-censored data is commonly encountered in lifetime analysis, reliability studies, and economic modeling. When modeling such data with the Gamma distribution, estimating parameters accurately becomes challenging due to information loss from censoring. In this study, we evaluate and compare the performance of Maximum Likelihood Estimation (MLE) and Bayesian estimation for the Gamma distribution in two distinct settings: $\text{Gamma}(\theta, \beta)$ and $\text{Gamma}(\alpha; \theta)$, where θ is treated as an unknown parameter. Bayesian estimation employs suitable priors (Inverse-Gamma and Gamma distributions), and posterior summaries are obtained via Monte Carlo integration. The MLE approach is implemented using the Expectation-Maximization (EM) algorithm adapted for each case. The methods are assessed using the Mean Squared Error (MSE) and visualized both graphically and in tabular format.

Key words: Gamma distribution, Right-Censoring, Bayesian estimation, Maximum likelihood estimation, EM algorithm.

Annotatsiya: O'ngdan senzuralangan ma'lumotlar umr davomiyligi tahlili, ishonchlilik tadqiqotlari va iqtisodiy modellashtirishda keng uchraydi. Ushbu turdagi ma'lumotlarni gamma taqsimoti yordamida modellashtirishda parametrlarni aniq baholash senzuralash tufayli axborot yo'qotilishi sababli murakkablashadi. Ushbu tadqiqotda biz gamma taqsimoti uchun Maksimal o'xshashlik bahosi (MLE) va Bayes baholash usullarining ikki xil sharoitdagi samaradorligini baholaymiz va solishtiramiz: $\text{Gamma}(\theta, \beta)$ va $\text{Gamma}(\alpha; \theta)$, bu yerda θ noma'lum parametrlar sifatida qabul qilinadi. Bayes baholashida mos aprior taqsimotlar (invers-gamma va gamma taqsimotlari) qo'llaniladi hamda posterior xulosalar Monte Karlo integratsiyasi yordamida olinadi. MLE yondashuvi esa har bir holatga moslashtirilgan Kutish-maksimizatsiya (EM) algoritmi orqali amalga oshiriladi. Usullar o'rtacha kvadrat xatolik (MSE) mezonida baholanadi va natijalar grafik va jadval shaklida tasvirlanadi.

Kalit so'zlar: Gamma taqsimoti, o'ngdan senzuralash, Bayes baholash usuli, Maksimal o'xshashlik bahosi, EM algoritmi.

Аннотация: Данные с правым цензурированием часто встречаются в анализе времени жизни, исследованиях надежности и экономическом моделировании. При моделировании таких данных с использованием гамма-распределения точное оценивание параметров становится затруднительным из-за потери информации вследствие цензурирования. В данном исследовании мы оцениваем и сравниваем эффективность метода максимального правдоподобия (MLE) и байесовского оценивания для гамма-распределения в двух различных случаях: $\text{Gamma}(\theta, \beta)$ и $\text{Gamma}(\alpha; \theta)$, где θ рассматривается как неизвестный параметр. Для байесовского оценивания применяются подходящие априорные распределения (инверсное гамма и гамма-распределения), а апостериорные характеристики вычисляются с помощью интегрирования Монте-Карло. Метод MLE реализуется с использованием алгоритма ожидания-максимизации (ЕМ), адаптированного для каждого случая. Методы оцениваются с использованием средней квадратичной ошибки (MSE), а результаты визуализируются как в графическом, так и в табличном виде.

Ключевые слова: гамма-распределение, правое цензурирование, байесовская оценка, метод максимального правдоподобия, алгоритм ЕМ.

Right-Censoring Model for Gamma Distribution

Let $X \sim \text{Gamma}(\alpha, \beta)$, where either α or β is known and the other is to be estimated.

Where observe $C^{(n)} = \{(Z_i, \delta_i), i = 1, \dots, n\}$ where: $Z_i = \min(X_i, Y_i)$ is the observed value, $\delta_i = I(X_i \leq Y_i)$ is the indicator of censoring and $Y \sim \text{Gamma}(\alpha_0, \beta_0)$ is random censoring sample.

Bayesian estimation

First of all, we have the likelihood function to find posterior distribution

$$L(Z^{(n)}; \theta_1, \theta_2) = \prod_{i=1}^n \left[(f(X_i; \theta_1, \theta_2)(1 - G(Y_i)))^{\delta_i} \cdot ((1 - F(X_i; \theta_1, \theta_2))g(Y_i))^{1-\delta_i} \right],$$

based on Bayesian theorem posterior distribution is

$$\pi(\theta | Z^{(n)}) \propto L(Z^{(n)}; \theta) \cdot p(\theta), \text{ where } \theta = \{\theta_1, \theta_2\}$$

Where, we can use follow priors respectively:

$$\theta_1 \sim \text{Inverse} - \text{Gamma}(a, b) \text{ and } \theta_2 \sim \text{Gamma}(a_1, b_1).$$

Maximum likelihood estimation via EM algorithm

The EM algorithm has two steps: E-step: for β using $\hat{\beta} = \frac{1}{\alpha n} \sum_{i=1}^n \tilde{X}_i$; M-step: α using

Newton-Raphson method within M-step. Censored values X_i are replaced in the E-step using samples from the censored gamma distribution $\tilde{X}_i | X_i > Y_i$.

Conclusion

This study shows that both Bayesian and (MLE) approaches perform effectively under right-censoring conditions. Notably, the Bayesian approach demonstrates superior robustness, particularly in situations with high levels of censoring and small sample sizes. Although MLE displays sensitivity to initial parameter values, it achieves outcomes comparable to those of Bayesian estimation when paired with (EM) adaptations, especially in larger datasets.

References

1. Abdushukurov, A. A., Nurmukhamedova, N. S. 2020. Asymptotic Properties of Bayesian Type Estimates in the Competing Risk Model under Random Censoring. Journal of Mathematical Sciences. 245(3): 341–349.
2. Berdimuradov, M. B. 2024. Estimation of unknown parameter of gamma distribution in incomplete models of statistics. ACTA NUUZ. 1(1): 43–52.
3. Ibrahim, J. G., Chen, M. H., Sinha, D. (2001). Bayesian Survival Analysis. Springer.
4. Lawless, J. F. (2003). Statistical Models and Methods for Lifetime Data. Wiley.

UPPER BOUND LIMIT VALUE USING NON LINEAR DIFFERENCE EQUATIONS

Rahela Abdul Rahim*PhD Assoc. Prof**Universiti Utara Malaysia***Zahriddin Muminov***PhD Professor**Tashkent State University of Economics***Javlon Karimov***PhD Assoc. Prof**Tashkent State University of Economics***Introduction.**

Solutions to non linear difference equations have been found in many studies such as in ([1], [2], [3] and [4]. Most studies focus on developing the theoretical solutions. However, this study emphasize on the application of Non Linear Difference equation. A mathematical model was first developed for a set of data concerning the recommended fats intake for boys and girls. Studies in trends in individual consumption of dietary fat were described in [5] and [6]. Mathematical model for modeling the pattern of individual fat consumption rate were shown in [7], [8] and [9]. However the studies were not involved the upper bound limit which will be the main work of this article. The dataset used in this study was collected from the Recommended Nutrient Intakes (RNI) report by Ministry of Health Malaysia.

Keywords. Non Linear Difference Equation, Equilibrium, Fat Consumption

Table 1. Recommended fats consumption for individuals (Source: Recommended Nutrient Intakes (RNI) report by Ministry Of Health Malaysia)

Age/ Life stage group	No of Period	Recommended Fats Consumption For Boys (g/day)	Recommended Fats Consumption For Girls (g/day)
0 – 2 months	0	31	28
3 – 5 months	1	36	33
6 – 8 months	2	28	25
9 – 11 months	3	32	29
1 – 3 years	4	38	35
4 – 6 years	5	51	47
7 – 9 years	6	68	63
10 – 12 years	7	75	67
13 – 15 years	8	86	70

16 – 18	9	91	74
years			

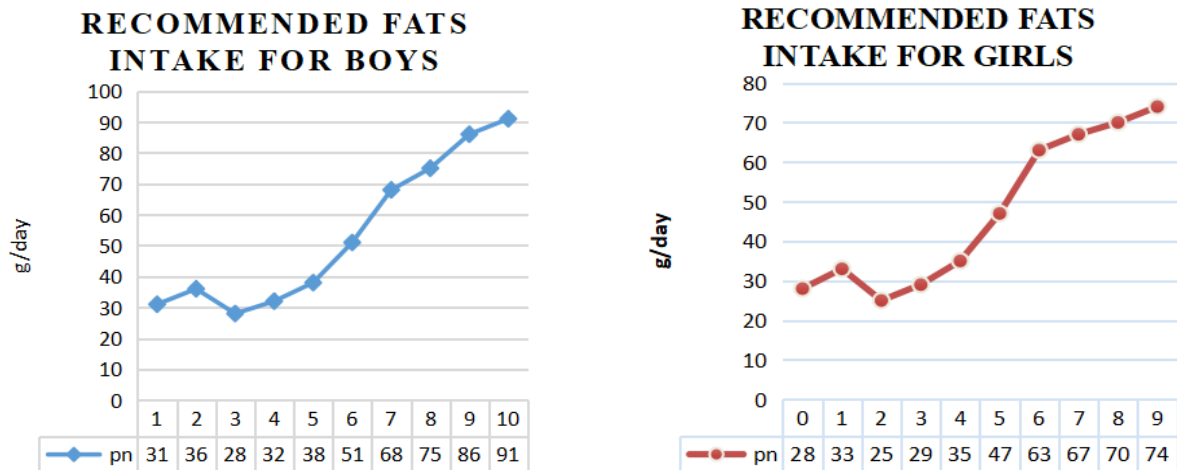
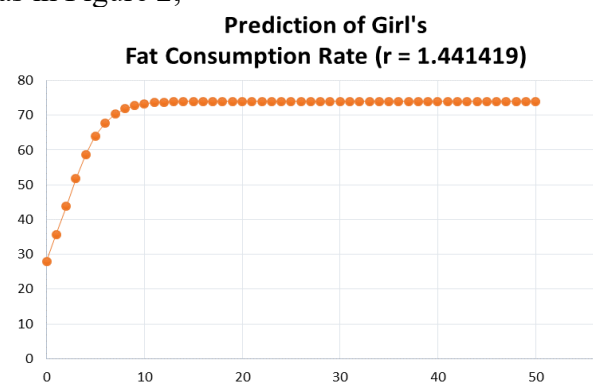
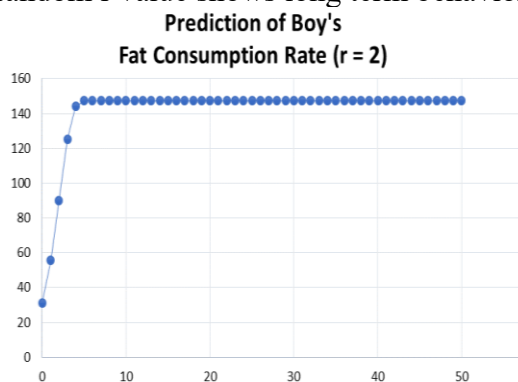


Figure 1: Graph of recommended fats intake for boys and girls

First, the change model following Linear First Difference method $\Delta p_n = p_{n+1} - p_n$ was constructed. Followed by estimating the constant, $k = \frac{\Delta p_n}{p_n(P_{max} - p_n)} = 0.004906$ for boys and 0.005965 for girls. Using algebra, we obtained $0.003392 P_{n+1} = 1.446423 (1 - 0.003392 P_n)$ for boys and $0.004138 P_{n+1} = 1.441419 (1 - 0.004138 P_n)$ for girls. By transforming the linear difference equation into its compatible non linear form, $a_{n+1} = r (1 - a_n)a_n$ and let $a_n = 0.003392 P_n$, the equation for the Non Linear Difference equation for boys dataset finally can be formed: $a_{n+1} = 1.446423 (1 - a_n)a_n$, where $r = 1.446423$ and $a_{n+1} = 1.441419 (1 - a_n)a_n$, $r = 1.441419$ for girls dataset.

The importance of the constant r is to determine the equilibrium value of the data sequence in the long term. Using a new equivalent non-linear equation, a newly generated non-linear data set a_n was formed. However, after manipulating the r , the long term behavior of a_n can be observed when n is sufficiently large. The purpose was to see the long term phenomena of a_n and the range of r that serve equilibrium value for a_n . Figure 2 shows that upper bound value for the dataset is $r = 2$. Other random r value shows long term behavior such as in Figure 2;



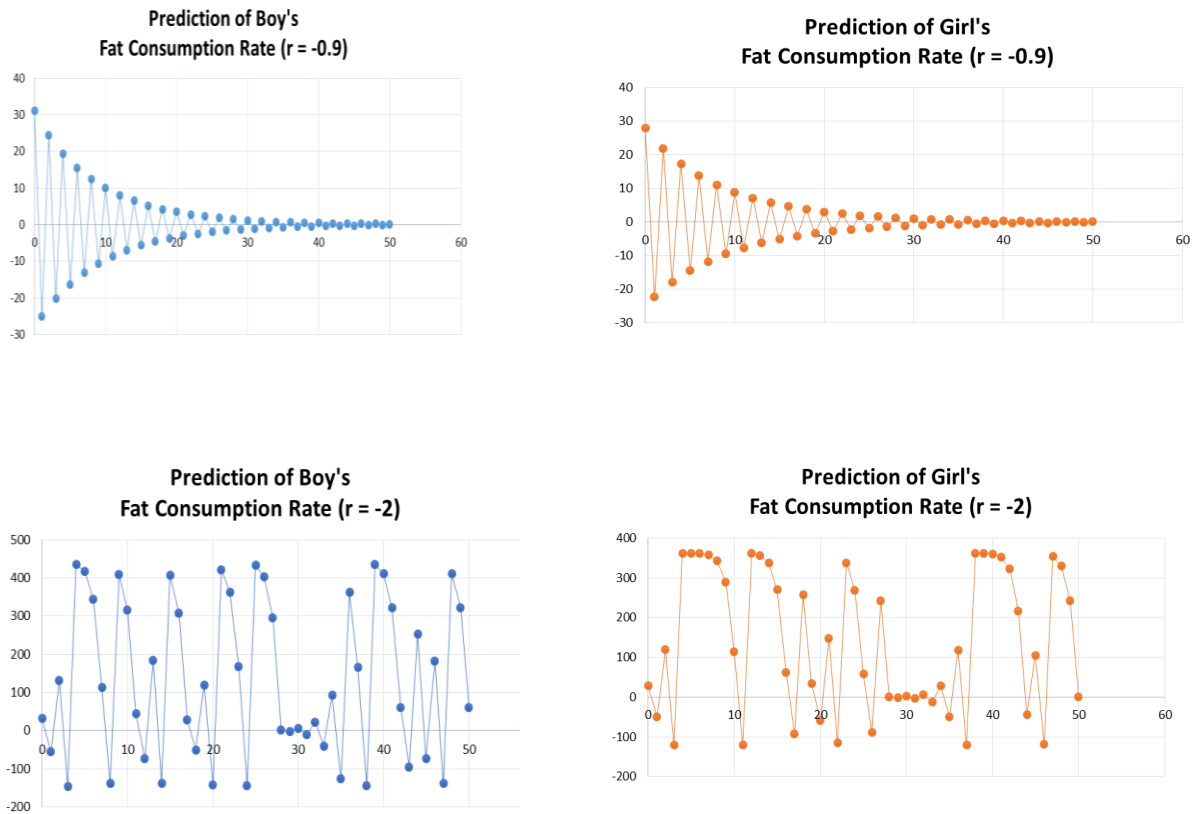


Figure 2: Prediction of fat consumption rate for boys and girls with different constant r .

Since at equilibrium $a = r(1 - a)a$, then $a = 1 - \frac{1}{r}$. $f(r) = 1 - \frac{1}{r}$. Equilibrium value gives an indication of when the maximum value of the subject's change becomes constant. It serves as upper bound limit value for the developed non linear difference equation. The stability of the equilibrium value was tested using first derivative, $f'(r) = \frac{1}{r^2}$, $f'(1.446423) = \frac{1}{(1.446423)^2} = 0.47798$ for boys dataset and $f'(1.441419) = \frac{1}{(1.441419)^2} = 0.481304$ for girls dataset.

Since $|r| < 1$. Therefore, equilibrium values is stable. For further prediction of recommended fat intake for boys, the following term,

$p_n = \frac{0.003392}{a_n}$ is applied and for further prediction of recommended fat intake for girls, $p_n = \frac{0.004183}{a_n}$ is applied.

Table 2. Normalized Value, a_n and Predicted value, p_n for Boy's fat consumption rate

n	a_n	p_n	n	a_n	p_n
0	0.10	31	2	0.30	90.999921
51			6	86	43
1	0.13	40.124691	2	0.30	90.999956
61	77		7	86	51
2	0.17	50.139070	2	0.30	90.999975
01	73		8	86	92
3	0.20	60.189619	2	0.30	90.999986
41	58		9	86	67
4	0.23	69.287158	3	0.30	90.999992
50	41		0	86	62
5	0.26	76.667469	3	0.30	90.999995
00	59		1	86	92
6	0.27	82.058096	3	0.30	90.999997
83	32		2	86	74

7	0.29	85.657716	3	0.30	90.999998
05	55		3	86	75
8	0.29	87.902625	3	0.30	90.999999
81	23		4	86	31
9	0.30	89.238300	3	0.30	90.999999
27	42		5	86	62
1	0.30	90.009538	3	0.30	90.999999
0	53		6	86	79
1	0.30	90.446890	3	0.30	90.999999
1	68		7	86	88
2	0.30	90.692310	3	0.30	90.999999
2	76		8	86	93
3	0.30	90.829205	3	0.30	90.999999
3	81		9	86	96
4	0.30	90.905309	4	0.30	90.999999
4	83		0	86	98
5	0.30	90.947537	4	0.30	90.999999
5	85		1	86	99
6	0.30	90.970944	4	0.30	90.999999
6	85		2	86	99
7	0.30	90.983911	4	0.30	91
7	86		3	86	
8	0.30	90.991092	4	0.30	91
8	86		4	86	
9	0.30	90.995068	4	0.30	91
9	86		5	86	
0	0.30	90.997269	4	0.30	91
0	86		6	86	
1	0.30	90.998488	4	0.30	91
1	86		7	86	
2	0.30	90.999163	4	0.30	91
2	86		8	86	
3	0.30	90.999536	4	0.30	91
3	86		9	86	
4	0.30	90.999743	5	0.30	91
4	86		0	86	
5	0.30	90.999858			
5	86				

Table 3. Normalized Value, a_n and Predicted value, p_n for Girl's fat consumption rate

n	a_n	p_n	n	a_n	p_n
0	0.1159	28	26	0.3062	73.99993675
1	0.1477	35.68307439	27	0.3062	73.99996467
2	0.1814	43.83897823	28	0.3062	73.99998026
3	0.2141	51.72622899	29	0.3062	73.99998898
4	0.2425	58.59887133	30	0.3062	73.99999384
5	0.2648	63.98232495	31	0.3062	73.99999656
6	0.2806	67.80569323	32	0.3062	73.99999808
7	0.2910	70.31109884	33	0.3062	73.99999893
8	0.2974	71.85827612	34	0.3062	73.99999994
9	0.3012	72.77631156	35	0.3062	73.99999967

10	0.3034	73.30753848	36	0.3062	73.99999981
11	0.3046	73.61034377	37	0.3062	73.9999999
12	0.3053	73.78143969	38	0.3062	73.99999994
13	0.3057	73.87763139	39	0.3062	73.99999997
14	0.3060	73.93155788	40	0.3062	73.99999998
15	0.3061	73.96174158	41	0.3062	73.99999999
16	0.3062	73.97862084	42	0.3062	73.99999999
17	0.3062	73.98805528	43	0.3062	74
18	0.3062	73.99332705	44	0.3062	74
19	0.3062	73.99627235	45	0.3062	74
20	0.3062	73.99791772	46	0.3062	74
21	0.3062	73.99883685	47	0.3062	74
22	0.3062	73.99935028	48	0.3062	74
23	0.3062	73.99963708	49	0.3062	74
24	0.3062	73.99979728	50	0.3062	74
25	0.3062	73.99988676			

Since the predicted value, p_n is gradually approached to 91g/day for boy and 74g/day for girl as n became larger, hence we can say the equilibrium level or the upper limit bound is found at 91g/day and 74g/day. As a result, in a long term period, the fat consumption rate in Malaysia for a male is expected to be 91g/day and female is 74g/day. To test the fitness of the model, the forecast error is computed as follows:

Table 4. Error analysis for boys dataset

Period, n	Actual Value, p_{Actual}	Predicted Value, $p_{predicted}$	Forecast Error, $\varepsilon = \left \frac{p_{Actual} - p_{predicted}}{p_{Actual}} \right $
0	31	31	0
1	36	40.12469177	0.114574771
2	28	50.13907073	0.790681098
3	32	60.18961958	0.880925612
4	38	69.28715841	0.823346274
5	51	76.66746959	0.503283717
6	68	82.05809632	0.206736711
7	75	85.65771655	0.142102887
8	86	87.90262523	0.022123549
9	91	89.23830042	0.019359336

Table 4. Error analysis for girls dataset

Period, n	Actual Value, p_{Actual}	Predicted Value, $p_{predicted}$	Forecast Error, $\varepsilon = \left \frac{p_{Actual} - p_{predicted}}{p_{Actual}} \right $
0	28	28	0
1	33	35.68307439	0.081305285
2	25	43.83897823	0.753559129
3	29	51.72622899	0.783663069
4	35	58.59887133	0.674253467
5	47	63.98232495	0.361326063
6	63	67.80569323	0.076280845
7	67	70.31109884	0.049419386
8	70	71.85827612	0.026546802
9	74	72.77631156	0.01653633

The average forecast error for both boys and girls are 0.350313 and 0.282289 respectively.

References

- [1] [A. Sahoo](#), [S. S. Barman](#) (2023). Solution of linear & nonlinear difference equations. AIP Conf. Proc. 2819, 040005, <https://doi.org/10.1063/5.0137044>
- [2] R. Graef, S.R. Grace, E. Tunc (2019). Opuscula Math. 39, 3947
- [3] R.P. Agarwal (2000). Difference Equations and Inequalities, Theory, Methods and Applications, Second Edition, Revised and Expanded (New York, Marcel Dekker.
- [4] J. Alzabut, M. Bohner, S.R. Grace (2021). Advances in Difference equation 3
- [5] Guo, X., Popkin, B. M., & Zhai, F. (1999). Patterns of Change in Food Consumption and Dietary Fat Intake in Chinese Adults, 1989–1993. Food and Nutrition Bulletin, 20(3), 344–353. doi:10.1177/156482659902000312
- [6] K.D, Hall, N. F., Butte, B. A., Swinburn, C.C., Chow, C. C. (2013). Dynamics of childhood growth and obesity: development and validation of a quantitative mathematical model. The Lancet Diabetes & Endocrinology, 1(2), 97–105. doi:10.1016/s2213-8587(13)70051-2
- [7] A. H., Lichtenstein, E., Kennedy, P., Barrier, D., Danford, N. D., Ernst, S. M., Grundy, S. L., Booth (2009). Dietary Fat Consumption and Health. Nutrition Reviews, 56(5), 3–19. doi:10.1111/j.1753-4887.1998.tb01728.x
- [8] R. Micha, S., Khatibzadeh, P., Shi, S., Fahimi, S., Lim, K. G., Andrews, K. G. (2014). Global, regional, and national consumption levels of dietary fats and oils in 1990 and 2010: a systematic analysis including 266 country-specific nutrition surveys. BMJ, 348(apr14 18), g2272–g2272. doi:10.1136/bmj.g2272
- [9] A. M. Stephen, N.J, Wald, N. J. (1990). Trends in individual consumption of dietary fat in the United States, 1920–1984. The American Journal of Clinical Nutrition, 52(3), 457–469. doi:10.1093/ajcn/52.3.457

УДК 519.652

НЕРАВЕНСТВО ТИПА КОЛМОГороВА И ЕГО НЕКОТОРЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ $L_{2,\mu}$

Абдумумин Маликович Маликов

кандидат физико-математических наук, доцент

Худжандского государственного университета им. академика Б.Гафурова, г.

Худжанд, Таджикистан

Аннотация: Для среднеквадратических полиномиальных приближений функций получены точные неравенства типа Колмогорова на классах функций $L_{2,\rho}^{(r)}(a,b)$, в которых величины наилучших полиномиальных приближений оцениваются обобщенным модулем непрерывности m -го порядка, порожденным дифференциальным оператором второго порядка.

Ключевые слова: неравенства типа Колмогорова, наилучшее приближение, обобщенный модуль непрерывности, дифференциальный оператор.

Abstract: For root-mean-square polynomial approximate functions, sharp Kolmogorov-type inequalities are obtained on classes of functions as the best polynomial approximations and is estimated by the modulus of continuity of the m -th order generated by the second-order differential operator.

Key words: Kolmogorov-type inequalities, best approximation, generalized modulus of continuity, differential operator.

В этой работе используем обозначения, присущие в работе [1] и вычислим точные значения различных поперечников.

Пусть $D_\mu^0 f := f$ и $D_\mu^r f := D_\mu^1(D_\mu^{r-1} f)$, $r \in N$. Через $L_2^{(r)}(D)_\mu$, $r = 2, 3, \dots$, обозначим множество функций $f \in L_{2,\mu}$, которые имеют абсолютно непрерывные производные $(2r-1)$ -го порядка и для которых $D_\mu^r f \in L_{2,\mu}$.

При этом для произвольной функции $f \in L_{2,\mu}$ все промежуточные производные $D_\mu^s(f)$, $s = 1, 2, \dots, r-1$, $r \in N$, наряду с самой функцией f и ее r -ной производной $D_\mu^r(f)$ также принадлежат пространству $L_{2,\mu} := L_{2,\mu}(a, b)$. Это обстоятельство позволяет доказать неравенство типа Колмогорова для произвольной функции $f \in L_{2,\mu}^{(r)}$. Имеет место следующая

Теорема 1. Для произвольной функции $f \in L_{2,\mu}^{(r)}$ при любых чисел $r, s \in \mathbb{Z}_+$, $r \geq s$ имеет место неравенство типа Колмогорова

$$\|D_\mu^s(f)\|_{L_{2,\mu}} \leq \|f\|_{L_{2,\mu}}^{1-s/r} \cdot \|D_\mu^r(f)\|_{L_{2,\mu}}^{s/r}, \quad (1)$$

где

$$D_\mu := \sigma(x) \frac{d^2}{dx^2} + \tau(x) \frac{d}{dx}, \quad D_\mu^0(f) = f, \quad D_\mu^1(f) = D_\mu(f),$$

$$D_\mu^r(f) := D_\mu^1(D_\mu^{r-1}(f)), \quad r \in N.$$

Неравенство (1) точное в том смысле, что существует функция $f_0 \in L_{2,\mu}^{(r)}$, для которой оно обращается в равенство.

Теорема 2. Для произвольной функции $f \in L_{2,\mu}^{(r)}$, при любых $n \in N, r, s \in \mathbb{Z}_+$, $r \geq s$ имеет место неравенство типа Колмогорова

$$E_{n-1}(D_\mu^s(f))_{L_{2,\mu}} \leq \left(\frac{E_{n-1}(f)_{L_{2,\mu}}}{E_{n-1}(f)_{L_{2,\mu}}} \right)^{s/r} \cdot (E_{n-1}(D_\mu^r(f)))^{s/r}$$

Теорема 3. При любых $n \in N$, $r, s \in \mathbb{Z}_+$, $r \geq s$ имеет место экстремальное равенство

$$\sup_{f \in W^{(r)}_{L_{2,\mu}}} \frac{E_{n-1}(D_\mu^s(f))_{L_{2,\mu}}}{(E_{n-1}(f)_{L_{2,\mu}})^{1-s/r}} = 1.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Тухлиев К., Маликов А.М. О приближении функций в среднем на всей оси алгебраическими полиномами с весом Чебышева - Эрмита в L_2 . // ДАН РТ. 2016, т.59, 7-8, С.282-289.
2. Маликов А.М. Среднеквадратические полиномиальные приближения функций на всей оси и значения поперечников // ДАН РТ. 2016, т.59, 11-12, С.457-462.

СИСТЕМА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ НАТУРАЛЬНЫХ СПЛАЙНОВ

Болтаев Азиз Кузиевич

Международный Университет Нордик,

a.boltayev@nordicuniversity.org

Мухаммадова Зулфия Аскар кизи

Международный Университет Нордик

В настоящей работе изучается задача построения натурального L -сплайна, $L \equiv d^m / dx^m + 1$ на интервале $[0, 1]$ в векторном пространстве $W_2^{(m,0)}(0, 1)$.

Это пространство определяется как

$$W_2^{(m,0)}(0,1) = \{ \varphi : [0,1] \rightarrow R \mid \varphi^{(m-1)} - \text{абсолютно непр. и } \varphi^{(m)} \in L_2(0,1) \}.$$

Класс $W_2^{(m,0)}(0,1)$ снабженной нормой

$$\|\varphi\|_{W_2^{(m,0)}} = \left(\int_0^1 \left(\varphi^{(m)}(x) + \varphi(x) \right)^2 dx \right)^{1/2}, \quad (1)$$

является гильбертовым пространством, если мы отождествляем функции, которые отличаются от решения уравнения $\varphi^{(m)}(x) + \varphi(x) = 0$.

Следует отметить, что для линейного дифференциального оператора порядка m , $L \equiv a_m \frac{d^m}{dx^m} + a_{m-1} \frac{d^{m-1}}{dx^{m-1}} + \dots + a_1 \frac{d}{dx} + a_0$, $a_m \neq 0$, J.H. Ahlberg, E.N. Nilson и J.L. Walsh в книге [1, гл. 6] исследовали гильбертовы пространства в контексте обобщенных сплайнов, а именно, со скалярным произведением

$$\langle \varphi, \psi \rangle_L = \int_a^b L\varphi(x) \cdot L\psi(x) dx.$$

Предположим, что нам заданы значения y_β , $\beta = 0, 1, \dots, N$ в точках $x_\beta \in [0, 1]$. Рассмотрим следующую задачу интерполяции.

Задача 1. Среди всех функций $\varphi(x)$ в $W_2^{(m,0)}(0,1)$ (m – нечетная), удовлетворяющих условиям

$$\varphi(x_\beta) = y_\beta, \quad \beta = 0, 1, \dots, N, \quad (2)$$

найти функцию $S_m(x)$, которая дает минимум норме (1), где $x_\beta \in [0, 1]$ – узлы интерполяции.

Решение $S_m(x)$ задачи 1 является обобщенным сплайном и однозначно определяется относительно сетки $\Delta : 0 = x_0 < x_1 < \dots < x_N = 1$ на интервале $[0, 1]$ следующим образом:

(i) $S_m(x)$ – линейная комбинация экспоненциально-тригонометрических функций, удовлетворяющих равенству $L^* L S_m = 0$ на каждом интервале открытой сетки $(x_\beta, x_{\beta+1})$, $\beta = 0, 1, \dots, N-1$, где L^* – сопряженная функция L ;

(ii) $S_m(x)$ – линейная комбинация экспоненциально-тригонометрических функций, удовлетворяющих равенству $L S_m = 0$ на интервалах $(-\infty, 0)$ и $(1, \infty)$;

(iii) $S_m^{(\alpha)}(x_\beta^-) = S_m^{(\alpha)}(x_\beta^+)$, $\alpha = 0, 1, \dots, m$ и $\beta = 1, 2, \dots, N-1$;

(iv) $S_m(x_\beta) = y_\beta$, $\beta = 0, 1, \dots, N$;

(v) $S_m(x)$ удовлетворяет следующим граничным условиям

$$S_m^{(m+i)}(1) + S_m^{(i)}(1) = 0, \quad i = 0, 1, \dots, m-2,$$

$$S_m^{(m+i)}(0) + S_m^{(i)}(0) = 0, \quad i = 0, 1, \dots, m-2.$$

Мы рассматриваем фундаментальное решение

$$G_m(x) = \frac{\operatorname{sgn} x}{2m} \cdot \left[\sinh(x) + \sum_{k=1}^{m-1} e^{x \cos \frac{\pi k}{m}} \cos \left(x \sin \left(\frac{\pi k}{m} \right) + \frac{\pi k}{m} \right) \right] \quad (3)$$

дифференциального оператора $\frac{d^{2m}}{dx^{2m}} - 1$ для нечетных натуральных чисел m , т.е. решение уравнения

$$G_m^{(2m)}(x) - G_m(x) = \delta(x) \quad (4)$$

где $\delta(x)$ – дельта-функция Дирака.

Эта работа является прямым продолжением работы [13]. Следуя ([2], с.46, теорема 2.2), получаем

$$S_m(x) = \sum_{\gamma=0}^N C_\gamma G_m(x-x_\gamma) + Y_m(x), \quad (5)$$

где $C_\gamma, \gamma=0,1,\dots,N, G_m(x)$ определяется как (3) и

$$Y_m(x) = d_0 e^{-x} + \sum_{k=1}^{\frac{m-1}{2}} e^{-x \cos\left(\frac{2\pi k}{m}\right)} \left[d_{1,k} \cos\left(x \sin\left(\frac{2\pi k}{m}\right)\right) + d_{2,k} \sin\left(x \sin\left(\frac{2\pi k}{m}\right)\right) \right],$$

где $d_0, d_{1,k}$ и $d_{2,k}$ — действительные числа.

Известно, что [2] решение $S_m(x)$ вида (5) задачи 1 существует, единственно при $N+1 \geq m$ и коэффициенты $C_\gamma, d_0, d_{1,k}$ и $d_{2,k}$ уравнения $S_m(x)$ определяются следующей системой $N+m+1$ линейных уравнений

$$\begin{aligned} \sum_{\gamma=0}^N C_\gamma G_m(x_\beta - x_\gamma) + Y_m(x_\beta) &= \varphi(x_\beta), \quad \beta = 0, 1, \dots, N, \\ \sum_{\gamma=0}^N C_\gamma e^{-x_\gamma} &= 0, \quad \sum_{\gamma=0}^N C_\gamma e^{-x_\gamma \cos\frac{2\pi k}{m}} \cos\left(x_\gamma \sin\frac{2\pi k}{m}\right) = 0, \quad k = 1, \frac{m-1}{2}, \\ \sum_{\gamma=0}^N C_\gamma e^{-x_\gamma \cos\frac{2\pi k}{m}} \sin\left(x_\gamma \sin\frac{2\pi k}{m}\right) &= 0, \quad k = 1, \frac{m-1}{2}. \end{aligned}$$

Легко показать, что сплайн $S_m(x)$, определяемый уравнением (5) с коэффициентами $C_\gamma, d_0, d_{1,k}$ и $d_{2,k}$ удовлетворяет условиям (i)-(v).

Следует отметить, что система имеет единственное решение. Доказательство единственности решения системы аналогично доказательству единственности решения системы для оптимальных коэффициентов в пространстве $L_2^{(m)}$, полученному в работах Соболева [3-4].

Литература

1. Алберг Дж., Нильсон Э., Уолш Дж. Теория сплайнов и ее приложения. — М.: Мир, 1972. — 316 с.
2. Василенко В. А. Сплайн функции: теория, алгоритмы, программы. Новосибирск, 1983.
3. Соболев С.Л. Введение в теорию кубатурных формул. М.: Наука, 1974. — 808 с.
4. Соболев С.Л., Васкевич В.Л. Кубатурные формулы. — Новосибирск: Изд-во ИМ СО РАН, 1996. — 484 с.

UCH KARRALI INTEGRALNI HISOBLASHNING ALGORITMLARI VA ULARNING AERODINAMIK MODELLASHTIRISHDA QO'LLANILISHI

¹Sayfullayeva Maftuxa Zafrullayevna

²Tadjibayeva Shaxzadaxon Ergashevna

³Abduganiyeva Ozoda Ismagilovna

¹Toshkent axborot texnologiyalari universiteti dotsenti, PhD,

^{2,3}Toshkent axborot texnologiyalari universiteti katta o'qituvchisi,

E-mail: ¹maftuha87@mail.ru, ²sh.tadjibaevna@gmail.com, ³ozoda0875@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur ish uch karrali integrallarni hisoblashning samarali algoritmlarini ishlab chiqish va ularni aerodinamik modellashtirish masalalariga tatbiq etishga bag'ishlangan. Aerodinamik kattaliklarning fazoviy taqsimotini aniqlash ko'pincha, matematik modellar yordamida uch karrali integrallarni baholashni talab qiladi. Ushbu tadqiqotda bunday integrallarni hisoblash uchun mo'ljallangan turli sonli usullar va algoritmlar ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: *Uch karrali integral, sonli integrallash, hisoblash algoritmlari, matematik modellashtirish, aerodinamika, sonli usullar.*

Аннотация. Данная работа посвящена разработке эффективных алгоритмов для вычисления тройных интегралов и их применению к задачам аэродинамического моделирования. Определение пространственного распределения аэродинамических величин часто требует оценки тройных интегралов с помощью математических моделей. В данном исследовании рассматриваются различные численные методы и алгоритмы, предназначенные для вычисления таких интегралов.

Ключевые слова: *Тройной интеграл, численное интегрирование, вычислительные алгоритмы, математическое моделирование, аэродинамика, численные методы.*

Annotation. This work is dedicated to the development of efficient algorithms for calculating triple integrals and their application to aerodynamic modeling problems. Determining the spatial distribution of aerodynamic quantities often requires the evaluation of triple integrals using mathematical models. In this research, various numerical methods and algorithms designed for calculating such integrals are reviewed.

Keywords: *Triple integral, numerical integration, computational algorithms, mathematical modeling, aerodynamics, numerical methods.*

Zamonaviy muhandislikda, ayniqsa, aviatsiya, raketsozlik, avtomobilsozlik va hatto qurilish sohalarida aerodinamik jarayonlarni aniq modellashtirish va tahlil qilish muhim ahamiyatga ega [1]. Ko'plab aerodinamik hodisalarni o'rganish murakkab matematik modellarni talab etadi. Bunday modellar ko'pincha differensial tenglamalar tizimidan iborat bo'lib, ularni yechish yoki tahlil qilish natijasida ma'lum bir hajm bo'yicha fizik kattaliklarni integrallash zarurati yuzaga keladi [2]. Amaliy masalalarda uch karrali integrallash sohaları murakkab shaklga ega bo'lishi, integral ostidagi funksiyalar esa jadval ko'rinishida yoki murakkab ifodalar orqali berilishi mumkin. Bunday hollarda sonli integrallash usullari va algoritmlaridan foydalanish yagona samarali yo'l hisoblanadi. Aerodinamik modellashtirishda, ko'pincha, R^3 fazoviy sohada aniqlangan $f(x,y,z)$ funksiyasidan V soha bo'yicha uch karrali integralni hisoblash talab etiladi. V sohaning geometriyasi va $f(x,y,z)$ funksiyasining murakkabligi integralni hisoblashni qiyinlashtiradi. Amaliy masalalarda $f(x,y,z)$ funksiyasi Navye-Stoks tenglamalari kabi murakkab differensial tenglamalarni sonli yechish natijasida olingan diskret nuqtalardagi qiymatlar orqali beriladi. Shu sababli, integralni taqribiy hisoblash uchun samarali sonli algoritmlar zarur. Har bir ichki integralni Gauss kvadraturasi, Simpson yoki trapetsiya usullari kabi standart bir o'lchovli sonli integrallash usullari bilan hisoblash mumkin [3]. Monte-Karlo usullari tasodifiy sonlarga asoslanadi. Kubatura formulalari bir o'lchovli kvadratura formulalarining ko'p o'lchovli analoglaridir. Ular integralni ma'lum vaznlar bilan tugun nuqtalardagi funksiya qiymatlarining chiziqli kombinatsiyasi orqali taqriban hisoblaydi. Tugun nuqtalar va vaznlar integrallash sohasiga va talab etiladigan aniqlik darajasiga qarab tanlanadi. Standart sohalar uchun maxsus kubatura formulalari (masalan, Gauss kubaturasi) ishlab chiqilgan. Murakkab sohalar uchun ularni soddaroq qismlarga bo'lib, har birida kubatura formulasini qo'llash yoki sohani standart sohaga akslantirish usullaridan foydalanish mumkin.

Yuqorida muhokama qilingan sonli integrallash algoritmlari aerodinamik modellashtirishning turli bosqichlarida muhim rol o'ynaydi. Jism sirtiga ta'sir etuvchi bosim va ishqalanish kuchlarini integrallash orqali umumiy qarshilik kuchi aniqlanadi. Garchi bu sirt integrallari bo'lsa-da, ba'zi hollarda ularni hajm integrallariga (masalan, Gauss-Ostrogradskiy teoremasi orqali) keltirish yoki hajmiy usullar bilan bog'liq hisoblashlar kerak bo'ladi.

- 1) Anderson, J. D., Fundamentals of Aerodynamics, McGraw-Hill Education. (2017).
- 2) White, F. M., Fluid Mechanics, McGraw-Hill. (2011).
- 3) Burden, R. L., & Faires, J. D., Numerical Analysis, Cyengage Learning. (2010).

FINDING THE FORM OF OPTIMAL COEFFICIENTS IN THE $W_2^{(2,1,0)}(0,1)$ SPACE

Azamov Siroj Sobirovich

Phd dotsent

Tashkent State Transport University

Kobilov Hojiakbar Muhammadjon o'g'li

Phd student Tashkent State Transport University

Tashkent International University

Abstract. The construction of optimal quadrature formulas for the class of periodic functions occupies an important place in mathematics and computational sciences. Quadrature formulas are one of the main methods for calculating the integral, which provide for the calculation of the total integral using values obtained at discrete points of the function values. Simple quadrature formulas are calculated by choosing weights and values for each point. However, special approaches are required for periodic functions, since they repeat the change in some time interval. This feature makes it easier to optimize when developing quadrature formulas and helps to obtain accurate results.

Keywords: Optimal quadrature formula, Hilbert space, the error functional

We will consider the construction of the optimal quadrature formula in Sobolev space

$$W_2^{(m,m-1,m-2)}(0,1).$$

Here, the space $W_2^{(m,m-1,m-2)}(0,1)$ is the Sobolev space of periodic functions, where the norm of the function is introduced by the following scalar product

$$\langle \varphi, \psi \rangle_{W_2^{(m,m-1,m-2)}(0,1)} = \int_0^1 (\varphi^{(m)}(x)\psi^{(m)}(x) + 2\varphi^{(m-1)}(x)\psi^{(m-1)}(x) + \varphi^{(m-2)}(x)\psi^{(m-2)}(x))dx \quad (1)$$

$$\|\varphi\|_{W_2^{(m,m-1,m-2)}(0,1)} = \left(\int_0^1 \left(\varphi^{(m)}(x) \right)^2 + 2 \left(\varphi^{(m-1)}(x) \right)^2 + \left(\varphi^{(m-2)}(x) \right)^2 \right)^{1/2}$$

Where the derivative is the generalized derivative.

We consider the following quadrature formula

$$\int_0^1 \varphi(x)dx \cong \sum_{k=1}^N C_k \varphi(hk) \quad (2)$$

with the error

$$(\ell, \varphi) = \int_0^1 \varphi(x)dx - \sum_{k=1}^N C_k \varphi(hk) \quad (3)$$

Where

$$(\ell, \varphi) = \int_{-\infty}^{\infty} l(x)\varphi(x)dx$$

and the corresponding error functional is

$$\ell(x) = \left(\varepsilon_{(0,1]}(x) - \sum_{k=1}^N C_k \delta(x-hk) \right) * \phi_0(x) \quad (4)$$

Here C_k are the coefficients of formula (1.2), $h = \frac{1}{N}$, $N \in \mathbb{N}$, $\varepsilon_{(0,1]}(x)$ is the indicator of the interval $(0, 1]$, δ is the Dirac's delta-function, $\phi_0(x) = \sum_{\beta=-\infty}^{\infty} \delta(x-\beta)$

Problem 1: Finding the optimal coefficients of $C_k = C_k^0$ that minimize $\|\ell\|$.

Theorem 1. The coefficients of the quadrature formula in the form (2) that minimizes the norm of the error functional are as follows:

$$C_k^0 = C^0 = \frac{4(2 - e^h - e^{-h})}{e^{-h} - e^h - 2h} \quad (5)$$

The optimal coefficient, i.e. $\frac{4(2 - e^h - e^{-h})}{e^{-h} - e^h - 2h}$, tends to 0 at expression $h \rightarrow 0$.

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{4(2 - e^h - e^{-h})}{e^{-h} - e^h - 2h} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{4(-e^h + e^{-h})}{-e^h - e^{-h} - 2} = 0$$

References

1. Shadimetov M.Kh. Weighted optimal quadrature formulas in a periodic Sobolev space. Uzbek Math. Zh., no. 2, 1998, 76-86.
2. Maksudov Sh., Salokhiddinov M.S., Sirojiddinov S.Kh. Theory of Functions of a Complex Variable. – Tashkent, 1976, – 363 pages.
3. S.S. Azamov, H. M. Qobilov Optimal quadrature formulas in the space of periodic functions journal of International scientific journal of computing technologies and mathematical modeling
4. Hayotov A.R., Khayriev U.N, Makhkamova D. Optimal quadrature formula for approximate calculation of integrals with exponential weight and its application. Bulletin of the Institute of Mathematics, no 2, vol 4, 2021, 99-108.

АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОПТИМАЛЬНОЙ КВАДРАТУРНОЙ ФОРМУЛЫ В ПРОСТРАНСТВЕ СОБОЛЕВА $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$.

Жалолов Фарход Исомидинович
Бухарский государственный университет,
f.i.jalolov@buxdu.uz
Исомиддинов Бекзоджон Озоджон ўгли
Бухарский государственный университет

Нам известно, что построение квадратурных формул, основанное на методах функционального анализа, было начато в работах А.Сарда [1] и С.М.Никольского [2], для кубатурных формул С.Л.Соболева [3]. Работы многих авторов посвящена построением оптимальных квадратурных и кубатурных формул методом предложенных С.Л.Соболевым [4-8].

Рассмотрим квадратурную формулу вида

$$\int_{T_1} p(x) f(x) dx \approx \sum_{\lambda=1}^N c_{\lambda} f(x^{(\lambda)}), \quad (1)$$

с функционалом погрешности

$$\ell(x) = p(x) \varepsilon_{(T_1)}^{(x)} - \sum_{\lambda=1}^N c_{\lambda} \delta(x - x^{(\lambda)}), \quad (2)$$

где $x^{(\lambda)}$ и c_{λ} - узлы и коэффициенты квадратурной формулы.

Определение 1. Пространство $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ определяется как пространство функций заданных одномерном T_1 - окружности длины равной единице и имеющих все обобщённые производные порядка m суммируемые с квадратом [3].

Норма определяется по формуле

$$\|f / \tilde{W}_2^{(m)}(T_1)\|^2 = \left(\int_{T_1} f(x) dx \right)^2 + \sum_{k \neq 0} |2\pi k|^{2m} |\hat{f}_k|^2, \quad (3)$$

где $\hat{f}_k$ - коэффициенты Фурье т.е. $\hat{f}_k = \int_{T_1} f(x) e^{2\pi i k x} dx$.

Задача 1. Вычислить ному функционала погрешности $\ell(x)$ рассматриваемой квадратурной формулы (1). Понятно, что норма функционала погрешности $\ell(x)$ зависит от коэффициентов c_{λ} и узлов $x^{(\lambda)}$. Если

$$\left\| \ell / \tilde{W}_2^{(m)*}(T_1) \right\| = \inf_{c_{\lambda}(x), x_{\lambda}} \left\| \ell / \tilde{W}_2^{(m)*}(T_1) \right\|, \quad (4)$$

тогда функционал $\ell(x)$ называется оптимальным функционалом погрешности, а соответствующую квадратурную формулу назовем оптимальной квадратурной формулой.

Задача 2. Найти значения коэффициентов c_{λ} и узлов x_{λ} квадратурной формулы (1) которые удовлетворяют равенству (4).

Коэффициенты c_{λ} и узлы $x^{(\lambda)}$, удовлетворяющие равенству (4), называют оптимальными коэффициентами и оптимальными узлами квадратурной формулы.

В настоящей работе в пространстве $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ периодических функций построена оптимальная весовая квадратурная формула используя дискретный аналог дифференциального оператора и вычислена норма функционала погрешности построенной квадратурной формулы в сопряженном пространстве $\tilde{W}_2^{(m)*}(T_1)$ и найдена экстремальная функция для данной квадратурной формулы.

Справедлива следующая.

Теорема 1. Квадрат нормы функционала погрешности квадратурной формулы (1) над пространством $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ равен

$$\left\| \ell / \tilde{W}_2^{(m)*}(T_1) \right\|^2 = \left| \hat{p}_0 - \sum_{\lambda=1}^N c_{\lambda} \right|^2 + \frac{1}{(2\pi)^{2m}} \sum_{k \neq 0} \frac{\left| \hat{p}_k - \sum_{\lambda=1}^N c_{\lambda} e^{2\pi i k x^{(\lambda)}} \right|^2}{k^{2m}}, \quad (5)$$

где c_{λ} - коэффициенты, $x^{(\lambda)}$ - узлы квадратурной формулы вида (1).

Основным результатом являются следующая.

Теорема 2. В периодическом пространстве Соболева $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ существует единственная оптимальная квадратурная формула вида (1) с экстремальной функций

$$\psi_{\ell}(x) = \hat{p}_0 - \sum_{\lambda=1}^N c_{\lambda} + \frac{1}{(2\pi)^{10}} \sum_{k \neq 0} \frac{\left(\hat{p}_k - \sum_{\lambda=1}^N c_{\lambda} e^{2\pi i k x^{(\lambda)}} \right) e^{-2\pi i k x}}{k^{10}}, \quad (6)$$

и функционалом погрешности (2), коэффициенты которой при $m = 3$ имеют следующий вид

$$c_{\lambda} = \frac{\hat{p}_0 + \frac{1}{(2\pi)^{10}} \frac{1}{N^{10}} \sum_{k \neq 0} \frac{\hat{p}_k}{k^{10}}}{N \left(1 + \frac{1}{(2\pi)^{10}} \frac{1}{N^{10}} \sum_{k \neq 0} \frac{1}{k^{10}} \right)}, \quad (7)$$

где $x^{(\lambda)}$ и c_{λ} узлы и коэффициенты квадратурной формулы $\beta = \overline{1, N}, N = 2, 3, \dots$

Литература

1. Sard. A. Integral representations of remainders, Duke Math J. 1948. V15, 333–345
2. Никольский С.М. К вопросу об оценках приближений квадратурными формулами. // Успехи математических наук, –1950, –Т.5, вып.2(36),– С. 165–177.
3. Соболев С.Л., Введение в теорию кубатурных формул, М. Наука, 1974г. 808 с.
4. Kh Shadimetov, F Nuraliev. Optimization of quadrature formulas with derivatives. Problems of computational and applied mathematics, 2017, No.4, pp 61-70.
5. Hayotov A.R., Babaev S.S. Optimal quadrature formulas for computing of Fourier integrals in a Hilbert space. Problems of computational and applied mathematics, 2020, No.4, pp 73-85.
6. Hayotov A.R., Jeon S., Lee Ch.-O. On an optimal quadrature formula for approximation of Fourier integrals in the space $L_2^{(1)}$, Journal of Computational and Applied Mathematics, 372 (2020), 112713.
7. Шадиметов Х.М., Жалолов Ф.И. О построении наилучших квадратурных формул в пространстве Соболева. Материалы международного конгресса. Алматы. 30 июнь – 4 июль. 2009.
8. Shadimetov Kh.M., Jalolov Ik.I. Algorithm for constructing a discrete analog $D_3 [\beta]$ of a single operator. Problems of computational and applied mathematics, 2015, No.2, -pp. 48-53.

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ, СУЩЕСТВОВАНИЯ И ЕДИНСТВЕННОСТИ ОПТИМАЛЬНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОЙ ФОРМУЛЫ В ПРОСТРАНСТВЕ ХЁРМАНДЕРА $H_2^{\mu}(R)$.

Жалолов Икром Исомиддинович

Ташкентский государственный транспортный университет,

o_jalolov@mail.ru

Мухсинова Мехринисо Шавкатовна

докторант Бухарского государственного университета

Основной целью настоящей работы является нахождение оценки погрешности, существование и единственность оптимальной решетчатых интерполяционной формулы в пространстве Л. Хёрмандера $H_2^{\mu}(R)$ для непериодических функций.

В настоящей работе исследуется задача оптимальных интерполяционных формул в пространствах $W_2^{(m)}(R)$.

Определение 1. Пространства $W_2^{(m)}(R)$ определяется как замыкания бесконечно дифференцируемых функций, заданных в R и убывающих на бесконечность быстрее любой отрицательной степени в норме [1,8]

$$\|f(x) \mid W_2^{(m)}(R)\| = \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} \left| F^{-1} \left[(1+y^2)^{-\frac{m}{2}} \cdot F[f(x)](y) \right] \right|^2 dx \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Здесь R и F^{-1} прямое и обратное преобразование Фурье :

$$F[f(x)](y) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{2\pi i y x} dx \quad \text{и} \quad F^{-1}[f(x)](y) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-2\pi i y x} dx$$

В работе [2] С. Л. Соболевым решена задача интерполирования функций n -переменных в пространстве $L_2^{(m)}(\Omega)$ решена задача 1.

Одной из основных задач теории интерполирования является нахождение максимума ошибки интерполяционной формулы $f(x) \cong P_f(x)$ над данным классом ошибки функций [2]. Значение этой функции в некоторой фиксированной точке z есть функционал, определенный как над функциями f :

$$\begin{aligned} \langle \ell, f \rangle &= \int_{-\infty}^{\infty} \ell(x) f(x) dx = f(z) - P_f(z) = f(z) - \sum_{\lambda=0}^N C_{\lambda}(z) f(x^{(\lambda)}) = \\ &= \int_0^1 \left[\delta(x-z) - \sum_{\lambda=0}^N C_{\lambda}(z) \delta(x-x^{(\lambda)}) \right] f(x) dx, \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{где } P_f(z) = \sum_{\lambda=0}^N C_{\lambda}(z) f(x^{(\lambda)}) \quad (2)$$

интерполяционная формула и

$$\ell(x) = \delta(x-z) - \sum_{\lambda=0}^N C_{\lambda}(z) \delta(x-x^{(\lambda)}), \quad (3)$$

функционал погрешности этой интерполяционной формулы.

$C_{\lambda}(z)$ - коэффициенты, а $x^{(\lambda)}$ - узлы интерполяционной формулы $P_f(z)$, $x^{(\lambda)} \in [0,1]$,

$\delta(x)$ - дельта функция Дирака, $f(x) \in W_2^{(m)}(R)$.

Определение 2. Функция $\psi_{\ell}(x)$ называется экстремальной функцией функционала $\ell(x)$, если для которой выполняется следующее равенство

$$|\langle \ell(x), \psi_{\ell}(x) \rangle| = \|\ell \mid W_2^{(m)*}(R)\| \cdot \|\psi_{\ell} \mid W_2^{(m)}(R)\|.$$

Справедлива следующая

Теорема 1. Экстремальная функция функционала погрешности $\ell(x)$ для интерполяционной формулы $P_f(z)$ является

$$\psi_{\ell}(x) = v_m(x-z) - \sum_{\lambda=0}^N C_{\lambda}(z) v_m(h\lambda), \quad (4)$$

а норма функционала погрешности данной интерполяционной формулы выражается следующим равенством

$$\|\ell \mid W_2^{(m)*}(R)\|^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \left| F^{-1}[(1+y^2)^{-m} \cdot F[\ell(x)](y)](x) \right|^2 dx, \quad (5)$$

где $v_m(x) = F^{-1}[(1+y^2)^{-m}](x)$, $C_{\lambda}(z)$ - коэффициенты интерполяционной формулы $P_f(z)$,

$h = \frac{1}{N}$ и N число узлов.

При исследовании оптимальных формул в теории интерполирования в первую очередь возникает вопрос о существовании и единственности таких формул. Для того, чтобы доказать существование и единственность оптимальных интерполяционных формул нам необходима

имеет решение первой задачи, т.е. мы получили явный вид нормы функционала погрешности (5) интерполяционной формулы (2).

Лемма. Система $\left\{v_{\frac{m}{2}}(x-x^{(\lambda)})\right\}_{\lambda=0}^N$ является линейно независимой системой

пространстве $L_2(R)$ и линейная оболочка этой системы является $(N+1)$ - мерным подпространством в $L_2(R)$.

Равенство (5) связывает задачу построения интерполяционной формулы (2) с задачей приближения в L_2 функций $v_{\frac{m}{2}}(x-z)\varepsilon_{[0,1]}(x)$ линейной комбинации функции $v_{\frac{m}{2}}(x)$ и ее сдвигов на $x^{(\lambda)}, \lambda = 0, 1, \dots, N$ в норме пространства $L_2(R)$.

Из этой леммы и теории существования и единственности наилучшего приближения под пространством следует существование и единственность оптимальной интерполяционной формулы (2).

Основной результат является

Теорема 2. В пространстве $H_2^\mu(R)$ существует единственная оптимальная интерполяционная формула вида (2), коэффициенты которой определяются из системы

$$\sum_{\lambda=0}^N C_\lambda(z) v_{\frac{m}{2}}(x_\alpha - x^{(\lambda)}) = v_{\frac{m}{2}}(x_\alpha - z), \quad (6)$$

$$\text{где } v_{\frac{m}{2}}(x) = \frac{\pi \cdot e^{-2\pi|x|}}{2^{2m-2}(m-1)!} \sum_{k=0}^{m-1} \frac{(2m-k-2)!(2\pi)^k}{k!(m-k-1)!} |x|^k \text{ [см.7]}.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Соболев С.Л. Введение в теорию кубатурных формул. - М.: Наука, 1974. - 808 с.
2. Соболев С.Л. Об интерполировании функций n переменных. Докл. АН СССР, 1961, 137,-с. 778-781.
3. Лоран П.Ж. Аппроксимация и оптимизация. М. Мир, 1975. 496с.
4. Шодиметов Х.М, Маматова Н.Х. Об одной интерполяционной задаче в пространстве Соболева. Узбекский математический журнал. Ташкент, 2009, №3, -С.180-186.
5. Хаётов А.Р. Об оптимальных интерполяционных формулах в пространстве $W_2^{(m,m-1)}(0,1)$. Узбекский математический журнал. Ташкент, 2010, №2, -С.173-179.
6. Жалолов И. И. Алгоритм Соболева о нахождении неизвестных функций для построения оптимальной квадратурной формулы в пространстве Хёрмандера. Проблемы вычислительной и прикладной математики. Ташкент, № 3/1 (50). 2023. -с. 42-53.
7. И.С.Градштейн и И.М.Рыжик. Таблицы интегралов, сумм рядов и произведений. Наука, физ-мат, М.1941.
8. Волевич Л.Р., Панеях Б.П. Некоторые пространства обобщенных функций, и теории вложения, УМН, 1965, том 20, выпуск 1, с. 3-74.

ПРАКТИЧНЫЕ АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ОПТИМАЛЬНЫЕ ВЕСОВЫЕ КУБАТУРНЫЕ ФОРМУЛЫ С ЗАДАНИЕМ ПРОИЗВОДНЫХ В ПРОСТРАНСТВЕ СОБОЛЕВА.

Жалолов Озоджон Исомидинович
Бухарский государственный университет,
o.i.jalolov@buxdu.uz

Исомиддинов Бекзоджон Озоджон ўгли
Бухарский государственный университет

В настоящей работе рассматриваются кубатурные формулы, которые требуют особого внимания к построению наиболее экономных и по выражениям Н.С. Бахвалова такие формулы называются практичные формулы [3].

Если нам известны не только значения функции в некоторых точках n -мерной единичной сфере но и значения ее производных того или иного порядка, то естественно, что при правильном использовании всех этих данных мы можем ожидать более точный результат, чем в случае использования только значений функции [4,5].

Определение 1. Пространство $L_2^m(S)$ определяется как пространство функций, заданных на S и обладающих квадратично суммируемыми обобщенными производными порядка m , норма которых определяется равенством

$$\|f\|_{L_2^m(S)}^2 = \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{\ell=1}^{\sigma(n,k)} a_{k,\ell}^2 k^m (k+n-2)^m, \quad (1)$$

где $a_{k,\ell} = \int_S f(\theta) Y_{k,\ell}(\theta) d\theta$, здесь где $Y_{k,\ell}(\theta)$ - сферическая гармоника порядка k вида ℓ .

Рассмотрим кубатурные формулы

$$\int_{S_n} p(\theta) f(\theta) d\theta \approx \sum_{|\alpha| \leq t} \sum_{\lambda=1}^N (-1)^\alpha C_\lambda^{(\alpha)} f^{(\alpha)}(\theta^{(\lambda)}) \quad (2)$$

над пространством $\bar{L}_2^{(m)}(S_n)$, где S_n - n -мерная единичная сфера. Кубатурной формулы (2) сопоставим обобщённую функцию

$$\ell^{(\alpha)}_N(\theta) = p(\theta) \delta_{S_n}(1-r) - \sum_{|\alpha| \leq t} \sum_{\lambda=1}^N C_\lambda^{(\alpha)} \delta^{(\alpha)}(\theta - \theta^{(\lambda)}), \quad (3)$$

и назовём её функционалом погрешности где $\delta_{S_n}(1-r)$ и $\delta(\theta - \theta^{(\lambda)})$ - дельта функция Дирака, $C_\lambda^{(\alpha)}$ и $\theta^{(\lambda)}$ - коэффициенты и узлы кубатурной формулы (2) и $p(\theta)$ весовая функция, т. е. $p(\theta) \in L_2(S)$.

В работе Г.Н.Салихова [2] показано, что пространство $L_2^m(S)$ по составу своих элементов совпадает с аналогичным пространством $L_2^{(m)}(S)$ Соболева нормой [1]

$$\|f\|_{L_2^{(m)}(S_n)} = \left\{ \int_{S_n} \sum_{|\alpha|=m} \frac{m!}{\alpha!} (D^\alpha f(\theta))^2 d\theta \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (4)$$

где S_n - n -мерная единичная сфера, $|\alpha| = \alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n$, $\alpha! = \alpha_1! \alpha_2! \dots \alpha_n!$ и

$$D^{|\alpha|} f(\theta) = \frac{\partial^{|\alpha|} f(\theta_1, \dots, \theta_n)}{\partial \theta_1^{\alpha_1} \partial \theta_2^{\alpha_2} \dots \partial \theta_n^{\alpha_n}}.$$

Значит нормы (1) и (4) являются эквивалентными.

Теперь определим норму в $\bar{L}_2^{(m)}(S_n)$.

Определение 2. Пространства $\bar{L}_2^{(m)}(S_n)$ - определяется как пространство функций заданных на S_n и норма функций, которая определяется следующим равенством

$$\|f(\theta)/\bar{L}_2^{(m)}(S_n)\| = \left\{ \int_{S_n} \left(\frac{\partial^m f(\theta)}{\partial \theta_1^{m_1} \partial \theta_2^{m_2} \dots \partial \theta_n^{m_n}} \right)^2 d\theta \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (5)$$

где $m_1 + m_2 + \dots + m_n = m$, $m_i > 0$, $i = \overline{1, n}$

Основным результатом настоящей работы является следующая

Теорема. Для функционала погрешности (3) весовой кубатурной формулы (2) с заданием производных в пространстве $\bar{L}_2^{(m)}(S_n)$, если выполняется условие

$$\ell_N^{(\alpha)}(\theta) = \ell_{N_1}^{(\alpha_1)}(\theta_1) \cdot \ell_{N_2}^{(\alpha_2)}(\theta_2) \cdot \dots \cdot \ell_{N_n}^{(\alpha_n)}(\theta_n) \quad (6)$$

и

$$\left\| \ell_{N_i}^{(\alpha_i)} / \bar{L}_2^{(m_i)*}(\omega_i) \right\| \leq c_i \frac{1}{N_i^{m_i}} \quad (i = \overline{1, n}), \quad c_i \text{ — константы,} \quad (7)$$

т.е.

$$\left\| \ell_{N_i}^{(\alpha_i)} / \bar{L}_2^{(m_i)*}(\omega_i) \right\| \leq c_i O(h_i^{m_i}), \quad (i = \overline{1, n}), \quad h_i = \frac{1}{N_i}, \quad (8)$$

то

$$\left\| \ell_N^{(\alpha)} / \bar{L}_2^{(m)*}(S_n) \right\| \leq c \cdot \frac{1}{\prod_{i=1}^n N_i^{m_i}}, \quad c \text{ — константы,} \quad (9)$$

или

$$\left\| \ell_N^{(\alpha)} / \bar{L}_2^{(m)*}(S_n) \right\| \leq c \cdot O(h_1^{m_1}) \cdot O(h_2^{m_2}) \cdot \dots \cdot O(h_n^{m_n}), \quad (10)$$

где

$$\ell_{N_i}^{(\alpha_i)}(\theta) = p(\theta_i) \delta_{\omega_i}(1-r) - \sum_{|\alpha| \leq r} \sum_{\lambda_i=1}^{N_i} C_{\lambda_i}^{(\alpha_i)} \delta^{(\alpha_i)}(\theta_i - \theta_i^{(\lambda_i)}),$$

$$c = \prod_{i=1}^n c_i, \quad m = m_1 + m_2 + \dots + m_n, \quad m_i \geq 1, \quad i = \overline{1, n} \text{ и}$$

$$\omega_i = \begin{cases} [0, 2\pi], & \text{если } i = n \\ [0, \pi], & \text{если } i = \overline{1, n-1} \end{cases}.$$

В настоящей работе с использованием метод Соболева [1], в пространстве $\bar{L}_2^{(m)}(S_n)$ построен практичные асимптотические оптимальные кубатурные формулы.

Отметим, что применением метода Соболева для решение поставленной задачи, имеет большое преимущество, так как использованные шаги алгоритма меньше, чем других методов.

Литература

1. Соболев С.Л., Введение в теорию кубатурных формул. М.: Наука, 1974. – 808с.
2. Салихов Г.Н., Кубатурные формулы для многомерных сфер. Ташкент: Фан, 1985 – 104 с.
3. Бахвалов Н.С. Численные методы. М.: Наука, 1973.
4. Никольский С.М. Квадратурные формулы. М.: Наука, 1979, -256 с.
5. Хаитов Т.И. Кубатурные формулы с заданием производных в периодическом случае. ДАН СССР, 1969, т.189, 5.

6. Jalolov O.I. Weight Optimal Order of Convergence Cubature Formulas in Sobolev Space. AIP Conference Proceedings 2781 (1), 020066 (2023). DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0144837>

APPROXIMATE SOLUTION OF INITIAL VALUE PROBLEMS FOR FIRST-ORDER DIFFERENTIAL EQUATIONS USING A COMBINED RUNGE-KUTTA AND PIECEWISE CONSTANT ARGUMENT METHOD

Mukhiddin I. Muminov^{1,2}, Zafar Z. Jumaev³

¹*Faculty of Mathematics, Samarkand State University, Samarkand, Uzbekistan;*

²*V.I Romanovskiy Institute of Mathematics, Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan;*

³*Faculty of Intelligent Systems and Computer Technologies, Samarkand State University, Samarkand, Uzbekistan;*
mimuminov@gmail.com, zafarlangar8708@gmail.com

In this note, we present the results of an efficient method for obtaining an approximate solution to the nonlinear ordinary differential equation

$$y'(t) = f(t, y(t)), \quad y(0) = y_0, \quad t \in [0, 1], \quad (1)$$

where $f(\cdot, \cdot)$ is a continuous real-valued function on $[0, 1] \times \mathbb{R}$, and y_0 is a real constant. We construct a differential equation with a piecewise constant argument corresponding to (1). For a positive integer n and $t \in [t_{k-1}, t_k]$, where $t_{k-1} = \frac{k-1}{n}$, $k = 1, 2, \dots, n$, we consider the following differential equation with piecewise constant argument of the form:

$$y'(t) = K(t_{k-1}), \quad y(0) = y_0, \quad t \in [t_{k-1}, t_k], \quad (2)$$

where $K(t_{k-1}) = \frac{h}{6}(k_1(t_{k-1}) + 2k_2(t_{k-1}) + 2k_3(t_{k-1}) + k_4(t_{k-1}))$, and the values $k_1, \dots, k_4$ are determined by the classical fourth-order Runge-Kutta method:

$$k_1(t_{k-1}) = f(t_{k-1}, y_{k-1}),$$

$$k_2(t_{k-1}) = f\left(t_{k-1} + \frac{h}{2}, y_{k-1} + \frac{h}{2}k_1(t_{k-1})\right),$$

$$k_3(t_{k-1}) = f\left(t_{k-1} + \frac{h}{2}, y_{k-1} + \frac{h}{2}k_2(t_{k-1})\right),$$

$$k_4(t_{k-1}) = f(t_{k-1} + h, y_{k-1} + hk_3(t_{k-1})).$$

A solution to equation (2) is defined as follows [1].

Definition 1 A function $y(t)$ is called a solution to the initial value problem (2) if the following conditions are satisfied:

$y(t)$ is continuous on $[0, 1]$;

$y'(t)$ exists and is continuous on $[0, 1]$, except possibly at the points

$t = t_k$, $k = 0, 1, \dots, n$, where one-sided derivatives exist;

$y(t)$ satisfies the initial value problem (2) on $(0, 1)$, with the possible exception at the points $t = \frac{k}{n}$, $k = 0, 1, \dots, n$.

The initial value problem (2) has a unique piecewise smooth solution $y(t) = y_n(t)$, defined by

$$y(t) = K(t_{k-1})(t - t_{k-1}) + y(t_{k-1}), \quad \text{for } t \in [t_{k-1}, t_k].$$

Theorem 1 For any $\varepsilon > 0$, there exists a positive number $n_0 = n(\varepsilon)$ such that for all integers $n > n_0$, the following inequality holds:

$$\sup_{t \in [0, 1]} |y'_n(t) - K(t_{k-1})| < \varepsilon,$$

where y_n is the solution of the initial value problem (2).

Example 1. The Obreschkoff method is employed to approximate the solution of the initial value problem [2]:

$$y'(t) = y^2(t), \quad 0 \leq t \leq 0.9, \quad y(0) = 1.$$

The specific parameters are set as follows: $N = 10$, $h = 0.09$, $t_i = 0.09 \cdot i$, and

$w_0 = 1$. This approximation is compared with the exact solution given by: $y(t) = \frac{1}{1-t}$.

Table 1: Comparison of absolute errors in the sixth-order Runge-Kutta (RK) method and the eighth-order Obreschkoff method (OM) applied in Example 1, with step size $h = 0.09$.

t_i	RK Error	OM Error	Present Method
0.0 0	0.0	0.0	0.0
0.0 9	7.8×10^{-8}	9.0×10^{-12}	2.0×10^{-13}
0.1 8	2.3×10^{-7}	3.8×10^{-11}	9.0×10^{-13}
0.2 7	5.6×10^{-7}	1.3×10^{-10}	3.3×10^{-12}
0.3 6	1.3×10^{-6}	4.5×10^{-10}	1.2×10^{-11}
0.4 5	2.9×10^{-6}	1.8×10^{-9}	4.6×10^{-11}
0.5 4	7.1×10^{-6}	9.1×10^{-9}	2.3×10^{-10}
0.6 3	2.0×10^{-5}	6.3×10^{-8}	1.6×10^{-9}
0.7 2	7.0×10^{-5}	7.4×10^{-7}	1.8×10^{-8}
0.8 1	3.8×10^{-4}	2.2×10^{-5}	4.6×10^{-7}
0.9 0	4.3×10^{-3}	4.9×10^{-3}	6.5×10^{-5}

Example 2. Consider the stiff initial value problem [3]:

$$y'(t) = 5e^{5t}(y(t) - t)^2 + 1, \quad y(0) = -1, \quad 0 < t \leq 1,$$

with the exact solution given by $y(t) = t - e^{5t}$.

Table 2: Comparison between the first-order approximate solution obtained by MOHAM, the third-order approximate solution obtained by OHAM, and the exact solution for Example 2.

	Exact Solution	MOHAM Solution	OHAM Solution	Absolute Error [3]	Present Method
.2	0.1678794412	-0.167903440	0.353846958	2.39983×10^{-5}	2.4613×10^{-7}
.4	0.2646471676	0.2646526384	0.212596160	1.20784×10^{-5}	1.2386×10^{-7}
.6	0.55021293163	0.5501192179	0.632037427	9.37138×10^{-5}	5.0072×10^{-8}
.8	0.78168436111	0.7835685861	0.871372076	1.88423×10^{-3}	1.9031×10^{-8}

.0	0.993262053 00	0.9874166761	0.938582516	5.84538×10^{-6}	7.0835×10^{-9}

The maximum errors at the points t_k between the approximate solutions obtained by the proposed method and the exact solutions for Examples 1 and 2 are presented in Tables 1 and 2, respectively.

Reference

1. Muminov, M.I., Jumaev, Z.Z., "On the Approximation Algorithms for Solving Generalized Bernoulli Differential Equations Using Piecewise Constant Argument Method," *International Journal of Applied and Computational Mathematics*, vol. 11, no. 45, 2025.
2. Mohammad W. Alomari, Iqbal M. Batiha, Nidal Anakira, Ala Amourah, Iqbal H. Jebril, Shaher Momani., "Revolutionizing Numerical Approximations: A Novel Higher-Order Implicit Method vs. Runge-Kutta for Initial Value Problems" *Journal of Robotics and Control (JRC)*, Volume 6, Issue 2, 2025.
3. N. Ratib Anakira, A.K. Alomari, Ali Jameel and I. Hashim., "Multistage optimal homotopy asymptotic method for solving initial-value problems," *J. Nonlinear Sci. Appl.* 9 (2016), 1826-1843.

CONSTRUCTING A DERIVATIVE OPTIMAL INTERPOLATION FORMULA IN HILBERT SPACE

Khayriyev Umedjon N.

PhD, Associate Professor, Department of Applied
Mathematics and Programming Technologies, Bukhara State University
khayriyevu@gmail.com , u.n.xayriyev@buxdu.uz

Xiromon Yunus qizi Yusufzoda

Master's Student, Bukhara State University
xiromony@gmail.com

Abstract. This work considers the problem of interpolation in a Hilbert space, exploring methods for constructing a derivative optimal interpolation formula. It investigates the main properties of Hilbert space and their influence on the interpolation process, as well as the selection of normalized orthogonal bases for the optimal interpolation formula. As a result of the research, optimal coefficients minimizing the norm of the error functional of the interpolation polynomial in Hilbert space are determined. These findings are significant for function approximation, computational mathematics, and numerical analysis.

Keywords: Hilbert space, optimal interpolation formula, error functional, inner product, norm.

Let us consider the following Hilbert space:

$$W_2^{(m,m-1)}[0,1] = \{f : [0,1] \rightarrow \mathbb{R} \mid f^{(m-1)}, f^{(m)} \in L_2[0,1]\}$$

where $f^{(r)}$ is the r -th generalized derivative of the function f

The Hilbert space is one of the key concepts in functional analysis. It is an infinite-dimensional, complete vector space. Hilbert spaces are widely used in quantum mechanics, theoretical physics, and other fields of mathematics.

In [2], significant research is presented on constructing and analyzing optimal quadrature formulas in Hilbert space.

In general, interpolation formulas are expressed as follows:

$$L[f] = \sum_{i=1}^n \lambda_i f(x_i) + \sum_{j=1}^k \mu_j f^{(s_j)}(t_j),$$

To construct an optimal interpolation formula, we define the following steps:

An optimal interpolation formula must satisfy the following condition:

$$\|f(x) - Lf\| \rightarrow \min. \quad (3)$$

To construct an optimal interpolation formula, we define the following steps:

1. Define the inner product. In Hilbert space, the scalar product is defined as:

$$(f, g) = \int_a^b f(x)g(x)dx. \quad (4)$$

This allows us to compute the norm:

$$\|f\| = \sqrt{(f, f)}. \quad (5)$$

2. Express the error function. The error (residual) function is given by:

$$R[f] = f(x) - Lf. \quad (6)$$

References

1. Hayotov A.R., Babaev S.S. (2021). Optimal quadrature formulas for computing Fourier integrals in space. AIP Conference Proceedings, 2365, 020021.
2. Akhiezer N.I. The Classical Moment Problem and Some Related Questions in Analysis. Moscow: Nauka, 1961

QUANTUM STABILITY OF THE SHA-3 HASH FUNCTION: ANALYSIS, VULNERABILITIES AND PERSPECTIVES

Khudoyberdiev Azizjon Norjigit o'g'li
PhD Tashkent International University

Abstract. With the development of quantum computing, traditional cryptographic algorithms are exposed to new threats. The SHA-3 hash function, based on the sponge construction, is a modern standard that has some resistance to quantum attacks. This paper analyzes the resistance of SHA-3 to quantum attacks, considers potential vulnerabilities, and suggests ways to improve security in the post-quantum era.

Keywords: quantum computers, cryptographic algorithms, hash functions, collision.

1. Introduction

The advent of quantum computers poses a threat to the security of many cryptographic algorithms. Algorithms based on factorization and discrete logarithm are particularly vulnerable. However, symmetric algorithms, including hash functions, also require a re-evaluation of their security in light of quantum threats.

2. SHA-3 architecture and sponge construction

SHA-3 uses a sponge construction that includes two phases: absorb and squeeze. This construction is defined by the following parameters:

- Total length of the state: $b = r + c$, where r is the rate, c is the capacity.
- Maximum collision tolerance: $\frac{c}{2}$ bits.

For SHA3-256:

- $b = 1600$ bit.
- $r = 1088$ bit.

- $c = 512$ bit.
- Collision tolerance: 256 bits.
- Collisions: $O(2^{256})$
- Prototypes: $O(2^{256})$

3. Quantum attacks on SHA-3

Quantum algorithms such as Grover's algorithm provide quadratic speedup in preimage search:

- Classic difficulty: $O(2^n)$.
- Quantum complexity: $O(2^{n/2})$.

For SHA3-256 this means reducing the preimage strength from 256 to 128 bits.

Recent research also points to potential attacks on the SHA-3 sponge construction. However, work [1] has proven that the sponge construction is quantum-indifferentiable from a random oracle, confirming its robustness in a post-quantum context.

4. Optimizing SHA-3 Quantum Circuits

The study [2] presented new methods for optimizing quantum circuits for implementing SHA-2 and SHA-3, which allows for more efficient modeling of their behavior in a quantum environment.

5. Alternative hash functions and approaches

Alternative hash functions are considered in light of quantum threats:

- **SPHINCS+**: Hash-based signature standardized by NIST in 2024.
- **BLAKE3**: A fast and secure hash function that is gaining popularity in new systems.
- **Photonic hash functions**: propose using the quantum properties of light to create robust hash functions.

6. Recommendations and Prospects

- Increasing the output length of the hash function to improve robustness.
- Combining SHA-3 with other quantum-resistant algorithms.
- Move to variable-length hash functions such as SHAKE256.

7. Conclusion

SHA-3 demonstrates significant resistance to quantum attacks due to its sponge design. However, as quantum technologies advance, further research and additional security measures are needed to ensure reliable cryptographic protection in the future.

Literature

1. **Alagic, G., et al.** (2025). *Quantum indifferentiability of sponge constructions*.
2. **Grassl, M., Roetteler, M., Steinwandt, R.** (2024). *Optimizing quantum circuits for SHA-2 and SHA-3*. IACR Cryptology ePrint Archive, Report 2024/513
3. **Bernstein, D. J., et al.** (2015). *SPHINCS: Practical stateless hash-based signatures*. EUROCRYPT 2015
4. **Bertoni, G., Daemen, J., Peeters, M., Van Assche, G.** (2011). *The Keccak sponge function family*.
5. **NIST** (2024). *Post-Quantum Cryptography Standardization*. nist.gov
6. **Grover, L. K.** (1996). *A fast quantum mechanical algorithm for database search*. STOC '96
7. **Chen, M.-S., et al.** (2023). *Security amplification in sponge-based constructions*. [ASIACRYPT 2023]

УДК 517.518.87

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ, СУЩЕСТВОВАНИИ И ЕДИНСТВЕННОСТИ ОПТИМАЛЬНОЙ КВАДРАТУРНОЙ ФОРМУЛЫ ТИПА ЭРМИТА В ПРОСТРАНСТВЕ СОБОЛЕВА $W_2^m(R)$.

Жалолов Озоджон Исомидинович

Бухарский государственный университет,

o.i.jalolov@buxdu.uz

Махмудов Миржалол Мақсуд ўғли

Бухарский государственный университет

В одномерном случае С.Л. Соболев свёл нахождение оптимальных коэффициентов квадратурных формул при $p(x)=1$ в пространстве $L_2^{(m)}(R)$ решению системы из $2m-2$ уравнений.

В этой работе рассматриваются квадратурные формулы, которые участвуют значения функции и значения ее производных некоторого порядка.

Если нам известны не только значения функции $f(x)$ в точках $x_0, x_1, \dots, x_N$ на отрезке $[0,1]$, но и значения ее производных того или иного порядка, то естественно, что при правильном использовании всех этих данных мы можем ожидать более точный результат, чем в случае использования только значений функции, т.е. такие формулы называются квадратурные формулы типа Эрмита (см. [7],[8],[9],[10],[11]).

В настоящей работе именно рассматриваются весовые квадратурные формулы типа Эрмита и займёмся нахождением экстремальной функции, существование и единственности этих формул в непериодическом пространстве Соболева $W_2^m(R)$.

Определение 1. Пространство $W_2^m(R)$ определяется как замыкание бесконечно дифференцируемых функций, заданных в R и убывающих на бесконечность быстрее любой отрицательной степени в норме $([1,10])$

$$\|f(x)\|_{W_2^m(R)} = \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} \left| F^{-1} [\mu(y) \cdot F[f(x)](y)] \right|^2 dx \right\}^{1/2}.$$

Если выполняется условия

$$\nu_m(x) = \left(F^{-1} \left(\frac{1}{\mu^2(y)} \right) \right)(x) \in L_2(R),$$

где

$$\mu(y) = (1-y^2)^{\frac{m}{2}} \text{ и } \mu^2(y) = (1-y^2)^m,$$

то пространство $W_2^m(R)$ вкладывается в пространство непрерывных функции $C(R)$.

Рассмотрим следующую весовую квадратурную формулу:

$$\int_0^1 p(x) f(x) dx \approx \sum_{\beta=0}^N \sum_{\alpha=0}^{m-1} C_{\beta}^{(\alpha)} f^{(\alpha)}(x_{\beta}), \quad (1)$$

с функционалом погрешности

$$\ell_N^{(\alpha)}(x) = \varepsilon_{[0,1]}(x) p(x) - \sum_{\beta=0}^N \sum_{\alpha=0}^{m-1} (-1)^{(\alpha)} C_{\beta}^{(\alpha)} \delta^{(\alpha)}(x - x_{\beta}), \quad (2)$$

где соответственно, $C_{\beta}^{(\alpha)}$ и x_{β} называют коэффициентами и узлами квадратурной формулы (1) и $p(x)$ весовая функция, $\varepsilon_{[0,1]}(x)$ - индикатор отрезка $[0,1]$, $\delta(x)$ - дельта функция Дирака и назовем ее квадратурную формулу типа Эрмита. Качество квадратурной формулы оценивается при помощи нормы функционала погрешности:

$$\|\ell_N^{(\alpha)}(x)|W_2^{m*}(R)\| = \sup_{\|f\| \neq 0} \|\ell_N^{(\alpha)}(f)\| \|f(x)|W_2^m(R)\|. \quad (3)$$

Норма функционала погрешности $\ell_N^{(\alpha)}(x)$ зависит от коэффициентов C_β и узлов x_β .
Если

$$\|\ell_N^{0(\alpha)}(x)|W_2^{m*}(R)\| = \inf_{C_\beta, x_\beta} \|\ell_N^{(\alpha)}(x)|W_2^{m*}(R)\|, \quad (4)$$

то говорят, что функционал $\ell_N^{0(\alpha)}$ соответствует оптимальной квадратурной формуле в $W_2^m(R)$. В работе [8] вычислена коэффициентов оптимальных решетчатых весовых квадратурных формул в пространстве Соболева $W_2^m(R)$.

В настоящей работе мы занимаемся вычислением нормы $\|\ell_N^{(\alpha)}(x)|W_2^{m*}(R)\|$ функционала погрешности $\ell_N^{(\alpha)}(x)$ и нахождения экстремальная функция функционала погрешности весовой квадратурной формулы типа Эрмита и существованием и единственностью.

Таким образом следует

Теорема 1. Экстремальная функция функционала погрешности (3) квадратурной формулы (1) является

$$\psi_\ell^{(\alpha)}(x) = \int_{-\infty}^{\infty} \varepsilon_{[0,1]}(y) v_m^{(\alpha)}(x-y) dy - \sum_{\beta=0}^N \sum_{\alpha=0}^{m-1} C_\beta^{(\alpha)} v_m^{(\alpha)}(x-h\beta) \quad (5)$$

квадрат нормы функционала погрешности в пространстве $W_2^\mu(R)$ имеет вид

$$\|\ell_N^{(\alpha)}(x)|W_2^{m*}(R)\|^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \left| \varepsilon_{[0,1]}(y) v_\ell^{(\alpha)}(x-y) dy - \sum_{\alpha=0}^{m-1} \sum_{\beta=0}^N C_\beta v_m^{(\alpha)}(x-h\beta) \right|^2 dx, \quad (6)$$

где

$$v_m(x) = \frac{\pi \cdot e^{-2\pi|x|}}{2^{2m-2}(m-1)!} \sum_{k=0}^{m-1} \frac{(2m-k-2)!(2\pi)^k}{k!(m-k-1)!} |x|^k. \quad (7)$$

Справедливо следующая.

Лемма. Система $\{v_{m/2}^{(\alpha)}(x-h\beta)\}_{\beta=0}^N$ является линейно независимой системой в пространстве $L_2(R)$ и линейная оболочка этой системы является $(N+1)$ мерным подпространством в $L_2(R)$.

Решение системы

$$\sum_{\beta=0}^N \sum_{\alpha=0}^{m-1} C_\beta^{(\alpha)} v_m^{(\alpha)}(x-h\beta) = \int_{-\infty}^{\infty} p(y) v_m^{(\alpha)}(h\theta-y) dy, \quad \alpha=0,1,\dots,N. \quad (8)$$

есть оптимальные коэффициенты квадратурной формулы (1).

Из леммы и существование и единственности наилучшего приближения подпространством следует следующая

Теорема 2. Оптимальная квадратурная формула, коэффициенты которой являются решением системы линейных уравнений (8) в пространстве Соболева $W_2^m(R)$, существует и она является единственной.

Литература

1. С.Л. Соболев. Введение в теорию кубатурных формул, М.1974.
2. Никольский С.М. Квадратурные формулы. – М: Наука, 1979. – 256с.
3. Лушпай Н.Е. Наилучшие квадратурные формулы на классах дифференцируемых периодических функции. Матем. заметки, 6:4 (1969), 475–481с
4. Н. Е. Лушпай, “Наилучшие квадратурные формулы для некоторых классов функций с интегрируемой g -й производной”, Изв. вузов. Матем., 1975, № 3, 59–71

5. Никольский С.М. Квадратурные формулы. –М: Наука, 1979. – 256с.
6. Хаитов Т.И. Кубатурные формулы с заданием производных в периодическом случае. ДАН СССР, 1969, т.189, №5.
7. Kh.M.Shadimetov, A.R.Hayotov. Optimal quadrature formulas with positive coefficients in $L_2^{(m)}(0,1)$. Journal of Computational and Applied Mathematics 235 (2011) 1114–1128.
8. Шадиметов Х.М., Жалолов Ик.И. Оптимальная квадратурная формула в пространстве Соболева. Проблемы вычислительной и прикладной математики. Ташкент, 2016. № 2, с. 9.
9. Jalolov O.I. Weight Optimal Order of Convergence Cubature Formulas in Sobolev Space. AIP Conference Proceedings 2781 (1), 020066 (2023). DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0144837>.
10. Волевич Л.Р., Панеях Б.П. Некоторые пространства обобщенных функций и теоремы вложения, УМН, 20, вып. I, 1965, 3-74.
11. И.С. Градштейн и И.М. Рыжик. Таблицы интегралов, сумм рядов и произведений. Наука, физ-мат, М.1963. 1100 с.

MS EXCELDA CHIZIQLI EMAS TENGLAMALARNI YECHISH ALGORITMI

Iroda Boltaboyeva

*Ajiniyaz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti,
matematika-informatika yo'nalishi 4-kurs talabasi*

Abdullayev Alisher

*Ajiniyaz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti,
Informatika o'qitish metodikasi kafedrası, dotsent*

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada MS Excel dasturidan foydalanib chiziqli bo'lmagan tenglamalarni sonli usullar yordamida yechish algoritmlari yoritilgan. Asosiy e'tibor iteratsion yondashuvlarga, xususan, Nyuton-Rafson usuli hamda Microsoft Excelning 'Goal Seek' funksiyasiga qaratilgan. **Kalit so'zlar:** tenglama, ildizlar, grafik, funksiya, usullar, katak, Nyuton-Rafson, algoritm

Chiziqli bo'lmagan tenglama – bu ifodaning o'zgaruvchisi chiziqli bo'lmagan ko'rinishda qatnashadigan tenglamadir. Masalan, quyidagi tenglama chiziqli bo'lmagan tenglama hisoblanadi:

$$f(x) = x^3 - 2x - 5 = 0$$

Bunday tenglamalarning ildizlarini topishda grafik usullar, analitik yechimlar yoki sonli iteratsion yondashuvlar qo'llaniladi. Ko'p hollarda Microsoft Excel foydalanuvchilari sonli usullardan foydalanadilar. 'Goal Seek' funksiyasi – bu Microsoft Excel dasturining 'What-If Analysis' menyusiga joylashtirilgan oddiy, ammo kuchli vositadir. Bu funksiya yordamida foydalanuvchi natija (masalan, 0 qiymat) erishilishi kerak bo'lgan formulani tanlaydi va shu natijani olish uchun qanday x qiymat kerakligini aniqlaydi.

Masalan: $f(x) = x^3 - 2x - 5$

Dastlab A1 katakka x ning taxminiy qiymatini, A2 katakka esa formulani kiritamiz: $=A1^3 - 2*A1 - 5$

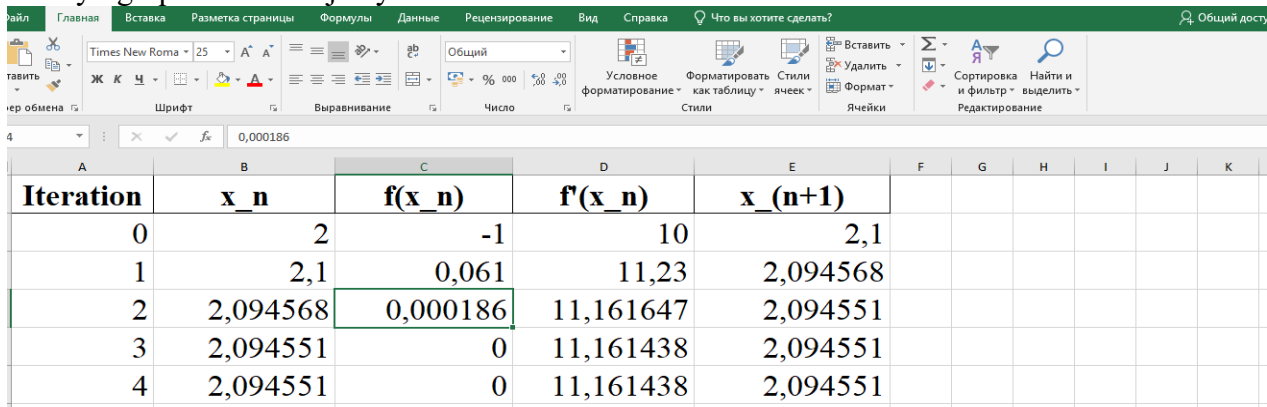
So'ngra 'Data' → 'What-If Analysis' → 'Goal Seek' menyusiga o'tamiz.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	x	$f(x) = x^3 - 2x - 5$								
2	2	-1								

Excel avtomatik ravishda A1 katakdagi qiymatni o'zgartirib, A2 natijani 0 ga yaqinlashtiradi. Bu orqali ildiz topiladi. Nyuton-Rafson usuli – chiziqli bo'lmagan tenglamalarni yechishda eng mashhur sonli yondashuvlardan biridir. Uning formulasi quyidagicha: $x_{n+1} = x_n - f(x_n)/f'(x_n)$

MS Excelda bu usulni qatorlar orqali avtomatik tarzda yaratish mumkin. Buning uchun quyidagilar amalga oshiriladi:

1. A1 katak: boshlang'ich taxmin x_0 qiymati (masalan, 2)
2. B1 katak: $f(x)$ ning qiymati (masalan, $=A1^3 - 2*A1 - 5$)
3. C1 katak: $f'(x)$ ning qiymati (masalan, $=3*A1^2 - 2$)
4. D1 katak: yangi x qiymati (masalan, $=A1 - B1/C1$)
5. Keyingi qatorlarda bu jarayon takrorlanadi.



Iteration	x_n	$f(x_n)$	$f'(x_n)$	$x_{(n+1)}$
0	2	-1	10	2,1
1	2,1	0,061	11,23	2,094568
2	2,094568	0,000186	11,161647	2,094551
3	2,094551	0	11,161438	2,094551
4	2,094551	0	11,161438	2,094551

Iteratsiyalar davomida x qiymatlari o'zgarib boradi va aniqlik chegarasiga (epsilon) yetganidan so'ng, ildiz aniqlanadi. Bu usul tez konvergentlikka ega va aniq boshlang'ich taxmin bilan juda samarali ishlaydi.

Tenglama: $f(x) = x^3 - 2x - 5$ Goal Seek funksiyasi yordamida: ildiz ≈ 2.094
 Nyuton usuli yordamida: boshlang'ich taxmin $x_0 = 2$ dan boshlab, 4-5 iteratsiyada ildiz aniqlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. R. Xolboev, "Microsoft Excel dasturida hisoblashlar", 2019.

NUMERICAL SOLUTION OF BOUNDARY VALUE PROBLEMS FOR LINEAR SECOND-ORDER DIFFERENTIAL EQUATIONS.

Muminov Mukhiddin Eshqobilovich,

Faculty of Mathematics, Samarkand State University;

V.I Romanovskiy Institute of Mathematics, Uzbekistan Academy of Sciences,

e-mail: mmuminov@mail.ru;

Usmonov Navruz Muzaffarovich

Department of Mathematics, Gulistan State University;

e-mail: navruzusmonov417@gmail.com.

Abstract. The aim of this paper is to numerically solve boundary value problems for linear second-order differential equations using the Piecewise Constant Argument Method (PCAM). First, we construct an initial value problem for second-order differential equations with piecewise constant arguments, corresponding to the original equation, which has a unique solution. Next, we apply the shooting method to convert the boundary value problem into initial value problems and compute its approximate solution. To demonstrate the effectiveness and accuracy of the proposed method, we solve several differential equations arising from various physical problems with given boundary conditions. Finally, we compare the results with recent approximate solutions and show that the proposed method is efficient and accurate..

Keywords: Boundary value problem, initial value problem, shooting method, piecewise constant arguments, second-order differential equation.

We consider a linear second-order boundary value problem (BVP) of the form

$$y''(x) = p(x)y'(x) + q(x)y(x) + r(x), \quad (1)$$

$$0 < x < 1, \quad y(0) = \alpha, \quad y(1) = \beta,$$

where α, β are real constants, $p(x)$, $q(x)$ and $r(x)$ are continuous functions on $[0,1]$. To get an approximate solution for IVP, we consider the following BVP for the piecewise constant argument equation

$$y''(x) = p(x)y'\left(\frac{[nx]}{n}\right) + q(x)y\left(\frac{[nx]}{n}\right) + r(x), \quad (2)$$

with boundary condition

$$y(0) = \alpha, y(1) = \beta. \quad (3)$$

Note that $x_k := \frac{[nx]}{n} = \frac{k}{n}$, for $x \in \left[\frac{k}{n}, \frac{k+1}{n}\right)$, $k = 0, 1, \dots, n-1$.

A solutions of (2), (3) is defined as follows ⁵**Definition 1.** A function $y(x) := y_n(x)$ is called a solution of the BVP (2) if the following conditions are satisfied:

(I) $y(x)$, $y'(x)$ are continuous on $[0,1]$ and $y(x)$ satisfies the boundary condition (3);
 (II) $y''(x)$ exist and continuous in $[0,1]$ with possible exception at points x_k , where one-sided derivatives exist;

(III) $y(x)$ satisfy BVP (2) in $(0,1)$, with the possible exception at the points x_k .

We consider the following initial value problem with PCA of the form

$$z''_i(x) = p(x)z'_i(x_k) + q(x)z_i(x_k) + r(x), \quad (4)$$

with initial conditions

$$z_i(0) = \alpha, z'_i(0) = \gamma_i, i = 1, 2. \quad (5)$$

where γ_1, γ_2 are real constants and $\gamma_1 \neq \gamma_2$ are chosen arbitrarily.

For $x \in [x_k, x_{k+1})$ and $i = 1, 2$ the solution of (4), (5) has a form

$$z_i(x) = \int_{x_k}^x \int_{x_k}^z (p(s)z'_i(x_k) + q(s)z_i(x_k) + r(s)) ds dz + z'_i(x_k)(x - x_k) + z_i(x_k), \quad (6)$$

where $z_i(x_k) = \lim_{x \rightarrow x_k-0} z_i(x)$, $z'_i(x_k) = \lim_{x \rightarrow x_k-0} z'_i(x)$.

We set $w_1 = \frac{\beta - z_2(1)}{z_1(1) - z_2(1)}$ and $w_2 = \frac{z_1(1) - \beta}{z_1(1) - z_2(1)}$ for $z_1(1) \neq z_2(1)$, and $w_1 + w_2 = 1$ for $z_1(1) = z_2(1)$.

Theorem 1. For any positive integer number n the BVP (2) has a unique solution $y_n(x)$ defined as

$$y_n(x) = w_1 z_1(x) + w_2 z_2(x). \quad (7)$$

where z_i , $i = 1, 2$ is defined by (6).

Theorem 2. For any $\varepsilon > 0$ there exists a positive number $n_0 = n_0(\varepsilon)$ such that for any positive integer number n with $n > n_0$ the inequality

$$\sup_{x \in [0,1]} |y''(x) - p(x)y'(x) - q(x)y(x) - r(x)| < \varepsilon \quad (8)$$

holds, where $y_n(x)$ is defined by (7).

Numerical results.

To verify the effectiveness of the proposed methods, we consider several examples and present the absolute errors of approximate and exact solutions. To obtain an approximate solution of the equation in Theorem 1, we need to compute y_n , which has an explicit formula. We consider a numerical method for computing y_n in the case where the variable coefficient function has no exact

⁵ Muminov, M. I., & Jumaev, Z. Z. (2025). On the approximation algorithms for solving generalized bernoulli differential equations using PCAM. International Journal of Applied and Computational Mathematics, 11 (2), 45.

antiderivative. In this case, to explicitly compute y_n , we approximate using step functions, specifically $y(x_k)$.

Problem 1. Consider the BVP given in ⁶, ⁷.

$$y''(x) = -(x+1)y'(x) + 2y(x) + (1-x^2)e^{-x},$$

$$0 < x < 1, \quad y(0) = -1, \quad y(1) = 0.$$

The exact solution of this problem is $y(x) = (x-1)e^{-x}$.

Problem 2. Consider the BVP given in [3] and [4]

$$y''(x) = 2y'(x) - y(x) - 3, \quad x \in (0,1),$$

$$y(0) = -3, \quad y(1) = -2.264241.$$

The exact solution of this problem is $y(x) = 2xe^{x-2} - 3$. The average errors and runtimes for the Problems 1 and 2, obtained with the PDDE (Population-Distributed parallel Differential Evolution) method [3], [4] on the Intel(R)Optiplex 9010 with four cores running at 3.4 GHz each, and with the Present method on the Intel(R)Core(TM) i5-10210 with four cores running at 1.6 GHz are presented in Table 1.

Problem №	Average error		Runtime (s)	
	PDDE	PCA	PDDE	PCA
1.	1.7082×10^{-4}	6.2661×10^{-6}	362.5911	69.18
2.	2.5474×10^{-4}	6.0703×10^{-6}	184.7287	43.51

Table 1.

Problem 3. Let the system of differential equations of the second order with the boundary value have the following form

$$y''(x) = \cos(3x)y'(x) + \sin(3x)y(x) - \sin(2x) - \cos x, \quad x \in (0,1),$$

$$y(0) = 1, \quad y(1) = \cos 1.$$

The exact solutions are given by $y(x) = \cos x$.

Problem 4. Consider the BVP

$$y''(x) = (x^3 + x + 1)y'(x) + (1 - x^2)y(x) + 2x - 2x^4 - 5x^2 + 6x,$$

$$0 < x < 1, y(0) = 1, y(1) = 0.$$

The exact solution of this problem is $y(x) = 2x^2 - 3x + 1$. Table 2 presents the computational results for Problems 3 and 4, obtained exclusively using the PCA method.

Problem №	Average error	Runtime (s)
3.	1.4376×10^{-6}	57.06
4.	1.6736×10^{-14}	0.57

Table 2.

References

- [1]. Muminov, M. I., & Jumaev, Z. Z. (2025). On the approximation algorithms for solving generalized bernoulli differential equations using PCAM. *International Journal of Applied and Computational Mathematics*, 11 (2), 45.
- [2]. Nasim, A., Burattini, L., Fateh, M. F., & Zameer, A. (2019). Solution of linear and non-linear boundary value problems using PDDE. *JAISCR*, 9 (3), 205-218.

⁶ Nasim, A., Burattini, L., Fateh, M. F., & Zameer, A. (2019). Solution of linear and non-linear boundary value problems using PDDE. *JAISCR*, 9 (3), 205-218.

⁷ Fateh, M. F., Zameer, A., Mirza, N. M., Mirza, S. M., & Raja, M. A. Z. (2017). Biologically inspired computing framework for solving two-point boundary value problems using differential evolution. *Neural Computing and Applications*, 28 , 2165-2179.

[3]. Fateh, M. F., Zameer, A., Mirza, N. M., Mirza, S. M., & Raja, M. A. Z. (2017). Biologically inspired computing framework for solving two-point boundary value problems using differential evolution. *Neural Computing and Applications*, 28, 2165-2179.

[4]. Arefin, M. A., Nishu, M. A., Dhali, M. N., & Uddin, M. H. (2022). Analysis of reliable solutions to the boundary value problems by using shooting method. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022(1), 2895023.

[5]. Keller, H. B. (2018). *Numerical methods for two-point boundary-value problems*. Courier Dover Publications.

УДК 517.516.87

СУЩЕСТВОВАНИЕ И ЕДИНСТВЕННОСТЬ ОПТИМАЛЬНОЙ КВАДРАТУРНОЙ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ИНТЕГРАЛОВ ТИПА ФУРЬЕ В ПРОСТРАНСТВЕ ХЁРМАНДЕРА

$H_2^\mu(R)$.

Жалолов Озоджон Исомидинович

Бухарский государственный университет,

o.i.jalolov@buxdu.uz

Мухсинова Мехринисо Шавкатовна

докторант Бухарского государственного университета

В настоящей работе рассмотрим следующую квадратурную формулу:

$$\int_0^1 e^{2\pi i \sigma x} f(x) dx \approx \sum_{\beta=0}^N C_\beta f(x_\beta) \quad (1)$$

с функционалом погрешности

$$\ell_N(x) = \varepsilon_{[0,1]}(x) e^{2\pi i \sigma x} - \sum_{\beta=0}^N C_\beta \delta(x - x_\beta), \quad (2)$$

где соответственно, C_β и x_β называют коэффициентами и узлами квадратурной формулы (1), $\varepsilon_{[0,1]}(x)$ - индикатор отрезка $[0,1]$, $\delta(x)$ - дельта функция Дирака и $f(x)$ является элементом гильбертова пространства Хермандера $H_2^\mu(R)$ и назовем ее квадратурную формулу для интегралов типа Фурье.

Определения 1. Пространство $H_2^\mu(R)$ определяется как замыкания пространства бесконечно дифференцируемых функций, убывающих на бесконечности быстрее любой отрицательной степени, которая норма функций определяется следующим образом [1,2]

$$\|f\|_{H_2^\mu(R)} = \left\{ \int_{-\infty}^{\infty} |F^{-1}[\mu(\xi) \cdot F[f^c(x)](\xi)](x)|^2 dx \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (3)$$

где $f^c(x)$ класс функций, следы которых в области R совпадают, F -преобразование Фурье, $\mu(\xi)$ бесконечно дифференцируемая, $\mu > 0$, R и F^{-1} прямое и обратное преобразование Фурье:

$$F[f(x)](\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{2\pi i \xi x} dx, \quad F^{-1}[f(x)](\xi) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-2\pi i \xi x} dx,$$

Справедлива следующих

Теорема 1. Экстремальная функция функционала погрешности (2) квадратурной формулы (1) имеет вид

$$\psi_e(x) = [e^{2\pi i \sigma x} \cdot \varepsilon_{[0,1]}(x)] * \nu_m(x) - \sum_{\beta=0}^N C_\beta \nu_m(x - h\beta), \quad (4)$$

квадрат нормы функционала погрешности $\ell_N(x)$ в пространстве Хёрмандера $H_2^\mu(R)$ имеет следующий вид

$$\|\ell_N|_{H_2^{\mu*}(R)}\|^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \left| e^{2\pi i \sigma x} \cdot \varepsilon_{[0,1]}(x) * v_m(x) - \sum_{\beta=0}^N C_\beta v_m(x-h\beta) \right|^2 dx, \quad (5)$$

где $v_m(x) = \left(F^{-1} \left(\frac{1}{\mu(\xi)} \right) \right)(x) \in L_2(R)$, т.е. [6].

$$v_m(x) = \frac{\pi \cdot e^{-2\pi|x|}}{2^{2m-2}(m-1)!} \sum_{k=0}^{m-1} \frac{(2m-k-2)!(2\pi)^k}{k!(m-k-1)!} |x|^k. \quad (6)$$

Лемма 1. Справедливо следующее равенство

$$\left\| \sum_{\beta=0}^N C_\beta \delta(x-h\beta) |_{H_2^{\mu*}} \right\|^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \left| \sum_{\beta=0}^N C_\beta v_{\frac{m}{2}}(x-h\beta) \right|^2 dx.$$

Лемма 2. Система

$$\{v_{m/2}(x-\beta h)\}_{\beta=0}^N \quad (7)$$

является линейно независимой.

Отсюда следует также линейная независимость $\delta(x-h\beta)$, $\beta = 0, 1, 2, \dots, N$ в пространстве $H_2^\mu(R)$. Таким образом, линейная оболочка функций $v_{m/2}(x-h\beta)$, $\beta = 0, 1, 2, \dots, N$ является $(N+1)$ -мерным подпространством в $L_2(R)$.

Из этих лемм и из теории существования и единственности наилучшего приближения подпространством следует существование и единственность оптимальной квадратурной формулы для интегралов типа Фурье.

Теорема 2. Оптимальная квадратурная формула для интегралов типа Фурье (1), коэффициенты которой являются решением системы линейных уравнений

$$\psi_\ell(h\alpha) = 0, \quad \alpha = 0, 1, \dots, N \quad (8)$$

в пространстве Хёрмандера $H_2^\mu(R)$, существует и она является единственной.

Литература

1. Соболев С.Л. Введение в теорию кубатурных формул. М.:Наука, 1974.-808с.
2. Волевич Л.Р., Панях Б.П. Некоторые пространства обобщенных функций, и теории вложения, УМН, 1965, том 20, выпуск 1, с. 3-74.
3. Shadimetov Kh.M., Hayotov A.R. Optimal quadrature formulas with positive coefficients in $L_2^{(m)}(0,1)$. Journal of Computational and Applied Mathematics, 235 (2011), 1114–1128.
4. Шадиметов Х.М., Жалолов Ик.И. Оптимальная квадратурная формула в пространстве Соболева. Проблемы вычислительной и прикладной математики. Ташкент, 2016. № 2, -с. 94-103.
5. Jalolov O.I. Weight Optimal Order of Convergence Cubature Formulas in Sobolev Space. AIP Conference Proceedings 2781 (1), 020066 (2023). DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0144837>
6. И.С. Градштейн и И.М. Рыжик. Таблицы интегралов, сумм рядов и произведений. Наука, физ-мат, М.1941.

MATEMATIK MODELLASHTIRISH VA HISOBLASH TAJRIBALARI

*Shamsiyeva Nigora Rafiq qizi**ZARMED universiteti Iqtisodiyot kafedrasi o'qituvchisi**shamsiyeva_nigora@zarmeduniver.com*

Annotatsiya. Ushbu maqolada chiziqli bo'lgan matematik modellarni o'rganish usullari, yechimlarning tahlili muhokama qilinadi. Shuningdek, analitik va sonli yechim usullari, ularning afzalliklari va cheklovlari taqqoslanadi. Kompyuter texnologiyalarining matematik modellashdagi roli, hisoblash usullarining zamonaviy imkoniyatlari va amaliy matematika bilan bog'liq jihatlar ko'rib chiqiladi. Maqolada matematik modellarning murakkabligi va ularni kompyuter yordamida tahlil qilish bosqichlari batafsil yoritilgan. Turli fanlar har xil matematikallashtirish darajasiga ega. Sifatli matematik modellar ustivor ahamiyatga ega bo'lgan fanlar uchun yuqori bo'lgan matematikallashtirish darajasi xarakterli. Qanday matematik modellar ishlatilishiga ko'ra matematikallashtirish darajasini tavsiflash mumkin. Masalan, mexanikada matematikani qo'llash xususiy hosilali differensial tenglamalar tizimidan foydalanishga asoslanadi. Jumladan, bunday matematik modellar alohida bitta holatda emas, mexanikaning qayishqoqlik nazariyasi, gidroaerodinamika kabi hamma bo'limlarda qo'llaniladi. Matematikallashtirish darajasi fizikada ham yuqori, lekin uning turli xil bo'limlarida hozircha har xil darajada ishlatiladi.

Hozirgi paytda kimyoda ham matematikallashtirish darajasi ortib bormoqda. Masalan, kimyoviy kinetika sodda differensial tenglamalarga, kimyoviy gidrodinamika xususiy hosilali tenglamalarga asoslanadi. Biologiyada ham matematikallashtirish darajasi ortmoqda. Buning isboti tariqasida XX asr boshlarida bajarilgan «*yirtqich-o'lja*» tizimini matematik modellashdagi bo'yicha Volterning klassik ishiga e'tiborni qaratish etarli. [1]

Biz iqtisod, tarix va boshqa ijtimoiy fanlarga ham matematik g'oyalarning tez suratlar bilan kirib kelishiga guvoh bo'lmoqdamiz. Mexanika va fizikani matematikallashtirishda to'plangan tajriba hamda matematikaning rivojlanish darajasi tufayli qolgan fanlarni matematikallashtirish jarayoni juda tez sodir bo'lmoqda. Kimyo va biologiyada matematikani qo'llash ko'proq ilgari ishlab chiqilgan matematik apparatga asoslanadi. Shuning uchun ushbu fanlarning matematikallashtirish jadalligi kimyo, biologiya fanlarining rivojlanish darajasiga bog'liq.

Tajribaviy va nazariy tadqiqotlarni rivojlantirmasdan turib matematik usullarning o'zigagina tayanib bo'lmaydi. Matematik usullarni samarali qo'llash uchun, avvalo, o'rganilayotgan jarayon yoki hodisani chuqur anglash, amaliy sohadagi mutaxassis va matematik bo'lish talab etiladi.

Tabiatning umumiyliigi turli xil fizik, kimyoviy, biologik jarayonlarni ta'riflash uchun bir xil matematik modellarni qo'llashda namoyon bo'ladi. Matematik modellar sonining cheklilik xususiyati ularning abstraktililigini ko'rsatadi. Bitta matematik ifoda (tushuncha) har xil jarayon, tavsiflarni ta'riflashi mumkin. Masalan Laplas tenglamasi gidrodinamikadagi siqilmaydigan suyuqlik harakatini, zaryadlanmagan jismlar tashqarisidagi elektrostatik maydonni, stasionar issiqlik maydonini, qayishqoqlik nazariyasida membrananing egilishini ta'riflaydi. A.Puankrening qayd etishicha, «Matematika – har xil narsalarga bir xil nom qo'yish sa'natidir». Xususan, bu aniq bir hodisa yoki jarayonni o'rganishda boshqa bir hodisa yoki jarayonni o'rganish paytida olingan natijalarni qo'llashga imkon beradi. Matematik modellarning bunday umumiyligida matematika usullarining birlashgan ahamiyati namoyon bo'ladi.

Ilmiy bilimlarni matematikallashtirishda hodisaning aniq tabiatidan chetlashish, ideallashtirish va uning matematik shaklini ajratib ko'rsatish bosqichi mavjud, (matematik model quriladi). Aynan matematik modelning abstraktiligi uning aniq hodisa yoki jarayonga nisbatan qo'llanilishida ma'lum bir qiyinchiliklar tug'diradi. Hozirda, to'plangan tajriba tufayli turli fanlardagi ideallashtirish, chetlashish jarayoni nisbatan tinchroq va tezroq o'tadi.

Matematik modellar sof matematik an'analari buyicha o'rganilishi mumkin. Bunday holatda matematik modeller amaliy mazmun bilan hech qanday aloqasiz, matematikada qabul qilingan qat'iylik darajasi buyicha o'rganiladi. Bu esa ularga mukammallik va zaruriy umumiylikni

ta'minlaydi. Bu yerda yirik matematiklar - D.Gilbert, A.M.Lyapunov va boshqalarning fikriga yondoshish o'rinli. Mazkur nuqtai nazar quyidagiga olib keladi.

Amaliy muammolarni nazariy o'rgangan holda hisoblash vositalaridan keng foydalanishga asoslangan yangi ilmiy sohalar, yo'nalishlar tez sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Bu borada, avvalo, hisoblash fizikasini, hisoblash gidrodinamikasini, hisoblash geometriyasini, hisoblash algebrasini, hisoblash issiqlik fizikasini qayd etib o'tamiz.

Sifatli tadqiqot masalani o'lchamli tahlil etishdan boshlanadi. Masalani o'lchovsiz ko'rinishga keltirish uning aniqlovchi o'zgaruvchilari sonini qisqartirishga imkon beradi. Kichik yoki katta o'lchovsiz parametrlarni ajratish bir qator holatlarda joriy matematik modellarni sezilarli darajada soddalashtirishga, uni yechishning sonli usullarini ishlab chiqarishda masalaning xususiyatlarini hisobga olishga imkonini yaratadi.[4]

Matematik modelning o'zi ancha murakkab, chiziqli bo'lmashligi mumkin. Buning natijasida uni amaliy matematikaning an'anaviy usullari yordamida sifatli o'rganib bo'lmaydi. Aynan shuning uchun ko'p hollarda anchagina sodda, lekin joriy matematik modelga nisbatan mazmunliroq masalada sifatli tadqiqot o'tkaziladi. Bunday hollarda asosiy modelning soddalashtirilgan masalalari (model uchun model) to'g'risida so'z yuritish lozim.

Matematik modellarni sifatli o'rganishda korrektilik muammolariga katta e'tibor qaratiladi. Avvalo, yechimning mavjudlik masalasi ko'riladi. Unga mos bo'lgan qat'iy natijalar (mavjudlik teoremasi) matematik modelning korrektiligiga kafolat beradi. Bundan tashqari mavjudlik teoremlarining konstruktivlik isbotlari qo'yilgan masalani taqribiy yechish usullariga asos qilib olinishi mumkin.

Amaliy matematik modellashtirishda kiruvchi ma'lumotlarning nisbatan kichik chetlanishlarida echimning turg'unlik masalasi muhim ahamiyat kasb etadi. Tug'unmaslik (kichik chetlanishlarda yechimning cheksiz ortib ketishi) teskari masalalar uchun xarakterli bo'lib, taqribiy yechimni olishda hisobga olinishi kerak.

Yechimning ko'pligi, yagona emasligi chiziqli bo'lmagan matematik modellar uchun xos bo'lishi mumkin. Matematik modellarni sifatli o'rganishda tarmoqlanish nuqtalari, yechimlarning bifurkatsiyasi, zaruriy yechimning ajratib ko'rsatish masalalari o'rganiladi.[2]

Matematik modellashtirishda kompyuterlarni qo'llash bo'yicha kamida ikkita bosqich, ikkita darajani ajratib ko'rsatish mumkin. Birinchisi, nisbatan sodda matematik modellarni o'rganish bilan tavsiflanadi. Kompyuterlarni qo'llashning ushbu bosqichida hisoblash vositalari amaliy matematikaning boshqa usullari bilan bir qatorda ishlatiladi.

Amaliy matematik modellashtirishda kompyuterlarni qo'llashning ushbu bosqichi uchun R.Xemmingning «Hisoblash maqsadi son emas, anglashdir» shiori xarakterlidir. U ko'proq sifatli tahlilni qadrlaydigan buyurtmachi-nazariyotchining ishlash an'alarini aks ettiradi. Ilmiy tadqiqotlar va ishlab chiqarishning zamonaviy bosqichi uchun anglashning o'zi kamlik qiladi. Tajriba haqiqiy tarkibga chiqishi uchun aniq sonli bog'liqliklar va tavsiflar talab etiladi [3].

Tajribaviy tadqiqotlarning zamonaviy rivojlanish bosqichi mukammal uskunalarning keng qamrovda qo'llanilishi bilan izohlanadi. Uskunalarining o'zi o'rganilayotgan hodisa yoki jarayonga chetlanishlar kiritadi. Bunday xatoliklardan qutulish uchun uskunaning matematik modeli quriladi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, Hisoblash tajribasida nazariy va tajribaviy tadqiqotlarning avtonomik darajasi yuqori. Fundamental modellar aniq, tekshirilgan sharoitda nazariy hamda tajribaviy tadqiqotlarning mustahkam koordinastiyalashuvi va aloqasiga oid masalasi qo'yilishi mumkin. Modellashtirish uslubidan hozirgi zamon fanidan keng foydalanilmoqda. U ilmiy-tadqiqot jarayonini osonlashtiradi, ba'zi hollarda esa murakkab obyektlarini o'rganishning yagona vositasiga aylanadi. Modellashtirish, ayniqsa mavhum obyektlarni, olis-olislarda joylashgan obyektlarni, juda kichik hajmli obyektlarni o'rganishda ahamiyati kattadir. Modellashtirish uslubidan fizik, astronomik, biologik, iqtisod uchun ham foydalaniladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.

1. S.Tursunov, I.Nazarov. Ta'limda axborot texnologiyalari. Darslik. Toshkent: "Adabiyot uchqunlari", 2019. 2-tom, -300 b.

2. Мельников П.П. Технология разработки HTML-документов: Учебное пособие. – Финансы и статистика, 2005. – 112 с.
3. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие/Под ред. П.В. Трусова. – М.: Университетская книга, Логос, 2007. – 440 с.
http://mmssp.pstu.ru/userfiles/Posobie/MM_intro_PVTrusov.pdf
4. Jumayev J., Shamsiyeva N.R. Chiziqli dasturlash masalasini simpleks usulda yechishning kompyuterli modeli// Pedagogik mahorat, maxsus son, 2022 yil , dekabr, 86-90 betlar.

THE FIRST INTEGRAL IDENTITY FOR THE EIGHTH ORDER INTERPOLATION SPLINE

Nuraliev Farhod Abdug'aniyevich

Fizika matematika fanlar doktori, dotsent

V.I.Romanovskiy Institute of Mathematics, Scientific researcher

Toshkent International University, Associate Professor

Abdullayeva Gulrux Shukurullo qizi

V.I.Romanovskiy Institute of Mathematics, PhD student,

gulruxshukurillayevna@gmail.com

Annotation. Nowadays, interpolation plays a crucial role in various fields including mathematics, engineering, computer science, statistics, and more. It involves approximate functions, fill in missing data, smooth noisy data, and create continuous representations from discrete data. In this work, we show that a generalized interpolation spline of order eighth minimizes the semi norm in the space $K^{(4)}(a, b)$.

Keywords: interpolation, spline, semi-norm, Hilbert space, operator.

Аннотация. В настоящее время интерполяция играет решающую роль в различных областях, включая математику, инженерию, информатику, статистику и другие. Он включает в себя приближенные функции, заполнение недостающих данных, сглаживание шумовых данных и создание непрерывных представлений из дискретных данных. В данной работе мы показываем, что обобщенный интерполяционный сплайн восьмого порядка минимизирует полунорму в пространстве.

Ключевые слова: интерполяция, сплайн, полунорма, гильбертово пространство, оператор.

Annotatsiya. Hozirgi kunda interpolyatsiya turli sohalarda, jumladan, matematika, muhandislik, informatika, statistika va boshqalarda muhim rol o'ynaydi. U funksiyalarni yaqinlashtirishni, yetishmayotgan ma'lumotlarni to'ldirishni, shovqinli ma'lumotlarni silliqdashni va diskret ma'lumotlardan uzluksiz tasvirlarni yaratishni o'z ichiga oladi. Ushbu ishda sakkizinchi tartibli umumlashgan interpolyatsion splayn fazodagi yarim normani minimallashtirishini ko'rsatamiz.

Tayanch iboralar: interpolyatsiya, splayn, yarim norma, Gilbert fazosi, operator.

We consider $K^{(4)}(a, b)$ space that a factorized Hilbert space where the inner product is introduced as $\langle f, g \rangle = \int_a^b L_4 f(x) L_4 g(x) dx$ this, the semi norm is defined using the inner product as follows:

$$\|f\| = \sqrt{\langle f, f \rangle} \quad (1)$$

Now, we consider the following problem in the space.

Problem. Find the function $f(x) \in K^{(4)}(a, b)$ which gives minimum to the semi-norm (1) and satisfies the interpolation condition

$$f(x_j) = y_j, \quad j = 0, 1, \dots, N.$$

Now we will show eighth order spline $S_{\Delta}(x)$ which interpolates $f(x) \in K^{(4)}(a, b)$ on the mesh $a = x_0 < x_1 < \dots < x_N = b$ gives a minimum to the norm in the space $K^{(4)}(a, b)$

Theorem. If the function $f(x)$ belongs to the space $K^{(4)}(a, b)$ the $S_{\Delta}(f; x)$ spline interpolates it on the mesh $a = x_0 < x_1 < \dots < x_N = b$ and fulfilled any of the conditions:

- a) at the end points of the mesh Δ for the eighth order algebraic-hyperbolic tension spline $S_{\Delta}(f, x)$ the equalities $L_4 S_{\Delta}^{\alpha}(f; b) = L_4 S_{\Delta}^{\alpha}(f; a) = 0$, $\alpha = 0, 1, 2$ are valid;
- b) The function $f(x)$ and eighth order algebraic-hyperbolic tension spline $S_{\Delta}(f, x)$ satisfy the boundary conditions $f^{(k)}(a) = S_{\Delta}^{(k)}(f, a)$, $f^{(k)}(b) = S_{\Delta}^{(k)}(f, b)$, $k = 1, 2, 3$.
- c) The function $f(x)$ and eighth spline $S_{\Delta}(f, x)$ are periodic;

Then the following integral identity holds

$$\int_a^b \{L_4 f(x)\}^2 dx = \int_a^b \{L_4 S_{\Delta}(f; x)\}^2 dx + \int_a^b \{L_4 [f(x) - S_{\Delta}(f; x)]\}^2 dx$$

where L_4 operator and its conjugation L_4^* is defined as is given [1].

REFERENCES

1. Alberg, E. Nilson, J. Wolsh., The theory of splines and their applications. Mathematics in Science and Engineering, New York: Academic Press, (1967).

ANALYSIS NEW MODELS AND SOLVE MEDICAL PROBLEMS WITH DATABASE SYSTEMS

*Rakhimov Bakhtiyar Saidovich¹ - Head of the Department,
Sobirova Sabokhat Kabulovna²-Senior teacher,
Rakhimova Feroza Bakhtiyarovna³-Senior teacher,
Saidov Atabek Bakhtiyarovich⁴ - master student 2 – course
Saidov Zarina Bakhtiyar qizi⁵ - student 3 – course
^{1,2,3}Urgench branch of Tashkent Medical Academy,*

⁴Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al Khwarizmi,

⁵ Urgench branch of Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al Khwarizmi, Uzbekistan.

Abstract. Computer vision as a scientific discipline refers to the theories and technologies for creating medical database systems that receive information from an image. Despite the fact that this discipline is quite young, its results have penetrated almost all areas of life. Computer vision is closely related to other practical areas like image processing, the input of which is two-dimensional images obtained from a camera or artificially created. This form of image transformation is aimed at noise suppression, filtering, color correction and image analysis, which allows you to directly obtain specific information from the processed image. This information may include searching for objects, feature points, segments, etc. All scalar processors operate in SIMD mode, while executing a block of threads in the G80, the number of threads in a block is 32, called a warp. At the same time, in 4 clock cycles of the multiprocessor, all beam streams are processed at once when performing operations with floating point, with double precision - in 32 clock cycles, and transcendental functions - in 16 clock cycles. The number of threads per multiprocessor is limited. To synchronize the threads, special instructions have been developed that interrupt the execution of a bundle and start the next bundles in the queue until all bundles are interrupted.

Key words: Grafik processors, algorithm, memory, hardware, software.

Introduction. For the first time, the G80 architecture was presented in November 2006 and became widespread in several versions of graphic processors, differing in the number of

multiprocessors installed on them [1]. If we remove all the elements of the architecture associated with the processing of graphics, we get the following structural diagram.

The multiprocessor consists of the following components [4]:

- 1) 8 unified scalar processors (SP, Stream Processor), which allow performing both operations on integers and on floating point numbers;
- 2) 2 blocks for calculating transcendental functions with single precision (SFU, Super Function Unit);
- 3) shared memory block;
- 4) flow control unit
- 5) constant memory cache;
- 6) general purpose registers (RF, Register File).

The heterogeneous CUDA (Compute Unified Device Architecture) model is used to program NVIDIA GPUs [1, 3, 11]. CUDA includes a superscalar parallel computing programming model, as well as libraries and compiler extensions for several high-level languages. The general scheme of CUDA operation.

The device that is the main one in the computing system (CPU) is called the Host. It runs the main sequential program, which transfers control to the parallel computing device Device (GPU) to implement parallel computations. The program that Device runs is called the Kernel. The kernel is developed in the same language in which the sequential program (C / C++) is implemented using special language additions. Parallel execution on a Device is implemented due to threads combined into blocks. The blocks, in turn, are combined into a (Grid) section, which must completely cover the data processed by the kernel. In order for the Device to process any data, it is necessary to transfer it to the Device memory, then get the result by copying the data in the opposite direction.

Objective Statement

Obviously, not all computer vision algorithms can be parallelized on GPUs. Any artificial computer vision system, regardless of its area of application, should include the following typical stages of work:

- 1) image acquisition (photo or video filming);
- 2) preliminary processing;
- 3) highlighting characteristic features;
- 4) detection or segmentation;
- 5) high-level processing.

Almost all stages can be realized with the help of parallel computer vision algorithms executed on modern parallel computing devices. Some of them can use data parallelism, which is advisable to use on the general-purpose GPUs discussed above.

One of the basic features of orthogonal bases is presence of fast algorithms for definition of spectral factors. Fast algorithms allow to reduce quantity of arithmetic operations and volume of necessary memory. The increase in speed is as a result reached at use of orthogonal bases for digital processing signals [1, 2, 3, 4].

Materials nad Methods Bulk Synchronous Parallel (BSP, Valiant, 1990) is an extension of the PRAM model [8]. Later it was transformed into a parallel computing standard [6]. In this model, the main attention is paid to communication and synchronization of processors. Therefore, the model consists of the following components [7]:

- 1) Processors, each of which has fast local memory and can execute multiple virtual threads;
- 2) A communication network that allows sending and receiving communication messages from processors;
- 3) A mechanism for synchronizing all processors at certain points in time.

The algorithm in BSP has a vertical and horizontal structure [10]. The vertical structure is a sequence of supersteps, each of which consists of three main steps:

- 1) Local calculations on each processor using only the data that was stored in the processor's local memory. Calculations are performed asynchronously;
- 2) Communication between processes using a communication network (messaging);

3) Barrier synchronization of processes. Once a process reaches a synchronization point (a barrier), it suspends computation and waits for other processes to reach that synchronization point. the results of the program before sending them to the host (in conventional DRAM).

The entire R600 architecture for parallel computing can be divided into three blocks: a flow control block, an array of vector processors, and a memory controller.

Results and Discussion

The models of parallel programming discussed above are intended primarily for the programmer to have an idea about the main structural elements of graphic processors, which include memory and computing elements, and the relationships between them. In addition, both CUDA and OpenCL have some algorithm abstraction that assumes that input and output data are represented as an array of elements, each of which is processed independently of each other, due to which data parallelism is achieved.

Conclusions

If the GPU is the Device, then the size of the partition and blocks is limited. Each block is executed on a separate multiprocessor independently of other blocks. Therefore, the width and height of the block are determined by the maximum number of simultaneously processed threads on the multiprocessor. In turn, when executed, the blocks are divided into bundles of 32 threads, which are launched in accordance with the commands of the multiprocessor thread control unit. Communication between threads in a block is done using shared memory and barrier thread synchronization. Series of numerical experiments have been carried out on the research of piecewise-quadratic bases. With use of the offered algorithm of calculation of coefficients in Haar and Harmut's piecewise-quadratic bases, "Table-1" is achieved. Here the factor of compression K_c is defined by the formula:

$$K_c = N / (N - N_1),$$

Where N - Quantity of readout of function N_1 - Quantity of the zero factors received as a result of use of offered algorithm.

References

1. Mebust W.K., Holtgrewe H.L., Cockett A.T.K., Peters P.C. and Writing Committee: Transurethral prostatectomy: immediate and postoperative complications. A cooperative study of 13 participating institutions evaluating 3,885 patients. J Urol, 141: 243, 1989.
2. Rakhimov BS, Mekhmanov MS, Bekchanov BG. Parallel algorithms for the creation of medical database. J Phys Conf Ser. 2021;1889(2):022090. doi:10.1088/1742-6596/1889/2/022090
3. Rakhimov BS, Rakhimova FB, Sobirova SK. Modeling database management systems in medicine. J Phys Conf Ser. 2021;1889(2):022028. doi:10.1088/1742-6596/1889/2/022028
4. Rakhimov B, Ismoilov O. Management systems for modeling medical database. In: ; 2022:060031. doi:10.1063/5.0089711
5. Rakhimov BS, Khalikova GT, Allaberganov OR, Saidov AB. Overview of graphic processor architectures in data base problems. In: ; 2022:020041. doi:10.1063/5.0092848
6. Allaberganov, O.R., Rakhimov, B.S., Sobirova, S.K., Rakhimova, F.B., Saidov, A.B. Problem for Medical System with Infinite Zone Potential in the Half Line AIP Conference Proceedings, 2022, 2647, 050025
7. P. Kudryashov Algorithms for detecting a human face for solving applied problems of image analysis and processing: author. dis. Cand. tech. Sciences: 05.13.01. - M, 2007.
8. Tanenbaum E. Modern operating systems. 2nd ed. - SPb.: Peter, 2002. -- 1040 p.: ill.
9. Forsyth DA, Pons, J. Computer vision. Modern approach / D.A. Forsyth, J. Pons: Trans. from English - M.: Publishing house "Williams", 2004. - 928 p.: ill. - Parallel. tit. English
10. Frolov V. Solution of systems of linear algebraic equations by the preconditioning method on graphic processor devices
11. Brodtkorb A.R., Dyken C., Hagen T.R., Hjelmervik J.M., Storaasli O.O. State-of-the-art in heterogeneous computing / A.R. Brodtkorb, C. Dyken, T.R. Hagen, J.M. Hjelmervik, O.O. Storaasli // Scientific Programming, T. 18, 2010. - S. 1-33.

TALABALARGA QUTB KOORDINATALAR SISTEMASIDA FUNKSIYALAR GRAFIGINI CHIZISHNI DASTURLARDAN FOYDALANIB O'RGATISH

*Raximova Feruza Saidovna*¹-katta o'qituvchi,
*Islamova Odila Abduraimovna*² - dotsent
*Chay Zoya Sergeevna*³ - dotsent
*Fayzullayeva Shahlo Alisherovna*⁴ - assistant,
*Madatova Zuxra Abdiraximovna*⁵ - assistant,
¹⁻⁵Toshkent Axborot Texnologiyalar Universiteti

Annotatsiya: Talabalarga oliy matematikadan dars berish jarayonidagi bir necha yillik tajribalar shuni ko'rsatadiki, funksiya qutb koordinatalarida berilgan hollarda uning grafigini tasavvur qilishda talabalar ancha qiyinchiliklarga duch keladilar. Ushbu maqolada qutb koordinatalar sistemasida berilgan funksiya grafigini yasab, bu shaklni dastur funksiyasi orqali hosil qilinadigan shakl bilan taqqoslab ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: qutb koordinatalar sistemasi, yaproqli atirgul, funksiya grafigi, *linspace* funksiyasi, dastur kodi, shakl.

Annotation: It is known from several years of experience that students have a hard time imagining the graph of a function when it is given in polar coordinates. In this article, the graph of the function given in the polar coordinate system is made. When this function is studied, it is shown that it has many interesting properties, which are clearly manifested in the calculation of their surfaces.

Key words: polar coordinate system, *linspace* function, program code, figure.

Аннотация: Из многолетнего опыта известно, что учащимся трудно представить график функции, заданной в полярных координатах. В данной статье построен график функции, заданной в полярной системе координат. При изучении этой функции показано, что она обладает многими интересными свойствами, которые ярко проявляются при расчете их поверхностей.

Ключевые слова: полярная система координат, лепесток розы, график функции, *linspace* функция, программный код, рисунок.

Bugungi kunga kelib kompyuter grafikasi rivojlanishi bilan, zamonaviy olimlar va dasturchilar funksiyalarni qutb koordinatalarida o'rganish va chizish uchun yangi imkoniyatlar yuzaga keldi. Keyingi yillarda jamiyat va ilm-fanning turli sohalarida qo'llanilganidek, san'at va dizaynda foydalanish uchun turli egri chiziqlarni modellashtirishda qutb koordinatalari keng qo'llanilmoqda.

Johannes Kepler, Augustin-Louis Cauchy va Bernhard Riemann matematik tahlil va analitik geometriya sinusoidal va kosinusoidal shakllarni o'rganishda, XX asr matematik olimlari David Hilbert va Henri Poincaré ilmiy ishlarida qutb koordinatalarini keng qo'llashgan[1,2].

Ushbu mavzuga doir qiziq tarixiy voqea bo'lgan. Injener Georgiy Fyodorovich 8 mart ayollar bayramiga rafiqasiga nima sovg'a qilish haqida o'ylagan. Uning ayoli universitetda matematik fanlardan dars berardi. Har doimgidek atirgul sovg'a qilmasdan bu yil qandaydir o'zgacha sovg'a bilan rafiqasini xayron qoldirgisi kelardi. Lekin xayoliga faqat atirgul kelardi. Shunda u matematikada ham XVIII asrda italyan monaxi tomonidan keltirib o'tilgan atirgulga o'xshash egri chiziqli shakl borligini esladi. Georgiy Fyodorovich n yaproqli atirgunning qutb koordinatalar sistemasidagi tenglamasini yozdi. U n yaproqli atirgulni mis simdan yasashga qaror qildi va u nechta yaproqli atirgulni tanlash haqida bosh qotira boshladi. U ularning barchasining birlik aylana ichida bo'lgani uchun ulardan ixtiyoriysini tanlab olishi mumkin edi. U rafiqasiga o'zining matematik bilimi yuqoriligini ko'rsatish uchun ularning ichida eng katta yuzalisini yasashga qaror qildi[3,4].

$r = \cos(n \cdot \varphi)$ funksiya bilan aniqlanadigan egri chiziqli shakl bilan chegaralangan shakl yuzasini topish uchun $r \geq 0$ bo'lgan $-\frac{\pi}{2} \leq n\varphi \leq \frac{\pi}{2}$ oraliqdagi bitta yaproq yuzini hisoblab, yaproqlar soni n ga ko'paytiramiz:

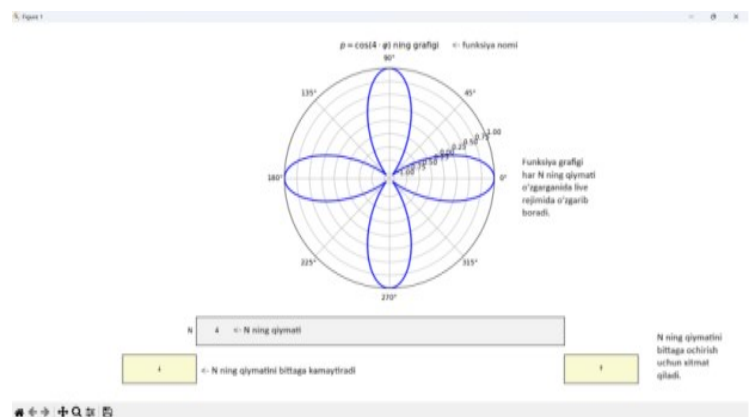
$$S = n \cdot \frac{1}{2} \int_{-\frac{\pi}{2n}}^{\frac{\pi}{2n}} \cos^2 n\varphi d\varphi = n \cdot \frac{1}{4} \int_{-\frac{\pi}{2n}}^{\frac{\pi}{2n}} (1 + \cos 2n\varphi) d\varphi = n \cdot \frac{1}{4} \left(\varphi + \frac{1}{2n} \sin 2n\varphi \right) \Big|_{-\frac{\pi}{2n}}^{\frac{\pi}{2n}} = n \cdot \frac{1}{4} \left(\frac{\pi}{2n} + \frac{\pi}{2n} \right) = n \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{2\pi}{2n} = \frac{\pi}{4}. \quad (1)$$

natija paydo bo'ldi. Atirgul yaproqlari soni nechta bo'lsa ham ularning yuzasi bir xil bo'lar ekan, ya'ni o'zi chizilgan birlik doira yuzining chorak qismiga teng bo'larkan. Demak, Georgiy Georgiy Fyodorovich atirgul yaproqlarini qanday tanlasa ham eng katta yuzali atirgulni ajratib ololmas ekan[1].

Bu funksiya grafigini(1) dasturlardan foydalanib chizish ancha qulay. Bu funksiya grafigini chizish uchun python dasturlash tilidan foydalanildi. Istalgan dasturlash tilida buni yozib ko'rish mumkin. Dasturda linspace funksiyasi asosiy qismlaridan biri bo'lib, Pythonda grafiklar bilan ishlashda bir nechta tayyor funksiyalardan foydalanildi. Bunda grafik ancha katta aniqlik bilan ko'rinadi va bu vaqtni tejash uchun katta yordam beradi[3,5,6]. Dastur kodining bir qismini keltiramiz:

Dastur natijasida talabga qarab har xil ko'rinishdagi atirgul yaproqlari paydo bo'ladi.

```
import matplotlib.pyplot as plt
from matplotlib.widgets import TextBox, Button
import operator
n=1
def _array_converter(s,e):
    class C:
        def __init__(self,s,e):
            self.s=np.asarray(s)
            self.e=np.asarray(e)
        def as_arrays(self):
            return self.s, self.e
        def result_type(self, ensure_inexact=False):
            d=np.result_type(self.s, self.e)
            if ensure_inexact and np.issubdtype(d, np.integer):
                d=np.float64
            return d
```



Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Islamova, Odila A; Chay, Zoya S; Rakhimova, Feruza S; Tadjibayeva, Shahzodaxon E. ,Estimate of remainder term in CLT for the number of empty cells after allocation of particles,AIP Conference Proceedings, 2700,1,020021,2023,AIP Publishing LLC.
2. Rakhimova, Feruza Saidovna, Chay, Zoya S TALABALARGA KOMPLEKS SONLARDAN ILDIZ CHIQRISHNI C++ DASTURIDAN FOYDALANIB O'RGATISH HAQIDA
3. Saidovna, Rakhimova Feruza; Abduvakhobovna, Pardaeva Nilufar; Ergashevna, Tadjibayeva Shahzodaxon; ALGORITHM OF CALCULATION OF FACTORS IN PIECEWISE-QUADRATIC WALSH'S BASES,PEDAGOGS jurnali,11,4,187-191,2022,
4. Islamova, Odila Abduraimovna; Chay, Zoya Sergeevna; Rakhimova, Feruza Saidovna; Abdullayeva, Feruza Saydaxmatovna; ,Calculate Central Limit Theorem for the Number of Empty Cells after Allocation of Particles,,
5. Абдурахманова, Юлдуз Мухторходжаевна; Рахимова, Феруза Саидовна; Абдуганиева, Озода Исмагиловна; ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА HOT POTATOES В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСКРЕТНОЙ МАТЕМАТИКИ,Интернаука,,7-1,9-10,2020,
6. Рахимова, Феруза Саидовна; Методы вычисления коэффициентов параболических сплайнов,Высшая школа,,6,93-95,2017

"DEVELOPMENT OF INTEGRATED MATHEMATICAL MODELS FOR THE OPTIMAL OPERATION OF VEHICLE POWER DISTRIBUTION AND TRANSMISSION SYSTEMS"

¹*Safarov R., ²Khudoyberdiyev S.I.*

¹*Safarov Rakhmon – tex.f.n., dotsent,*

Samarqand state university. Samarkand. Republic of Uzbekistan.

safarov.raxmon.1954@gmail.com

²*Khudoyberdiyev Sardor Ismoilovich –*

Senior Lecturer at the Samarkand Institute of

Economics and Server Institute. Samarkand. Republic of Uzbekistan.

sardorxudoyberdiyev2604@mail.ru

Abstract: *In the work under consideration, the impact of not only the probabilistic nature of water consumption by consumers but also the occurrence of emergency situations in network sections and facilities with probabilistic characteristics on the operation of water distribution and supply systems is studied. The superposition of these two random processes determines the actual state of the operation of water supply and distribution systems. Evaluating the water supply system based on existing reliability indicators (probability of uninterrupted operation and readiness factor) is insufficient, as they are only related to the structure and parameters of the network and do not fully account for the specific characteristics of each consumer's supply. Taking into account the probability of water consumption and the occurrence of failures, the main goal of the research is to develop integrated mathematical models for the optimal operation of water supply systems and, based on them, to create indicators for the reliability of water supply to consumers. A method has been proposed to determine the probability of uninterrupted water supply to each consumer by solving the problem of optimal water distribution to consumers, considering all possible combinations of continuous water consumption and failure scenarios. A mathematical model has been developed. Calculations are performed for each studied time interval, after which water supply and distribution tables are compiled for each consumer, and the reliability of the entire system is evaluated. Compared to normative values, this method enables conclusions to be drawn about the reliability of water supply for consumers as a whole and for each individual. The proposed calculation method aligns with the adequacy of real system operation processes and can be used to optimize their performance.*

Keywords: water supply, water supply and distribution system, unplanned water withdrawal, integrated model, probabilistic nature of water consumption and the occurrence of emergency situations, the possibility of uninterrupted water supply to consumers, the coefficient of readiness for water supply to consumers.

Evaluating the water supply system solely based on its operating time and readiness indicators is not always sufficient, because these are only related to the network structure and parameters and do not account for the unique characteristics of supplying each consumer.

It is proposed to evaluate the reliability of water supply to consumers based on key indicators by adapting the methodology for assessing the reliability of heating networks [14] to water supply networks.

The reliability of the accounted water supply state is determined for each consumer node and is evaluated using the readiness coefficient K_j , which represents the probability that the j -th node is supplied with the specified amount of water at any arbitrary time during the study period.

The readiness coefficient for supplying the j -th consumer with the specified amount of water. (The calculation scheme is determined for each j -th consumer.)

$$K_j = p_0 + \sum_{f \in F_i} p_f, \quad K_j = \prod_{i=1}^n (1 + \gamma_i)^{-1} \cdot \left(1 + \sum_{f \in F_i} \gamma_i \right)$$

Here, F_i - is the set of water supply elements whose failure does not affect the specified level of water supply for the j -th consumer. p_f - the probability of the network state corresponding to the failure of element f

P_j - the probability of uninterrupted water supply for the j -th consumer. The probability that the water supply for the j -th consumer does not fall below the minimum allowable level is determined as follows (a target schedule is set for each consumer).

$$P_j = \exp \left(- \left[p_0 \sum_{d \in D_j} (\lambda_d l_d \tau_{j,d}) \right] \right)$$

Here, D_j is the set of water supply elements whose failure affects the unforeseen (emergency) water supply condition of the j -th consumer. $\tau_{j,d} = T \cdot \frac{1}{24} \cdot \sum_{t=1}^{24} (1 - \rho_{j,t})$ - The duration of supplying the j -th consumer with water below the minimum allowable level; T - the duration of the study period, in years; $\rho_{j,t}$ - j - the probability of the consumer's hourly water supply, $\bar{m}_{j,k} \geq \varphi_k^{av}$ $k \in F_j^k$ here, $\bar{m}_{j,k}$ represents the hourly water consumption of the j -th consumer when the j -th element of the network's loop section fails (relative to the calculated demand); F_j^k - the set of sections of the looped part of the water supply network that are hydraulically connected to the j -th consumer; φ_k^{av} - the water supply standard for consumers in emergency situations. In this case, the consumer is supplied with no more than 30% of the normal amount.

The probability of uninterrupted water supply for the j -th consumer.

$$P_j = \exp \left(- \left[\prod_{i=1}^n (1 + \gamma_i)^{-1} \cdot \left(1 + \sum_{d \in D_j} \lambda_d l_d \right) \cdot \left(T \cdot \frac{1}{24} \cdot \sum_{t=1}^{24} (1 - \rho_{j,t}) \right) \right] \right)$$

According to SNiP 2.04.02-84, the standardized value of operational reliability probability and the readiness coefficient are as follows: $P_j(\text{norm}) = 0,99998$; $K_j(\text{norm}) = 0,99178$.

To mathematically express the probability of consumer supply, the normal distribution law (Laplace transformation) is used.

$$p_{j,\alpha_s,t}^{guar.} = 0,5 \pm \Phi \left(\frac{\beta - M(x)}{\sigma(x)} \right) = 0,5 \pm \Phi \left(\frac{\bar{M}_{j,t}^{demand} - M_{j,\alpha_s,t}^{demand}}{\sigma_{M,j,t}^{talab}} \right) = 0,5 \pm \Phi \left(-3 + \frac{\alpha_s}{3} \right)$$

$$\rho_k = p_{j,\alpha_s,t}^{guar.} - p_{j,\alpha_s-1,t}^{guar.} = \Phi \left(-3 + \frac{\alpha_s}{3} \right) - \Phi \left(-3 + \frac{\alpha_s - 1}{3} \right)$$

here $\Phi(X)$ - Laplace function (table values). As the beginning of the interval α_s , the water demand at time t is given by $M_{j,0,t}^{demand} = \bar{M}_{j,t}^{demand} - 3 \cdot \sigma_{M,j,t}^{demand}$, As the end of the interval β , the water demand is $M_{j,\alpha_s,t}^{demand} = \bar{M}_{j,t}^{demand} - 3 \cdot \sigma_{M,j,t}^{demand} + \alpha_s \cdot \frac{\sigma_{M,j,t}^{demand}}{3}$ - the amount of water required by the j -th consumer at time t for the section α_s . $M(x) - \bar{M}_{j,t}^{demand}$ - the mathematical expectation of the amount of water required by the j -th consumer per hour t .

$\sigma(x) - \sigma_{M,j,t}^{demand}$ - The standard deviation of the amount of water required by the j -th consumer per hour t , k - interval, order; ρ_k - probability of occurrence in the k -th interval.

K_t - the readiness coefficient of the j -th consumer for water supply based on water supply calculations. To determine the readiness coefficient, when $M_{j,\alpha_s,t}^{undefined} = M_{j,\alpha_s,t}^{demand}$ the area of the intersecting figures within the boundaries $[M_{j,0,t}, \dots, M_{j,\alpha_s,t}]$ is calculated. When $M_{j,\alpha_s,t}^{defined.} = M_{j,\alpha_s,t}^{demand}$

In

$$K_j = \prod_{i=1}^n (1 + \gamma_i)^{-1} \cdot \frac{1}{24}$$

$$\sum_{i=1}^n \left(\left(0,5 \pm \Phi \left(-3 + \frac{\alpha_s}{3} \right) \right) + \sum_{i=1}^n \gamma_i \cdot \left(0,5 \pm \Phi \left(-3 + \frac{\alpha_s}{3} \right) \right) \right)$$

The formula for determining the readiness coefficient to supply the j -th consumer with the planned (required) amount of water. Determining the probability of uninterrupted water supply for consumers when the supply duration for the j -th consumer falls below the minimum permissible value, i.e., $M_{j,\alpha_s,t}^t < 0,7 \cdot M_{j,\alpha_s,t}^{demand}$ is given by

$$\tau_{j,d,t} = T \cdot \frac{1}{24} \cdot \sum_{t=1}^{24} (1 - \rho_{j,t}) = T \cdot \frac{1}{24} \cdot \sum_{t=1}^{24} \left(1 - \left(0,5 \pm \Phi \left(-3 + \frac{\alpha_s}{3} \right) \right) \right)$$

The area of the boundary indicator $[M_{j,0,t}, \dots, M_{j,\alpha_s,t}]$ must be determined to calculate the probability of uninterrupted water supply to the consumer when $M_{j,\alpha_s,t}^t < 0,7 \cdot M_{j,\alpha_s,t}^{demand}$

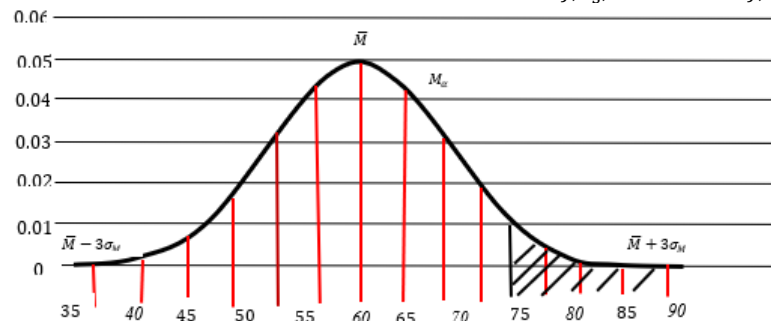


Figure 3. The probability density of water consumption distribution by sections

The probability of continuously supplying water to the j -th consumer is determined as follows.

$$P_j = \exp \left(- \left[\prod_{i=1}^n (1 + \gamma_i)^{-1} \cdot \sum_{i=1}^n a_{i,j} \lambda_i l_i \cdot \left(T \cdot \frac{1}{24} \cdot \sum_{t=1}^{24} \left(1 - \left(0,5 \pm \Phi \left(-3 + \frac{\alpha_s}{3} \right) \right) \right) \right) \right] \right)$$

When comparing the calculated reliability indicators for supplying water to the j -consumers, the obtained values are provided in SNiP 2.04.02-843. [15, 16]

$$K_j \geq K_t(norm), \quad K_t(norm) = 99178, \quad P_j \geq P_j(norm), \quad P_j(norm) = 99998$$

The result is presented in Table 2.

Table 2

Comparison of the calculated reliability indicators of consumer water supply with normalized values

Indicator	Probability of Supplying Consumers by Nodes					
	1	2	3	4	5	6

K_j	0,9 9178	0,9 99984	0,9 99506	0,9 98812	0,9 99318	0,9 98066	0,9 97767
P_j	0,9 9998	1,0 00000	0,9 99970	0,9 99836	0,9 99573	0,9 99543	0,9 99563

According to the calculation results, the probability of continuously supplying water to consumers in nodes 3–6 is below the normalized values; accordingly, the operation of the system is considered unreliable.

REFERENCES

1. Derusheva, N. L., Derushev, L. G. On the normalization of the reliability and performance of water supply system structures // *Water Supply and Sanitary Engineering*. 2011. № 11. P. 48–51.
2. Safarov, R., & Khudoyberdiyev, S. I. (2024). Evaluation of the Reliability Indicators of the Water Supply and Distribution System. *Interpretation and researches*.
3. Safarov R., S. Khudoyberdiyev (2023). *Mathematical Model for Assessing the Probability of Continuous Operation of Water Supply Networks. PROBLEMS OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION (SCIENTIFIC TECHNICAL JOURNAL)*, 1(2), 532-534.
4. Galperin E.M. *Reliability Calculations of Ring Water Supply Networks* // *Water Supply and Sanitary Engineering*. 2003. No. 8. 26–29 p.
5. Naymanov A.Ya. *Features of Reliability Assessment of Ring Water Supply Networks* // *Water Supply and Sanitary Engineering*. 2006. No. 12. 11–16 p.
6. Naymanov A.Ya. *Features of Reliability Assessment of Ring Water Supply Networks* // *Water Supply and Sanitary Engineering*. 2006. No. 12. 11–16 p.
7. Sennova E.V., Kiryukhin S.N. *Methodology and Algorithm for Calculating the Reliability of Heat Networks in the Development of Urban Heat Supply Schemes*. Moscow: OAO "Gazprom Promgaz," 2013.
8. Chupin R.V. Modeling operating modes of urban wastewater disposal systems / R.V. Chupin, E.S. Melekhov // *Bulletin of the Irkutsk State. those. un-ta.* –2010. – No. 2(42). – P.141-149.

A PIECEWISE CONSTANT ARGUMENT METHOD FOR SOLVING NONLINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS OF LANE-EMDEN TYPE

Assoc. Prof. Dr. **Mukhiddin Muminov**,

V.I Romanovskiy Institute of Mathematics, Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan; Faculty of mathematics, Samarkand state university

PhD student, **Shermukhammedov Bakhtiyor**,
Faculty of mathematics, Samarkand state university

Annotatsiya. Ushbu tezisning maqsadi, boshlang'ich shartli Lane-Emden tipidagi singulyar differensial tenglamani sonli usulda yechish bo'lib, bunda bo'lakli o'zgarmas argumentli usuli qo'llaniladi.

Аннотация. Цель данной статьи, численное решение сингулярного дифференциального уравнения типа Лейна-Эмдена с начальными условиями с использованием метода кусочно-постоянного аргумента.

Annotation. The purpose of this article is to numerically solve a singular differential equation of Lane-Emden type with initial value problems, using piecewise constant argument method (PCAM).

Kalit so'zlar. Lane-Emden tenglamasi, Bo'lakli o'zgarmas argumentli usuli.

Ключевые слова. Уравнение Лейна-Эмдена, Кусочно-постоянный аргумент.

Keywords. Lane-Emden equation, Piecewise constant argument.

The main goal of this work is to apply the method of piecewise constant arguments to obtain numerical solutions for Lane-Emden-type equations of the form

$$\begin{cases} y''(t) + \frac{c}{t} y'(t) = f(t, y(t)), & t \in (0, 1], \\ y(0) = a, \quad y'(0) = 0. \end{cases} \quad (1)$$

where $f(t, y)$ is given real valued differentiable function, a is a constant and $c \geq 0$.

Let n be a positive integer number and $t_k = \frac{k}{n}$, $k = 0, 1, \dots, n$. Consider the following differential equations with piecewise constant argument of the form

$$\begin{cases} y''(t) + \frac{c}{t} y'(t) = f(t_{k-1}, y(t_{k-1})), & t \in [t_{k-1}, t_k), \quad k = 1, 2, \dots, n, \\ y(0) = a, \quad y'(0) = 0. \end{cases} \quad (2)$$

A solutions of (2) is defined as following

Definition. A function $y(t) = y_n(t)$ is called a solution of the initial value problem (2) if the following conditions are satisfied:

- (a) $y(t)$, $y'(t)$ are continuous on $[0, 1]$;
- (b) $y''(t)$ exist and continuous on $[0, 1]$ with possible exception at points t_k , $k = 0, 1, \dots, n$, where one-sided derivatives exist;
- (c) $y(t)$ satisfy the initial value problem (2) in $(0, 1)$, with the possible exception at the points t_k , $k = 0, 1, \dots, n$.

The equation (2) is called differential equations with piecewise constant argument corresponding to the non-linear differential equations (1).

Theorem 1. For any positive integer number n the initial value problem (2) has a unique solution $y(t) = y_n(t)$ expressed in each interval $t \in [t_{k-1}, t_k)$, $k = 1, 2, \dots, n$ as

$$y(t) = \int_{t_{k-1}}^t \left(s \left(1 - \frac{t_{k-1}^{c+1}}{s^{c+1}} \right) \frac{f(t_{k-1}, y(t_{k-1}))}{c+1} + \frac{t_{k-1}^c}{s^c} y'(t_{k-1}) \right) ds + y(t_{k-1}), \quad t \in [t_{k-1}, t_k), \quad (3)$$

where $y(t_{k-1}) = \lim_{t \rightarrow t_{k-1}-0} y(t)$, $y'(t_{k-1}) = \lim_{t \rightarrow t_{k-1}-0} y'(t)$.

The following theorem claims that the function y_n , defined by (3), can be approximate solution for the initial value problem (1).

Theorem 2. For any $\varepsilon > 0$ there exists a positive number $n_0 = n_0(\varepsilon)$ such that for any n with $n > n_0$ the inequality

$$\sup_{t \in (0, 1]} \left| y_n''(t) + \frac{c}{t} y_n'(t) - f(t, y_n(t)) \right| < \varepsilon \quad (4)$$

holds, where $y_n(t)$ is solution of the initial value problem (2).

Example. Consider the initial value problem for nonlinear differential equation of Emden-Fowler type

$$\begin{cases} y''(t) + \frac{2}{t} y'(t) + y^3(t) = t^6 + 6, & t \in (0, 1], \\ y(0) = 0, \quad y'(0) = 0. \end{cases} \quad (5)$$

In [1, 2], the exact solution of (5) is given as $y(t) = t^2$. As can be seen from Example, the absolute error of PCAM is zero at every points on the selections. It should be point out the advantage of this new method that if the solution of the problem is the polynomial function of degree two then PCAM coincides with the exact solution at any points on interval $[0, 1]$. Numerical results and comparisons of the proposed method with other methods are summarized in Table.

t	[1]	[2]	Present method
0.1	$1.38 \cdot 10^{-10}$	$1.19 \cdot 10^{-10}$	0
0.2	$3.55 \cdot 10^{-8}$	$3.05 \cdot 10^{-8}$	0
0.3	$9.11 \cdot 10^{-7}$	$7.83 \cdot 10^{-7}$	$1.00 \cdot 10^{-32}$
0.4	$9.10 \cdot 10^{-6}$	$7.82 \cdot 10^{-6}$	0
0.5	$5.42 \cdot 10^{-5}$	$4.66 \cdot 10^{-5}$	0
0.6	$2.33 \cdot 10^{-4}$	$2.00 \cdot 10^{-4}$	0
0.7	$8.00 \cdot 10^{-4}$	$6.87 \cdot 10^{-4}$	0
0.8	$2.33 \cdot 10^{-3}$	$2.00 \cdot 10^{-3}$	0
0.9	$5.97 \cdot 10^{-3}$	$5.13 \cdot 10^{-3}$	0
1.0	$1.38 \cdot 10^{-2}$	$1.19 \cdot 10^{-2}$	0

[1.] MSH Chowdhury and Ishak Hashim. Solutions of a class of singular second-order ivps by homotopy-perturbation method. Physics Letters A, 365(5-6):439–447, 2007.

[2.] Itishree Sahu and Saumya Ranjan Jena. On $(1+2)$ convergence-based newton–raphson method for approximate solution of singular value Lane-Emden differential equation via modified laplace adomian decomposition technique. International Journal of Information Technology, 15(7):3483–3489, 2023.

CONVERGENCE ANALYSIS OF ALTERED INERTIAL SUBGRADIENT EXTRAGRADIENT METHOD FOR SOLVING EQUILIBRIUM PROBLEMS OVER FIXED POINT SETS

Shodiyeva Mohinur Shamshod kizi
Bukhara state university, Bukhara,

Annotation: In this work, we propose a new iterative algorithm for solving equilibrium and fixed-point problems in real Hilbert spaces. Our approach incorporates altered inertial techniques into a Halpern-type method, extending the classical subgradient extragradient framework. The algorithm features a self-adaptive mechanism that adjusts the step sizes dynamically, ultimately converging to a positive constant during the iterations. This adaptability allows the algorithm to function effectively without requiring prior knowledge of Lipschitz-type constants. We establish convergence results for the algorithm assuming that relevant bifunction is pseudomonotone.

Key words: Equilibrium problem; Fixed point problem; extragradient method; pseudomonotone bifunction; strong convergence.

Аннотация: В данной работе мы предлагаем новый итерационный алгоритм для решения задач равновесия и задач о неподвижной точке в действительных гильбертовых пространствах. Наш подход включает модифицированные инерционные методы в схему типа Халперна, расширяя классическую структуру субградиентного экстраградиентного метода. Алгоритм оснащён самонастраивающимся механизмом, который динамически регулирует длину шага и в ходе итераций стремится к положительной постоянной. Такая адаптивность позволяет алгоритму эффективно функционировать без предварительных знаний о константах типа Липшица. Мы устанавливаем результаты сходимости алгоритма, предполагая, что соответствующая бифункция является псевдомонотонной.

Ключевые слова: Задача равновесия, задача о неподвижной точке, экстраградиентный метод, псевдомонотонная бифункция, сильная сходимость.

Annotatsiya: Ushbu ishda biz haqiqiy Hilbert fazolarida muvozanat va qo'zg'almas nuqta masalalarini yechish uchun yangi iterativ algoritmi taklif qilamiz. Bizning yondashuvimiz Halpern turidagi usulga o'zgartirilgan inersiyali texnikalarni qo'shib, klassik subgradient-ekstragradient

asosini kengaytiradi. Algoritm qadam uzunliklarini dinamik ravishda moslashtirib boruvchi o'z-o'zini moslashtiruvchi mexanizmga ega bo'lib, iteratsiyalar davomida u ijobiy bir konstantaga yaqinlashadi. Bu moslashuvchanlik algoritmgga Lipschitz turidagi konstantalar haqidagi oldindan ma'lumotlarga ehtiyoj sezmaganda samarali ishlash imkonini beradi. Biz tegishli ikki o'zgaruvchili funksiya pseudomonoton deb faraz qilgan holda algoritm uchun yaqinlashuv natijalarini isbotlab beramiz.

Kalit so'zlar: Muvozanat masalasi, qo'zg'almas nuqta masalasi, ekstragradient usuli, pseudomonoton funksiya, Kuchli yaqinlashuv.

Let $\mathcal{D}$ be a nonempty, closed, and convex subset of a real Hilbert space $\mathcal{X}$, equipped with the inner product $\langle \cdot, \cdot \rangle$ and norm $\| \cdot \|$. Consider $\mathcal{L}: \mathcal{X} \times \mathcal{X} \rightarrow \mathbb{R}$ as a bifunction such that $\mathcal{L}(x, x) = 0$ for all $x \in \mathcal{X}$. The equilibrium problem (EP) is to find $x^* \in \mathcal{X}$ satisfying:

$$\mathcal{L}(x^*, x) \geq 0, \text{ for all } x \in \mathcal{D}. \quad (1)$$

Equilibrium problems (EP) encompass a wide range of mathematical challenges, including applications in non-cooperative game theory, saddle point problems, variational inequalities, fixed-point problems, and both scalar and vector optimization problems. The formulation of EP, as defined by (1), has gained recognition and application across various fields, such as poroelasticity in petroleum engineering [1].

The fixed-point problem (FPP) for a mapping $\mathcal{P}: \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{X}$. This problem is expressed as follows:

$$\text{Find } \tau^* \in \mathcal{X} \text{ such that } \mathcal{P}(\tau^*) = \tau^*. \quad (2)$$

The set of solutions to the FPP, known as the fixed-point set of $\mathcal{P}$, is denoted by $F(\mathcal{P})$. The primary objective of this paper is to address the following problem:

$$\tau^* \in \mathcal{X} \text{ such that } \mathcal{L}(\tau^*, x) \geq 0 \text{ for all } x \in \mathcal{X}, \text{ and } \tau^* \in F(\mathcal{P}). \quad (3)$$

We introduce a new algorithm designed to find the common solution to the given problem. Our approach integrates both monotonic and non-monotonic step size strategies within an inertial subgradient extragradient framework. We begin by selecting two points, u_0 and u_1 , from the set $\mathcal{D}$. The algorithm then generates a sequence of iterates $\{u_n\}$ according to the steps provided in Algorithm. To support the convergence analysis, we impose the following assumptions at the outset.

Assumption 1 Let $\mathcal{X}$ be a real Hilbert space and $\mathcal{D}$ a nonempty, closed, and convex subset of $\mathcal{X}$. We adopt the following assumptions throughout this investigation:

1. The bifunction $\mathcal{L}$ is pseudomonotone and Lipschitz continuous on $\mathcal{D}$.
2. For each fixed $x \in \mathcal{X}$, the function $\mathcal{L}(x, \cdot)$ is convex and subdifferentiable on $\mathcal{X}$.
3. The operator $\mathcal{T}: \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{X}$ is quasi-nonexpansive mapping.
4. The set $\Gamma = EP(\mathcal{L}, \mathcal{D}) \cap F(\mathcal{T})$ is nonempty.

Alternated Inertial Algorithm for Fixed Point and Equilibrium Problems

Initialization: Let $u_0, u_1 \in \mathcal{X}$ be chosen arbitrarily,

$$\theta \in [0, 1), \tau_n < \frac{1}{1+\theta} \quad n \geq 1.$$

STEP 1: Given the iterates u_{n-1} and u_n , for $n \geq 1$, compute

$$t_n = \begin{cases} u_n, & n = \text{even}, \\ u_n + \theta(u_n - u_{n-1}), & n = \text{odd}. \end{cases} \quad (12)$$

STEP 2: Compute

$$\begin{cases} v_n = \operatorname{argmin}_{y \in \mathcal{D}} \left\{ \delta_n \mathcal{L}(t_n, y) + \frac{1}{2} \|t_n - y\|^2 \right\} \\ z_n = \operatorname{argmin}_{y \in \mathcal{X}_n} \left\{ \delta_n \mathcal{L}(v_n, y) + \frac{1}{2} \|t_n - y\|^2 \right\}, \\ p_n = (1 - \alpha_n) z_n, \\ u_{n+1} = (1 - \tau_n) p_n + \tau_n \mathcal{T} p_n, \quad n \in \mathbb{N}, \end{cases} \quad (13)$$

where $\mathcal{X}_n = \{z \in \mathcal{X}: \langle t_n - \delta_n u_n - v_n, z - v_n \rangle \leq 0\}$, and $\mathcal{U}_n \in \partial_2 \mathcal{L}(t_n, v_n)$.

STEP 3: Update δ_{n+1} by

$$\delta_{n+1} = \begin{cases} \min \left\{ \delta_n, \frac{\mu \|t_n - v_n\|^2 + \mu \|v_n - z_n\|^2}{2[\mathcal{L}(t_n, z_n) - \mathcal{L}(t_n, v_n) - \mathcal{L}(v_n, z_n)]} \right\} & \text{if } \mathcal{L}(t_n, z_n) - \mathcal{L}(t_n, v_n) - \mathcal{L}(v_n, z_n) > 0, \\ \delta_n, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (14)$$

Theorem. Let $\mathcal{D}$ be a nonempty closed convex subset of a real Hilbert space $\mathcal{X}$. Assume that $\mathcal{L}$ is a pseudomonotone Lipschitz continuous bifunction and that $T: \mathcal{X} \rightarrow \mathcal{X}$ is a quasi-nonexpansive mapping. If Assumption 1 is satisfied, then the sequence $\{u_{2n}\}$ converges weakly to the solution set.

References

- [1] Long, G., Liu, G., Xu, G., Wong, G. W., Chen, H. & Xiao, B. (2018). A Perforation-Erosion Model for Hydraulic-Fracturing Applications. SPE Prod. Oper. 33, 770–783. <http://doi.org/10.2118/174959-PA>
- [2] Xiao, B., Wang, W., Zhang, X., Long, G., Fan, J., Chen, H., & Deng, L. (2019). A novel fractal solution for permeability and Kozeny-Carman constant of fibrous porous media made up of solid particles and porous fibers. Powder Technol. 349, 92–98. <http://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.03.028>
- [3] Xiao, B., Zhang, X., Jiang, G., Long, G., Wang, W., Zhang, Y., & Liu, G. (2019). Kozeny-Carman constant for gas flow through fibrous porous media by fractal-monte carlo simulations. Fractals, 27, 1950062. <https://doi.org/10.1142/S0218348X19500622>

BUBNOV-GALERKIN VARIATION USULI YORDAMIDA TERMO-MAGNET-ELASTIK JISMLARNING CHEGARAVIY MASALASINING YECHIMLAR TUZILMASINI HISOBLASH

Nuraliyev Faxriddin Murodillayevich

Toshkent axborot texnologiyalar universiteti, tfd, professor.

f.nuraliev@tuit.uz

Tojiev Nuriddin Shukur o'g'li

Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti, tayanch doktorant.

ntojiyev845@gmail.com

Tahirov Behzod Nasriddinovich

Buxoro davlat universiteti, tayanch doktorant

b.n.tahirov@buxdu.uz

Anotatsiya: Ushbu maqolada yupqa magnitlastik jismlarning chegaraviy masalalarini yechishda Bubnov-Galerkin variatsion usulidan foydalanish masalasi ko'rib chiqilgan. Magnit maydon va elastik deformatsiyalar o'zaro ta'sirini hisobga olgan holda, yupqa jismlarning kuchlanish-deformatsiya holatini aniqlash uchun matematik modellar quriladi. Bubnov-Galerkin usuli asosida yechimlarning tuzilmasi va ularning konvergentligi tahlil qilinadi. Natijalar yupqa magnitlastik strukturalarni loyihalash va tahlil qilishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: Bubnov-Galerkin usuli, variatsion yondashuv, magnitlastik jism, yupqa struktura, chegaraviy masala, elastik deformatsiya, magnit maydon.

Аннотация: В данной статье рассматривается применение вариационного метода Бубнова-Галёркина для решения краевых задач тонких магнитоэластичных тел. Построены математические модели для определения напряжённо-деформированного состояния тонких тел с учётом взаимного влияния магнитного поля и упругих деформаций. На основе метода Бубнова-Галёркина проводится анализ структуры решений и их сходимости. Полученные результаты имеют практическое значение при проектировании и анализе тонких магнитоэластичных конструкций.

Ключевые слова: метод Бубнова-Галёркина, вариационный подход, магнитоэластичное тело, тонкая структура, краевая задача, упругая деформация, магнитное поле.

Annotation: This article discusses the application of the Bubnov-Galerkin variational method for solving boundary value problems of thin magnetoelastic bodies. Mathematical models are developed to determine the stress-strain state of thin bodies, taking into account the interaction

between magnetic fields and elastic deformations. The structure of the solutions and their convergence are analyzed based on the Bubnov-Galerkin method. The results have practical significance for the design and analysis of thin magnetoelastic structures.

Keywords: Bubnov-Galerkin method, variational approach, magnetoelastic body, thin structure, boundary value problem, elastic deformation, magnetic field.

Kirish

Magnit elastik jismlar zamonaviy texnologik qurilmalarda keng qo'llaniladi, xususan, sensorlar, aktuatorlar va energiyani yig'ish tizimlarida. Ushbu jismlar tashqi magnit maydon ta'sirida murakkab elastik deformatsiyalarga uchraydi, bu esa ularning mexanik xususiyatlarini o'zgartiradi va loyihalashda maxsus hisob-kitoblarni talab qiladi. Yupqa magnit elastik jismlar uchun chegaraviy masalalarni aniq yechish ko'plab amaliy vaziyatlarda muhim ahamiyat kasb etadi[1].

Chegaraviy masalalarni yechishda Bubnov-Galerkin variatsion usuli o'zining samaradorligi va qulayligi bilan ajralib turadi. Bu usul analitik va sonli yechimlarning yaqinlashishini ta'minlab, qiyin differensial tenglamalarni osonroq yechishga imkon yaratadi. Ushbu maqolada yupqa magnit elastik jismlarning chegaraviy masalalarini Bubnov-Galerkin usuli asosida modellashirish va yechimlar tuzilmasini tahlil qilish masalalari ko'rib chiqiladi. Shuningdek, variatsion formulalarning qurilishi, asosiy yechim funksiyalarining tanlovi va ularning magnit maydon ta'siridagi xatti-harakatlari chuqur tahlil etiladi[2].

Metodlar

Bubnov-Galerkin usuli - $L[u] = f(x)$ differensial tenglama uchun chegaraviy muammoni taqribiy yechish usuli hisoblanadi. Bu yerda $L[u]$ operator kerakli funksiyaning qisman yoki to'liq hosilalarini o'z ichiga olishi mumkin[3].

Bubnov-Galerkin usulini amalga oshirishning birinchi bosqichi asosiy funksiyalar to'plamini tanlashdir:

- chegara shartlarini qonoatlantirish .
- asosning cheksiz sonli elementlari chegarasida ular to'liq tizimni tashkil qiladi.

Yechim bazis ko'pxadlar sifatida taqdim etilgan

$$\psi(x) = \sum_{k=1}^n C_k \phi_k(x). \quad (1)$$

Bu yerda C_k -nomalum koefitsientlar $\phi_k(x)$ -tanlangan bazis funksiya

So'ng taxminiy yechim dastlabki differensial tenglamaga almashtiriladi va uning qoldig'i hisoblanadi. Bir jinsli $L[u]$ tenglama uchun qoldiq quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$L[\psi u] = N(x)$$

Bir jinsli bo'lmagan $L[u] = f(x)$ tenglama uchun quyidagi $N(x) = L[\psi u] - f(x)$ qoldiq shaklga ega bo'ladi.

Keyin esa, qoldiqning bazis funksiyalariga ortogonal bo'lishi talabi ilgari suriladi, ya'ni

$$\int_a^b N(x) \phi_k(x) dx = 0.$$

Bu koefitsientlar uchun bir xil tenglamalar tizimini beradi C_k kengaytirishda va muammoning o'ziga xos qiymatlarini taxminan topish mumkin.

Vektor va matritsaning har bir hadini topish (1) uchun Bubnov-Galerkin variatsion usulidan foydalanamiz. Bu jarayonni quyidagicha amalga oshiramiz:

$$\begin{aligned} M_1 &= \iint_{\Omega} L_1 u_i d\Omega, & i = \overline{1, n_1}; & M_2 = \iint_{\Omega} L_2 v_j d\Omega, & j = \overline{1, n_2}; \\ M_3 &= \iint_{\Omega} L_3 w_k d\Omega, & k = \overline{1, n_3}; & M_4 = \iint_{\Omega} L_4 T_l d\Omega, & l = \overline{1, n_4}; \end{aligned}$$

$$N_{11} = \iint_{\Omega} L_{11} u_i u_j d\Omega, \quad i = \overline{1, n_1}, j = \overline{1, n_2};$$

$$N_{12} = \iint_{\Omega} L_{12} u_i v_j d\Omega, \quad i = \overline{1, n_1}, j = \overline{1, n_2};$$

$$N_{13} = \iint_{\Omega} L_{13} w_k u_i d\Omega, \quad i = \overline{1, n_1}, k = \overline{1, n_3};$$

$$N_{14} = \iint_{\Omega} L_{14} u_i T_l d\Omega, \quad i = \overline{1, n_1}, l = \overline{1, n_4};$$

$$N_{21} = \iint_{\Omega} L_{21} u_i v_j d\Omega, \quad i = \overline{1, n_1}, j = \overline{1, n_2};$$

$$N_{22} = \iint_{\Omega} L_{22} v_i v_j d\Omega, \quad i = \overline{1, n_1}, j = \overline{1, n_2};$$

$$N_{23} = \iint_{\Omega} L_{23} v_j w_k d\Omega, \quad j = \overline{1, n_2}, k = \overline{1, n_3};$$

$$N_{24} = \iint_{\Omega} L_{24} v_j T_l d\Omega, \quad j = \overline{1, n_2}, l = \overline{1, n_4};$$

$$N_{31} = \iint_{\Omega} L_{31} u_i w_k d\Omega, \quad i = \overline{1, n_1}, k = \overline{1, n_3};$$

$$N_{32} = \iint_{\Omega} L_{32} w_k v_j d\Omega, \quad k = \overline{1, n_3}, j = \overline{1, n_2};$$

$$N_{33} = \iint_{\Omega} L_{33} w_k d\Omega, \quad k = \overline{1, n_3};$$

$$N_{34} = \iint_{\Omega} L_{34} w_k T_l d\Omega, \quad j = \overline{1, n_2}, l = \overline{1, n_4};$$

$$J_1 = \iint_{\Omega} q_1 w_k d\Omega, \quad k = \overline{1, n_3}; \quad J_2 = \iint_{\Omega} q_2 w_k d\Omega, \quad k = \overline{1, n_3};$$

$$J_3 = \iint_{\Omega} q_3 w_k d\Omega, \quad k = \overline{1, n_3}; \quad J_4 = \iint_{\Omega} q_4 w_k d\Omega, \quad k = \overline{1, n_3}.$$

L_i, L_{ij} -differensial operatorlar, $i, j = 1, 2, 3, 4 \dots$

Natijalar

O'lchovsiz kordinatalar tizimiga o'tkazish

Chegaraviy va boshlang'ich shartlarga ega bo'lgan tenglamalarni yechishdan oldin koordinatlarini o'lchovsiz ko'rinishga o'tkazamiz. Buning uchun quyidagi (3.3.20) belgilashlarni kiritamiz:

$$t = t_0 \bar{t}, \quad t_0 = a^2 \sqrt{\frac{\rho h}{D}}, \quad D = \frac{E h^3}{12(1 - \mu^2)} x = a \bar{x}, \quad y = b \bar{y}, \quad u = m \bar{u}, \quad v = l \bar{v}, \quad w = h \bar{w} \quad (3.3.2)$$

O'lchovsiz kordinataga o'tgan ifodasi (**u** ko'chish bo'yicha)

$$\begin{aligned} & \frac{h^3 m^2 E}{12a^4(1-\mu^2)} \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial \bar{t}^2} + \left(\frac{Ehm^2}{a^2(1-\mu^2)} + \frac{hm^2}{4\pi a^2} (H_y^2 + H_z^2) \right) \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial \bar{x}^2} + \left(\frac{Ehm^2}{2b^2(1+\mu)} + \frac{hm^2}{4\pi a^2} H_y^2 \right) \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial \bar{y}^2} + \\ & + \left(\frac{Eh\mu l^2}{ab(1-\mu^2)} + \frac{hl^2}{4\pi ab} H_z^2 \right) \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial \bar{x} \partial \bar{y}} + \frac{Eh}{a(1-\mu^2)} \frac{\partial T}{\partial \bar{x}} \frac{a_r}{(1-\mu)} - \frac{Ehm^2}{2ab(1+\mu)} \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial \bar{x} \partial \bar{y}} - \frac{hl^2}{4\pi a^2} H_x H_y \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial \bar{x}^2} - \\ & - \frac{hl^2}{4\pi b^2} H_x H_y \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial \bar{y}^2} - \frac{h^3}{4\pi a^2} H_x H_z \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \bar{x}^2} + \frac{h^3}{4\pi b^2} H_x H_z \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \bar{y}^2} - \frac{h^3}{2\pi ab} H_y H_z \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \bar{x} \partial \bar{y}} + N_x + q_x + \varsigma_x + \xi_{zx} = 0. \end{aligned}$$

O'Ichovsiz kordinataga o'tgan ifodasi (v ko'chish bo'yicha)

$$\begin{aligned} & \frac{h^3 l^2 E}{12a^4(1-\mu^2)} \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial \bar{t}^2} + \left(\frac{Ehl^2}{2a^2(1-\mu^2)} + \frac{hl^2}{4\pi a^2} (H_x^2 + H_z^2) \right) \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial \bar{x}^2} + \left(\frac{Ehl^2}{b^2(1-\mu^2)} + \frac{hl^2}{4\pi b^2} H_x^2 \right) \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial \bar{y}^2} + \\ & + \left(\frac{Ehm^2}{2ab(1+\mu)} + \frac{Ehm^2}{ab(1-\mu^2)} \right) \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial \bar{x} \partial \bar{y}} + \frac{Eh}{b(1-\mu^2)} \frac{\partial T}{\partial \bar{y}} \frac{a_r}{(1-\mu)} + \frac{hl^2}{4\pi ab} H_z^2 \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial \bar{x} \partial \bar{y}} - \\ & - \frac{hm^2}{4\pi a^2} H_x H_y \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial \bar{x}^2} - \frac{h^3 m^2}{4\pi b^2} H_x H_y \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial \bar{y}^2} + \frac{h^3}{4\pi a^2} H_y H_z \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \bar{x}^2} - \frac{h^3}{4\pi b^2} H_y H_z \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \bar{y}^2} - \\ & - \frac{h^3}{2\pi ab} H_x H_z \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \bar{x} \partial \bar{y}} + N_y + q_y + \varsigma_y + \xi_{zy} = 0. \end{aligned}$$

O'Ichovsiz kordinataga o'tgan ifodasi (w ko'chish bo'yicha)

$$\begin{aligned} & \frac{h^5 E}{12a^4(1-\mu^2)} \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \bar{t}^2} + \frac{Eh^7}{2b^4(1-\mu^2)} \frac{\partial^4 \bar{w}}{\partial \bar{y}^4} - \frac{Eh^7}{2a^2 b^2(1-\mu^2)} \frac{\partial^4 \bar{w}}{\partial \bar{x}^2 \partial \bar{y}^4} - \frac{Eh^7}{12a^4(1-\mu^2)} \frac{\partial^4 \bar{w}}{\partial \bar{x}^4} - \\ & - \frac{hm^2}{4\pi a^2} H_x H_z \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial \bar{x}^2} - \frac{Ehm^2}{ab(1-\mu^2)} - \left(\frac{hl^2}{4\pi ab} (H_x H_z + H_y H_z) \right) \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial \bar{x} \partial \bar{y}} - \frac{hl^2}{4\pi a^2} H_y H_z \frac{\partial^2 \bar{v}}{\partial \bar{x}^2} - \\ & - \frac{h^3}{4\pi a^2} (H_y^2 H_z + H_x^2 H_z) \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \bar{x}^2} + \frac{h^3}{4\pi b^2} (H_y^2 H_z - H_x^2 H_z) \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \bar{y}^2} + \frac{h^3}{\pi ab} H_x H_y H_z \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \bar{x} \partial \bar{y}} + \\ & + N_y + q_y + \varsigma_z + \xi_{zy} = 0. \end{aligned}$$

Muhokama

Qaralayotgan masalani sonli yechish uchun murakkab konstruksiyaviy shakldagi magnitelastik plastinalarni analitik R-funksiya usuli (RFM), Nyumark usuli, variatsion Bubnov-Galerkin usuli va Gauss sonli usullarni birgalikda qo'llagan holda ishlab chiqilgan hisoblash algoritmi va ularni amalga oshirish ketma-ketligi yoritib berilgan. Xususiyl hosilali differensial tenglamalar tizimlarini yechishning hisoblash algoritmi, izotrop egiluvchan plastina harakat tenglamalar tizimining yechimlar tuzilmasini qurish va fazoviy o'zgaruvchilarga nisbatan diskretlashtirish haqida bayon etilgan.

Xulosa

R-funksiya usuli bilan murakkab konfiguratsiyali magnitelastik plastinalarning soha tenglamasi hamda yechimlar tuzilmasi normallashtirilgan algebraik mantiqiy tenglamalar olindi.

Elektromagnit maydonda joylashgan yupqa murakkab shakldagi anizotrop plastinalarning deformatsiyalanish masalasini sonli yechish uchun hisoblash algoritmi ishlab chiqildi. Murakkab shaklli yupqa anizotrop plastinalarning termo-elektro-magnit-elastiklik masalalarini yechishda R-funksiya va Bubnov-Galerkin variatsion usullarini birgalikda qo'llash samarali bo'lib hisoblanadi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Назиров Ш.А. Трёхмерные нелинейные математические модели механики деформируемого твердого тела. Вопросы вычислительной и прикладной математики. Вып № 128. Ташкент 2012. С:14-46.

2. В.И.Самуль. Основы теории упругости и пластичности. Москва «Высшая школа» 1982. –265 с.
3. А. Д. Коваленко. Введение в термоупругость. «НАУКОВА ДУМКА» Киев, 1965. –204 с.
4. Сафаров Шохрух Шарофович. Мураккаб конструктив шаклдаги юпқа магнитэластик пластина ва қобикларнинг нозиклиги деформацияланиш жараёнларини математик моделлаштириш // Диссертация. Техника фанлари номзоди (PhD). 2022. Б-115.
5. Амбарцумян С.А., Багдасарян Г.Е., Белубекян М.В. Магнитоупругость тонких оболочек и пластин. - М.: Наука 1977. 272с.
6. В. Новацкий. Динамические задачи термоупругости. Москва 1970. С:256.
7. В.Г.Зубчаников. Основы теории упругости и пластичности.-м.:высшая школа,-1990.-367с.
8. В.В. Новожилов. Теории упругости СУДПРОМГИЗ 1958. 364 с.
9. Васидзе К. Вариационной методы в теории упругости и пластичности .: Пер с англ. – М.: Мир, 1987. 542 с.
10. Нуралиев Ф.М. Математические модели магнитоупругости тонких оболочек и пластин. Вопросы вычислительной и прикладной математики. Вып № 128. Ташкент 2012. С:53-63.

$S_2(P_m)$ DAVRIY FUNKSIYALAR FAZOSIDA EKSTREMAL FUNKSIYA

Azamov Siroj Sobirovich

Toshent Davlat Transport Universiteti dotsenti Phd., dotsen

Bekmurodova Dilorom Baxodir qizi

Toshent Davlat Transport Universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya: Texnikada uchraydigan ko‘plab jarayonlar aniq integrallarni hisoblashga keltiriladi. Aksariyat hollarda bunday integrallarni analitik usullar yordamida hisoblashning iloji bo‘lmaydi. Ushbu ishda davriy funksiyalarning ma‘lum bir sinfida aniq integrallarni taqribiy hisoblash uchun kerak bo‘ladigan ba‘zi asosiy tushunchalar keltiriladi. Variatsion usulda $S_2(P_m)$ fazoda aniqlangan xatolik funksionalni eng kichik qiymatiga erishtiruvchi ekstremal funksiyani topish masalasi qaraladi.

Kalit so‘zlar: Gilbert fazosi, haqiqiy qiymatli davriy funksiyalar fazosi, kvadratur formula, xatolik funksionali, norma, ekstremal funksiya.

Аннотация: Во многих технических процессах возникает необходимость вычисления определённых интегралов. В большинстве случаев аналитическое вычисление таких интегралов невозможно. В данной работе приведены некоторые основные понятия, необходимые для приближённого вычисления определённых интегралов в определённом классе периодических функций. В вариационном методе рассматривается задача нахождения экстремальной функции, минимизирующей функционал ошибки, определённый в пространстве $S_2(P_m)$.

Ключевые слова: пространство Гилберта, пространство действительных периодических функций, квадратурная формула, функционал погрешности, норма, экстремальная функция.

Abstract: Many processes in engineering involve the computation of definite integrals. In most cases, it is not possible to evaluate such integrals analytically. This work presents some fundamental concepts necessary for the approximate calculation of definite integrals within a certain class of

periodic functions. Using the variational method, the problem of finding the extremal function that minimizes the error functional defined in the $S_2(P_m)$ space is considered.

Keywords: Gilbert space, space of real-valued periodic functions, quadrature formula, error functional, norm, extremal function.

Biz quyidagi ko‘rinishdagi kvadratur formulaga e‘tibor qaratamiz[1]

$$\int_0^1 \varphi(x) dx \cong \sum_{k=1}^N C_k \varphi(hk) \quad (1)$$

Bu yerda C_k - (1) formulaning koeffitsientlari, $h = \frac{1}{N}$, $N \in \mathbb{N}$ va $\varphi(x) \in S_2(P_m)$

$S_2(P_m)$ fazoga tegishli funksiyaning normasi

$$\|\varphi|S_2(P_m)\| = \left[\int_0^1 \left(\varphi^{(m)}(x) + \omega \varphi^{(m-1)}(x) + \sigma \varphi^{(m-2)}(x) \right)^2 dx \right]^{\frac{1}{2}}$$

ko‘rinishda aniqlanadi $\omega, \sigma \in \mathbb{R}$.

(1) - kvadratur formula xatoligi

$$\int_0^1 \varphi(x) dx - \sum_{k=1}^N C_k \varphi(hk) = (\ell, \varphi) \quad (2)$$

Bunda $(\ell, \varphi) = \int_0^1 (\ell(x), \varphi(x)) dx$.

Xatolik funksionalining umumiy ko‘rinishi quyidagicha

$$\ell(x) = \left(\varepsilon_{(0,1]}(x) - \sum_{k=1}^N C_k \delta(x - hk) \right) * \phi_0(x) \quad (3)$$

$\varepsilon_{(0,1]}(x)$ - (0,1] intervalning xarakteristik funksiyasi, δ - esa Dirakning delta funksiyasi.

Bunda $\phi_0(x) = \sum_{\beta=-\infty}^{\infty} \delta(x - \beta)$, * – o‘rama amali.

(2) - xatolikning absolyut qiymati Koshi-Shvars tengsizligi bilan quyidagicha baholanadi.

$$|(\ell, \varphi)| \leq \|\varphi\|_{S_2(P_m)} \|\ell\|_{S_2(P_m)^*}$$

(1) - kvadratur formula xatoligi, (2) - ning chiziqli funksionali $\ell(x) \in S_2(P_m)^*$.

$S_2(P_m)^*$ fazo $S_2(P_m)$ fazoga qo‘shma fazo. Gilbert fazolarida chiziqli va uzluksiz funksionalning umumiy ko‘rinishi haqidagi Riss teoremadan foydalanib (2) -funktionalning ekstremal funksiyasini aniqlaymiz[2].

$$(\ell, \varphi) = \langle \psi_\ell, \varphi \rangle_{S_2(P_m)} \quad (4)$$

hamda

$$\|\ell|S_2(P_m)^*\| = \|\psi_\ell(x)|S_2(P_m)\| \quad (5)$$

Ushbu ishda haqiqiy qiymatli davriy funksiyalarning $S_2(P_m)$ Gilbert fazosida $m = 2$ hol uchun ko‘rib chiqamiz. Bu fazoga tegishli ikkita $\varphi(x)$ va $\psi(x)$ funksiyalarning skalyar ko‘paytmasi quyidagi

$$(\varphi, \psi_\ell)_{S_2(P_2)} = \int_0^1 (\varphi''(x) + \omega\varphi'(x) + \sigma\varphi(x))(\psi''(x) + \omega\psi'(x) + \sigma\psi(x))dx \quad (6)$$

kabi aniqlanadi.

Teorema: $\psi_\ell^{(4)}(x) - (\omega^2 - 2\sigma)\psi_\ell^{(2)}(x) + \sigma^2\psi_\ell(x) = \ell(x)$ tenglamaning yechimi $\ell(x)$ xatolik funksionalining ekstremal funksiyasi bo'ladi va u

$$\psi_\ell(x) = \int_0^1 G_2(x-y)dy - \sum_{k=1}^N C_k G_2(x-hk)$$

bu yerda

$$G_2(x) = \sum_{\beta=-\infty}^{\infty} \frac{e^{-2\pi i\beta x}}{(-2\pi i\beta)^4 - (\omega^2 - 2\sigma)(-2\pi i\beta)^2 + \sigma^2}$$

Adabiyotlar

- [1] Шадиметов Х.М., Хаётов А.Р. Оптимальная аппроксимация функционалов погрешностей квадратурных и интерполяционных формул в пространствах дифференцируемых функций. Ташкент-2022г.
- [2] Соболев С.Л. Введение в теорию кубатурных форма. -М.: Наука, 1974, 608 с.

АЛГОРИТМ НАХОЖДЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОПТИМАЛЬНЫХ ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫХ ФОРМУЛ В ПРОСТРАНСТВЕ $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$.

Жалолов Озоджон Исомидинович

Бухарский государственный университет,

o.i.jalolov@buxdu.uz

Хаятов Хурийджон Усманович

Бухарский государственный университет

В этой работе найдена экстремальная функция интерполяционной формулы и нормы функционала погрешности, а также получена новая оптимальная интерполяционная формула в пространстве Соболева $W_2^{(m)}(T_1)$ при целых и положительных m .

Требуется построить интерполяционную формулу $P_f(x)$, т.е.

$$f(x) \cong P_f(x) = \sum_{\lambda=0}^N C_\lambda(x) f(x_\lambda), \quad (1)$$

совпадающую функцией $f(x)$ в узлах интерполирования:

$$f(x_i) = P_f(x_i), \quad i = 0, 1, \dots, N, \quad (2)$$

здесь точки $x_\lambda \in T_1$ и параметры $c_\lambda(x)$ называем соответственно узлами и коэффициентами интерполяционной формулы (1), T_1 -одномерный тор, т.е. окружность длины равной единице.

Важной задачей в теории интерполирования является нахождение максимума ошибки интерполяционной формулы $f(x) \cong P_f(x)$ над данным классом функций. Значение этой функции в некоторой точке z есть функционал, определенный как

$$\langle \ell(x), f(x) \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \ell(x) f(x) dx = f(z) - P_f(z) = f(z) - \sum_{\lambda=0}^N C_{\lambda}(z) f(x_{\lambda}) \quad (3)$$

где ясно, что $P_f(z) = \sum_{\lambda=0}^N C_{\lambda}(z) f(x_{\lambda})$ интерполяционная формула и

$$\ell(x) = \delta(x - z) - \sum_{\lambda=0}^N C_{\lambda}(z) \delta(x - x_{\lambda}) \quad (4)$$

функционал погрешности этой интерполяционной формулы, $C_{\lambda}(z)$ - коэффициенты, а x_{λ} узлы формулы $P_f(z)$, $x_{\lambda} \in [0, 1]$, $\delta(x)$ - дельта- функция Дирака и $f(x) \in \tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$.

Определение. Пространство $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ определяется как пространство функций заданных одномерном T_1 - окружности длины равной единице и имеющих все обобщённые производные порядка m суммируемые с квадратом в норме [1].

$$\|f / \tilde{W}_2^{(m)}(T_1)\|^2 = \left(\int_{T_1} f(x) dx \right)^2 + \sum_{k \neq 0} |2\pi k|^{2m} |\hat{f}_k|^2. \quad (5)$$

Справедлива следующая.

Теорема 1. Квадрат нормы функционала погрешности интерполяционной формулы (1) над пространством $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ равен

$$\|\ell / \tilde{W}_2^{(m)*}(T_1)\|^2 = \left| 1 - \sum_{\lambda=1}^N c_{\lambda}(z) \right|^2 + \frac{1}{(2\pi)^{2m}} \sum_{k \neq 0} \frac{\left| \cos 2\pi k z - \sum_{\lambda=1}^N c_{\lambda}(z) e^{2\pi i k x^{(\lambda)}} \right|^2}{k^{2m}}, \quad (6)$$

где $c_{\lambda}(z)$ - коэффициенты, $x^{(\lambda)}$ - узлы интерполяционной формулы вида (1).

Для нахождения экстремальной функции доказана следующая

Лемма. Квадрат нормы функции $u(x)$ в пространстве $\tilde{W}_2^{(m)*}(T_1)$ равен:

$$\|u / \tilde{W}_2^{(m)}(T_1)\|^2 = \left| 1 - \sum_{\lambda=1}^N c_{\lambda}(z) \right|^2 + \frac{1}{(2\pi)^{2m}} \sum_{k \neq 0} \frac{\left| \cos 2\pi k z - \sum_{\lambda=1}^N c_{\lambda}(z) e^{2\pi i k x^{(\lambda)}} \right|^2}{k^{2m}}. \quad (7)$$

Равенство (7) подтверждает, что справедлива следующая

Теорема 2. Функция

$$u(x) = 1 - \sum_{\lambda=1}^N c_{\lambda}(z) + \frac{1}{(2\pi)^{2m}} \sum_{k \neq 0} \frac{\hat{\ell}_k e^{-2\pi i k x}}{k^{2m}}$$

является экстремальной функцией для интерполяционной формулы (1) и $u(x) \in \tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$.

Отыскание минимума нормы функционала погрешности по $c_{\beta}(z)$ и $x^{(\beta)}$ интерполяционной формулы (1) есть задача исследование функции на экстремум. Значения $c_{\beta}(z)$ и $x^{(\beta)}$, реализующие этот минимум, определяют оптимальную интерполяционную формулу.

Основным результатом настоящей работы является

Теорема 3. В периодическом пространстве Соболева $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$ существует единственная оптимальная интерполяционная формула вида (1) с функционалом погрешности (4), коэффициенты которой при целых и положительных m имеют следующий вид

$$c_{[\beta]}(z) = \frac{1 + \frac{1}{(2\pi)^{2m}} \frac{1}{N^{2m}} \sum_{k \neq 0} \frac{\cos 2\pi k(z - h\beta)}{k^{2m}}}{N \left(1 + \frac{1}{(2\pi)^{2m}} \frac{1}{N^{2m}} \sum_{k \neq 0} \frac{1}{k^{2m}} \right)}, \quad (8)$$

где $\beta = \overline{1, N}$, $N = 2, 3, \dots$.

Литература

1. Соболев С.Л. Введение в теорию кубатурных формул. М.:Наука, 1974.-808с.
2. Жалолов О. И., Хаятов Х. У. О построение оптимальной интерполяционной формулы в пространстве Соболева $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$. Проблемы вычислительной и прикладной математики. – Ташкент, 2023. - № 1. –С. 47-59.
3. Shadimetov Kh. M., Jalolov Ik. I. Algorithm for constructing a discrete analog $D_4[\beta]$ of a single operator. Proceedings of the International Conference "Actual Problems of Applied Mathematics and Information Technologies-Al Khorezmi 2016 V.1- P.25-26.

TALABALARNING DASTURLASHGA OID KOMPETENSIYALARINI DASTURIY ILOVALARDAN FOYDALANIB RIVOJLANTIRISHDA ALGORITMLASHNING AHAMIYATI

Xazratov Fazliddin Xikmatovich

*Buxoro davlat universiteti,
pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori(PhD), dotsent*

Annotatsiya: Ushbu maqolada talabalarning dasturlashga oid kompetensiyalarini rivojlantirishda algoritmlashning ahamiyati ko'rib chiqilgan. Algoritmlash ko'nikmalarining dasturlash jarayonidagi ahamiyati, algoritmlashni o'rgatishga mo'ljallangan zamonaviy dasturiy ilovalar tahlil qilingan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, algoritmlash ko'nikmalarini rivojlantirish talabalarning muammolarni yechish, mantiqiy fikrlash va kod optimallashtirish qobiliyatlarini sezilarli darajada oshiradi. Talabalarning algoritmlash ko'nikmalarini samarali rivojlantirish uchun amaliy mashg'ulotlar, muammoga asoslangan o'qitish va vizualizatsiya vositalaridan foydalanish tavsiya etiladi.

Kalit so'zlar: algoritmlash, dasturlash kompetensiyalari, dasturiy ilovalar, o'qitish metodikasi, algoritm vizualizatsiyasi, blok-sxema, muammoli ta'lim

Аннотация: В данной статье рассматривается значение алгоритмизации в развитии компетенций программирования у студентов. Проанализирована роль навыков алгоритмизации в процессе программирования, а также современные программные приложения, предназначенные для обучения алгоритмизации. Согласно результатам исследования, развитие навыков алгоритмизации значительно повышает способности студентов решать проблемы, логически мыслить и оптимизировать код. Для эффективного развития навыков алгоритмизации у студентов рекомендуется использовать практические занятия, проблемно-ориентированное обучение и средства визуализации.

Ключевые слова: алгоритмизация, компетенции программирования, программные приложения, методика обучения, визуализация алгоритмов, блок-схема, проблемное обучение

Abstract: This article examines the importance of algorithmization in developing students' programming competencies. The role of algorithmic skills in the programming process and modern software applications designed for teaching algorithmization are analyzed. According to the research results, developing algorithmic skills significantly enhances students' problem-solving abilities, logical thinking, and code optimization capabilities. For the effective development of students'

algorithmic skills, practical exercises, problem-based learning, and visualization tools are recommended.

Keywords: algorithmization, programming competencies, software applications, teaching methodology, algorithm visualization, flowchart, problem-based learning

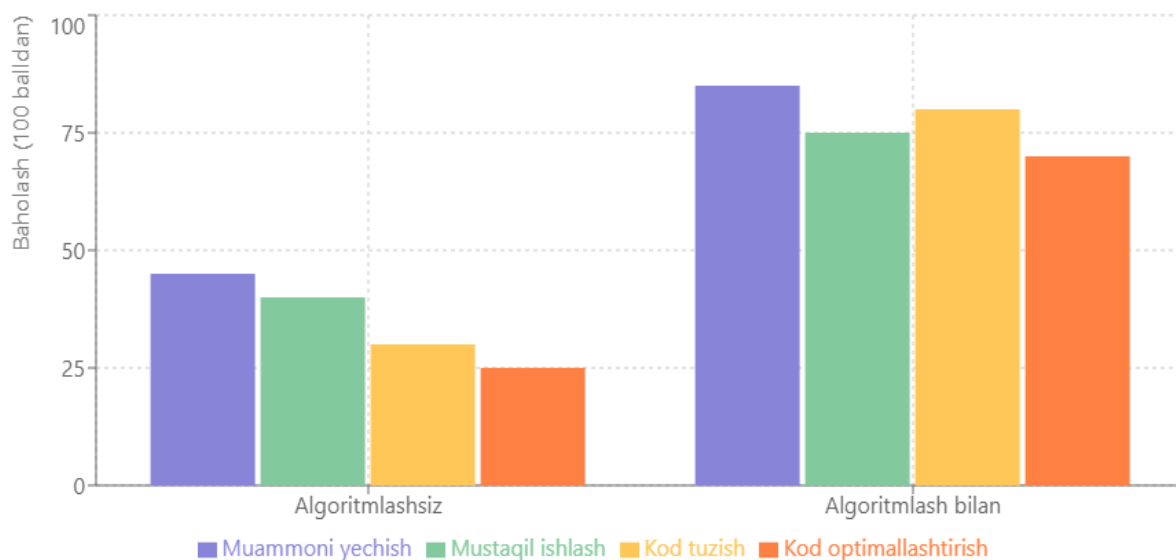
Zamonaviy ta'lim tizimi kompyuter texnologiyalari va dasturlash bilimlarini o'zlashtirgan kadrlarni tayyorlashga bo'lgan talabni ko'rsatib kelmoqda[1]. Talabalarning dasturlash kompetensiyalarini samarali shakllantirish uchun algoritmlash ko'nikmalarini rivojlantirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Algoritmlashning dasturlash kompetensiyalarini rivojlantirishdagi o'rni

Algoritmlash - bu muammolarni mantiqiy ketma-ketlikka asoslangan holda yechish jarayonidir[2]. Bu jarayon dasturlash uchun poydevor vazifasini bajaradi. Algoritmlash ko'nikmalarini rivojlantirish talabalarning nafaqat dasturlash, balki umumiy muammolarni yechish qobiliyatlarini oshiradi[3]. Zamonaviy ta'lim nazariyasi nuqtai nazaridan, algoritmlash o'qitish jarayonini texnologiyalashtirish vositasi hamdir [1].

Algoritmlash ko'nikmalarining asosiy foydalari:

1. **Mantiqiy fikrlashni rivojlantiradi** - muammolarni qadamma-qadam yechish usullarini o'rgatadi
2. **Kodni optimallashtirish qobiliyatini shakllantiradi** - samarali algoritm yaratish orqali resurslardan unumli foydalanishga o'rgatadi
3. **Abstrakt fikrlashni rivojlantiradi** - murakkab tizimlarni kichik qismlarga ajratish ko'nikmasini shakllantiradi
4. **Muammolarni tizimli analiz qilish ko'nikmasini shakllantiradi** - muammoni to'g'ri tushunish va to'g'ri yechim topishga yordam beradi



1-rasm. Talabalar dasturlash kompetensiyalarini rivojlantirish tendensiyalari

Algoritmlash samaradorligini oshiruvchi dasturiy ilovalar

Hozirgi kunda talabalarning algoritmlash ko'nikmalarini rivojlantirishga yordam beruvchi ko'plab dasturiy ilovalar mavjud. Ulardan samarali foydalanish o'qitish metodikasining muhim qismi hisoblanadi[4]. Xalqaro tajriba ko'rsatishicha, vizualizatsiya vositalaridan foydalanish talabalarning algoritmlashni o'zlashtirishini sezilarli darajada osonlashtiradi[5]. Bular orasida:

Dasturiy ilova	Ilovaning maqsadi	Afzalliklari	Kamchiliklari
Scratch	Blokli dasturlash orqali algoritmlashni o'rgatish	Vizual interfeys, boshlang'ich o'rganish uchun qulay	Murakkab algoritmlar uchun cheklangan

Python Tutor	Python kodini vizualizatsiya qilish	Kod bajarilish jarayonini qadam-baqadam ko'rsatadi	Faqat ma'lum dasturlash tillarini qo'llab-quvvatlaydi
Algorithm Visualizer	Algoritmning ishlash jarayonini vizualizatsiya qilish	Ko'plab algoritmni tushuntirib beradi	Foydalanish uchun dasturlash asoslarini bilish kerak
LeetCode	Algoritm va dasturlash muammolarini yechish platformasi	Ko'p sonli muammolar, darajalar bo'yicha ajratilgan	Boshlang'ich darajadagi talabalar uchun murakkab
Flowgorithm	Blok-sxemalarni tuzish va ularni dasturlash tiliga o'girish	Algoritm va kod orasidagi bog'liqlikni ko'rsatadi	Murakkab loyihalar uchun cheklangan
AlgoExpert	Algoritm va ma'lumotlar tuzilmalarini o'rgatish platformasi	Sifatli tushuntirishlar, video darslar	Pullik xizmat

Algoritmashni o'qitishning samarali usullari

Talabalarga algoritmashni o'rgatishda bir necha samarali metodikalar mavjud:

1. **Amaliy yondashuvni qo'llash** - nazariyadan ko'ra amaliy mashg'ulotlarga ko'proq e'tibor berish
2. **Muammoga asoslangan o'qitish (PBL)** - real hayotiy muammolarni yechishga yo'naltirilgan topshiriqlar
3. **Hamkorlikda o'qitish** - jamoa bo'lib ishlash orqali murakkab algoritmni yechish
4. **Vizualizatsiya vositalaridan foydalanish** - algoritmni ko'rgazmali tarzda namoyish etish
5. **Loyihaga asoslangan o'qitish** - to'liq loyihalar ustida ishlash orqali murakkab algoritmni o'zlashtirish

Talabalarga algoritmashni o'rgatishda muammoga asoslangan o'qitish (PBL) va loyihaga asoslangan ta'lim metodlarini qo'llash tavsiya etiladi[4]. Bu borada zamonaviy dasturlash tillarini o'qitish metodikalar va raqamli ta'lim texnologiyalari muhim ahamiyatga ega[6]. Algoritmash asoslarini o'zlashtirishda nazariy bilimlarni amaliy ko'nikmalar bilan mustahkamlash maqsadga muvofiq[2, 3].

Xulosa

Algoritmash ko'nikmalarini rivojlantirish dasturlash kompetensiyalarini samarali shakllantirish uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Zamonaviy dasturiy ilovalar va o'qitish metodikalaridan foydalanish talabalarga nafaqat dasturlash tillarini, balki algoritmash asoslarini chuqur o'zlashtirishga yordam beradi. Bu esa kelajakda dasturlash sohasida muvaffaqiyatli faoliyat olib borish imkoniyatini oshiradi.

Talabalarning algoritmash ko'nikmalarini rivojlantirish uchun nazariya va amaliyotni muvozanatli ravishda qo'llash, zamonaviy o'qitish metodlaridan foydalanish, hamda individual va jamoa ishini to'g'ri tashkil etish muhimdir. Shuningdek, real hayotiy muammolarni hal etishga yo'naltirilgan topshiriqlar berish orqali algoritmik fikrlashni rivojlantirish maqsadga muvofiq.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Абдукадиров А.А., Пардаев А.Х. Таълим жараёнини технологиялаштириш назарияси ва методологияси. — Т.: Fan va texnologiya, 2020. — 468 б.
2. Ахмедов А.Б. Алгоритмлаш асослари ва дастурлаш тиллари. Ўқув қўлланма. — Т.: Aloqachi, 2019. — 320 б.

3. Закирова Ф., Мухамедов Ш.А. Алгоритмлаш ва дастурлаш асослари. — Т.: Наврўз, 2021. — 267 б.
4. Akhmedov B.A., Majidov J.M. Methods of teaching programming languages and digital education technologies. — Т.: "Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi", 2022. — 182 p.
5. Berardi S., Viva H.P. Teaching Computer Programming: Methods and Materials // Computer Science Education. — 2022. — Vol. 32, №1. — P. 81-103.
6. Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L., Stein C. Introduction to Algorithms, 4th Edition. — Cambridge: MIT Press, 2022. — 1312 p.
- 7.

АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО МАШРУТА ПЕРЕВОЗКИ МУСОРА

А. Абдуллаев

Нукусский государственный педагогический институт им. Ажинияза

Аннотация: Описана технология разработки оптимального маршрута перевозки мусора на примере города Нукуса.

Ключевые слова: технология, алгоритм, мусор, маршрут, граф.

Современная технология порождает громадное количество мусора. В отличие от обычного домашнего и технического мусора, который может без риска размещаться в открытых ямах или на других видах свалок, промышленные отходы часто являются токсичными (то есть ядовитыми). Захоронение этих отходов привело к появлению повсюду на территории тысяч представляющих потенциальную опасность свалок. Размещенные на них отходы загрязняют почву, воздух и грунтовые воды в местах непосредственного контакта с ними и угрожают здоровью и благополучию местных жителей. Основными источниками накопления бытового мусора являются жилые и общественные здания, учреждения и предприятия (промышленные, общественного питания, учебные, зрелищные, гостиницы, детские сады и др.). На нормы накопления и состав бытового мусора влияют такие факторы, как: степень благоустройства жилого фонда; этажность; вид топлива при местном отоплении; развитие обеспеченного питания; культура торговли; степень благосостояния населения; продолжительность отопительного периода; потребление населением овощей и фруктов и т.д. Для определения фактического накопления бытового мусора, образующихся от населения, по массе производится пересчет на количество населения данного населенного пункта из расчета в среднем 1,2 кг бытового мусора на 1 человека в сутки. Работа по уборке и удалению бытовых отходов выполняется коммунальными предприятиями (спецавтохозяйствами), которые заключают договора с организациями, ЖЭКа и махаллинскими комитетами на обслуживание объектов и территорий.

В городе Нукусе Республики Каракалпакстан количество мусора за 5 лет составляет 51014 тонн, в среднем за год 1020, 8 т. Из них:

- промышленных мусора 12754 тонн, в среднем за год 2550,8 т.
- домашних мусора 35710 тонн, в среднем за год 7142 т.

Срок хранения бытового мусора в холодное время (осеннее- зимнее) не более 3-х суток, а в теплое (летнее) не более 1 суток (ежедневный вывоз).

Сортировка бытового мусора практически не производится, хотя только в г. Нукусе бытового мусора состоят из 30% пищевых отходов, 20% макулатура, 5%-древесных отходов, 15% полимерных материалов, 3%- текстильных отходов и металлов, 10% - костей и животных отходов 14% прочих отходов.

В результате хозяйственной и промышленной деятельности в республике Каракалпакстан накопилось свыше миллиона тонн бытовых и промышленных отходов

различной степени опасности. Промышленные отходы можно разделить на две группы: твердые и жидкие.

Одной из приоритетных проблем в республике является создание сети полигонов или мусор сжигающих, обезвреживающих установок с последующей утилизацией и захоронением токсичных отходов.

Формализуем данную постановку задачи на языке математики.

Рассмотрим проблему сбора домашнего мусора. Допустим, что определенный район города Нукуса обслуживается единственной машиной. Ребра графа G представляют улицы, а вершины – пересечение улиц. Величина $c(a_j)$ – вес ребра – будет соответствовать длине улицы. Тогда проблема сбора мусора в данном районе сводится к нахождению кратчайшего пути в графе G , проходящего по каждому ребру G по крайней мере один раз. В действительности емкость машины и продолжительность рабочего дня накладывает ограничения на число улиц, которые может обслужить одна машина за день. Требуется найти пути с наименьшим транспортным затратам. Пусть задан ориентированный граф $G = (X, A)$, имеющий конечное множество вершин $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Каждой из дуг графа $(x_i, x_j) \in A$ приписаны веса (длина, стоимость) $C_{ij} \geq 0$, задаваемые матрицей $C = \|C_{ij}\|_{(n+n)}$; некоторые элементы матрицы C могут отсутствовать, что свидетельствует об отсутствии в графе соответствующих дуг. Задачи о кратчайшем пути состоит в нахождении пути минимальной длины от заданной начальной вершин $X_s \in X$ до заданной конечной вершин $X_t \in X$ при условии, что такой путь существует, то есть что вершина X_t достижима из вершины X_s .

Непосредственным обобщением этой задачи является задача нахождения кратчайших путей от заданной начальной вершины X_s до всех других вершин.

Одним из эффективных методов для решения задачи о кратчайшем пути является алгоритм Дейкстры[1]. Метод основан на приписывании вершинам графа временных пометок, причем пометка $L(x_i)$ вершины X_i дает верхнюю оценку длины пути от вершины X_s к этой вершине. С помощью итерационной процедуры пометки постепенно уменьшаются, причем на каждой итерации одна из временных пометок становится постоянной. Постоянная пометка указывает точную длину кратчайшего пути от вершины X_s к рассматриваемой вершине.

Апробирование данной модели намечается по городу Нукуса, для составления оптимального маршрута перевозки мусора.

Литература

1.Абдуллаев А. Компьютерное моделирование. На каракалпакском языке. Premier Publishing, Vienna 2018, 124 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕННИХ ТЕЧЕНИЯ И НЕКОТОРЫЕ ЧИСЛЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Ходжиев С. д.т.н. Ориентал университет, профессор
Аминов Х.Х. д.ф.т.н.(PhD) Ориентал университет, доцент
Авезов А.Х. Бухарский государственный университет, старший преподаватель

Аннотация. В докладе последовательно излагается моделирования внутренних вязких турбулентных течений и выбор численного метода решения поставленной задачи.

Калит сўздар. Турбулентлик, Навье-Стокс, модель, ёпишқоклик, оким, чекли айрма.

Ключевые слова. Турбулентность, Навье-Стокс, модель, вязкость, течения, разностная схема.

Key words. Turbulence, Navier-Stokes, model, viscosity, flows, difference scheme.

Необходимо отметить, что с учетом практической важности моделирования турбулентных внутренних течений значительное внимание уделено различным аспектам этой актуальной но сложной проблемы. В настоящее время для моделирования внутренних вязких турбулентных течения вязкого газа в основном используется полная система уравнений Навье-Стокса, применение которых открывает широкие возможности для детального моделирования самых разнообразных течения в плоских каналах, включая случаи возникновения зон рециркуляции и т.п. Для замыкания системы уравнений турбулентного движения в общем случае необходимо выразить турбулентные потоки тепла и вещества через осреднённые параметры течения, а также модель для вычисления турбулентной вязкости.

Алгебраические модели хорошо зарекомендовали себя для сравнительно простых течений вязкой жидкости, но они требуют модификации для расчета течений более сложного вида. В последние годы было предложено множество немного отличающихся друг от друга алгебраических моделей. Очевидный недостаток алгебраических моделей турбулентной вязкости, в которых l в выражении для $\mu_T = \rho \nu_T l$ обычно оценивается по формуле

$\nu_T = l |\partial u / \partial y|$, заключается в том, что $\mu_T = 0$ всюду, где $\partial u / \partial y = 0$. Опыты показывают, что μ_T не равно нулю в условиях, когда $\partial u / \partial y = 0$. Это означает, что в ядре струи, на оси симметрии, а также в областях перемешивания пристенной струи с основным потоком и при течении между двумя плоскими стенками коэффициент вязкости равен нулю.

При работе с простыми моделями требуется вводить специальные дополнения и поправки, чтобы учесть специфические эффекты, а также следует модифицировать константы для различных классов струйных течений.

В данной работе во избежание равенства нулю вязкости на оси канала т.е. на оси симметрии и для замыкания системы уравнений эффективная турбулентная вязкость выбиралась в виде

$$\mu = \text{const} T^{0.6472} + \alpha \rho b^2(x) \left| \frac{\partial u}{\partial y} \right|. \quad (1)$$

В формуле (1) эффективная турбулентная вязкость выражена через сумму ламинарных и турбулентных вязкостей.

Для численного решения векторного уравнений Навье-Стокса в форме законов сохранения для течений сжимаемого газа использовано неявная факторизованная разностная схема Бима-Уорминга использованием формулу

$$\begin{aligned} \Delta U^n = & \frac{\theta \Delta t}{1 + \theta_2} \frac{\partial}{\partial t} \Delta U^n + \frac{\Delta t}{1 + \theta_2} \frac{\partial}{\partial t} U^n + \frac{\theta_2}{1 + \theta_2} \Delta U^{n-1} + \\ & + 0 \left[\left(\theta - \frac{1}{2} - \theta_2 \right) \Delta t^2 + \Delta t^3 \right], \end{aligned} \quad (2)$$

где $\Delta U^n = U^{n+1} - U^n$.

Формула (2) при соответствующим выборе величин θ и θ_2 представляет семейство хорошо известных двух- и трехслойных, явных и неявных схем.

В работе на основе разработанного эффективного алгоритма и программы расчета приводятся результаты исследования влияния параметров эффективной турбулентной вязкости, как ламинарной вязкости и параметров α — эмпирическая постоянная турбулентности, $b(x)$ -условная ширина перемешивания турбулентной вязкости.

ОПТИМАЛЬНЫЕ КВАДРАТУРНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ПРИБЛИЖЕННОГО ВЫЧИСЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛОВ ФУРЬЕ

Х.М.Шадиметов^{1,2}, Ф.И.Давлатова¹

¹Ташкентский Государственный
Транспортный Университет

²Институт математики им.
В.И. Романовского АН РУз

Одной из важнейших задач вычислительной математики является построение оптимальных квадратурных формул дифференцируемых функций в различных пространствах для приближенного вычисления сильно осциллирующих интегралов.

Построение оптимальных (в определенном смысле) методов приближенного вычисления интегралов сильно осциллирующих функций — интересная и важная область компьютерной технологии и математики, поскольку много важных задач, решаемых на практике (например, цифровая обработка сигналов, обработка изображений, радиолокация, медицинская электроника, компьютерная томография и т. д.), требуют вычисления таких интегралов. В нашей работе мы также рассматриваем построение оптимальных квадратурных формул для приближенного вычисления сильно осциллирующих интегралов.

Предположим, что производная первого порядка функции $\varphi(x)$ абсолютно непрерывна, интегрируется по квадрату производной второго порядка и является комплекснозначной функцией с действительными аргументами.

Набор таких функций образует гильбертово пространство $L_2^{(2)}(0,1)$. Скалярное произведение двух функций φ и ψ в этом пространстве определяется равенством

$$\langle \varphi, \psi \rangle = \int_0^1 \varphi'(x) \overline{\psi'(x)} dx,$$

где $\overline{\psi}$ является сопряженной функцией к функции ψ . Норма функции φ соответственно определяется формулой

$$\|\varphi\|_{L_2^{(2)}(0,1)}^2 = \langle \varphi, \varphi \rangle = \int_0^1 \varphi'(x) \overline{\varphi'(x)} dx.$$

В этом пространстве рассмотрим квадратурную формулу с производными следующего вида

$$\int_0^1 e^{2\pi i \omega x} \varphi(x) dx \cong \sum_{\beta=0}^N d_0[\beta] \varphi(h\beta) + \sum_{\beta=0}^N d_1[\beta] \varphi'(h\beta). \quad (1)$$

Разность между суммой и интегралом

$$(\ell, \varphi) = \int_0^1 e^{2\pi i \omega x} \varphi(x) dx - \sum_{\beta=0}^N d_0[\beta] \varphi(h\beta) - \sum_{\beta=0}^N d_1[\beta] \varphi'(h\beta) = \int_{-\infty}^{\infty} \ell(x) \varphi(x) dx$$

называется погрешностью квадратурной формулы (1). Этой погрешности соответствует следующий функционал погрешности:

$$\ell(x) = e^{2\pi i \omega x} \varepsilon_{[0,1]}(x) - \sum_{\beta=0}^N d_0[\beta] \delta(x - h\beta) + \sum_{\beta=0}^N d_1[\beta] \delta'(x - h\beta), \quad (2)$$

где $e^{2\pi i \omega x}$ — весовая функция, $[\beta] = (h\beta)$, $h = 1/N$, N — натуральное число, $i^2 = -1$, $\omega h \in \mathbb{Z}$, $\omega \neq 0$. $d_0[\beta]$, $d_1[\beta]$ — коэффициенты квадратурной формулы (1), $\varepsilon_{[0,1]}(x)$ — характеристическая функция отрезка $[0,1]$, $\delta(x)$ — дельта-функция Дирака. Здесь $d_0[\beta]$ — оптимальные коэффициенты квадратурной формулы

$$\int_0^1 e^{2\pi i \omega x} f(x) dx \cong \sum_{\beta=0}^N d_0[\beta] \varphi(h\beta)$$

при $\omega h \in \mathbb{Z}$, $\omega \neq 0$ в пространстве $L_2^{(1)}(0,1)$ и имеют вид

$$\begin{aligned} d_0[0] &= -\frac{1}{2\pi i \omega}, \\ d_0[\beta] &= 0, \quad \beta = \overline{1, N-1}, \\ d_0[N] &= \frac{1}{2\pi i \omega}, \end{aligned}$$

а коэффициенты $d_1[\beta]$ в (1) – неизвестные коэффициенты квадратурной формулы.

Справедлива следующая теорема

Теорема 1. При $\omega h \in \mathbb{Z}$ и $\omega \neq 0$ коэффициенты оптимальной квадратурной формулы вида (1) в смысле Сарда пространства $L_2^{(2)}(0,1)$ имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} d_1[0] &= -\frac{1}{(2\pi\omega)^2}, \\ d_1[\beta] &= 0, \quad \beta = \overline{1, N-1}, \\ d_1[N] &= \frac{1}{(2\pi\omega)^2}. \end{aligned}$$

Теорема 2. В пространстве $L_2^{(2)}(0,1)$ квадрат нормы функционала погрешности (2) оптимальной квадратурной формулы (1) имеет следующий вид:

$$\|\ell\|_{L_2^{(2)*}} = \frac{h^4}{16\pi^4 k^4},$$

здесь $h = \frac{1}{N}$, $N = 1, 2, 3, \dots$, $\omega h \in \mathbb{Z}$, $\omega \neq 0$ и $\omega \in kN$.

Список использованной литературы

1. Filon L.N.G. On a quadrature formula for trigonometric integrals. Proc. Roy. Soc. Edinburgh, 1928, vol. 49, pp. 38-47.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ РАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЧИСЛЕННЫМ МЕТОДОМ

*Жумаев Жура,
Кобилев Комилжон Хамидович,
Очилов Бехзод Гани огли,
Самадов Бобир Баходирович
Бухарский государственный университет*

Аннотация. В статье численно изучено задача теплопроводности без внутренних источников для разных материалов. Для этого одномерное уравнение теплопроводности записан неявно в конечных разностях и применен метод прогонки. Составленный алгоритм реализована в среде DELPHI, для рисования графиков использована система MathCAD.

Изучено процесс теплопроводности для разных материалов с разными свойствами и сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова. Моделирование, тепловой поток, уравнение теплопроводности, коэффициент теплопроводности, плотность, теплоемкость, конечные разности, метод прогонки, нестационарная задача, компьютерный модель, математический модель, уравнение в частных производных.

Annotatsiya. Maqolada ichki manbaga ega bo'lmagan bir o'lchovli turli materialli sohalarda issiqlik tarqalish masalasi sonli o'rganilgan. Buning uchun bir o'lchovli holdagi issiqlik tarqalish tenglamasi boshlang'ich va chegaraviy shartlarni hisobga olgan holda oshkormas holda chekli ayirmalarda yozilib, haydash usulidan foydalanilgan. Tuzilgan algoritm DELPHI muhitida dasturlashtirilib, grafiklarni chizish uchun MathCAD tizimidan foydalanilgan. Turli xossalarga ega bo'lgan materiallarda turli temperatura va vaqt mobaynida issiqlik tarqalish masalasi o'rganilib, tegishli xulosalar chiqarilgan.

Kalit so'zlar. Modellashirish, issiqlik oqimi, issiqlik tarqalish tenglamasi, issiqlik o'tkazish koeffitsienti, zichlik, solishtirma issiqlik sig'imi, chekli ayirmalar, haydash usuli, nostasionar masala, komp'yuter modeli, matematil model, xususiyl hosilali differensial tenglama.

Annotation. The article numerically studies the problem of heat conduction without internal sources for different materials. To do this, the one-dimensional heat equation is written implicitly in finite differences and the sweep method is used. The compiled algorithm was implemented in the DELPHI environment the MathCAD system was used to draw graphs. The process of heat transfer for different materials with different properties has been studied and appropriate conclusions have been drawn.

Keywords. Modeling, heat flow, heat equation, thermal conductivity coefficient, density, heat capacity, finite differences, sweep method, unsteady problem, computer model, mathematical model, partial differential equation.

Рассматривается задача о распределении тепла в тонком цилиндрическом стержне длиной L . Оба конца этого стержня могут быть теплопроводными, или тепловой поток может быть обеспечен по некоторому правилу (рис. 1). Это задается граничными условиями[1].

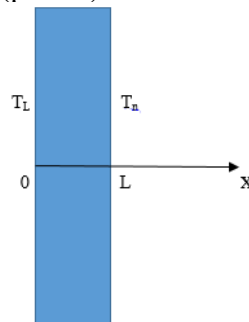


Рис.1. Геометрическая постановка задачи.

В соответствии с постановкой задачи выбран математический модель в виде одномерного уравнения теплопроводности, который имеет следующий вид:

$$c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + Q(x), \quad 0 < x < L; t > 0, \quad (1)$$

Здесь c и ρ теплоемкость и плотность вещества соответственно, λ - коэффициент теплопроводности, $Q(x)$ – источник тепла, который можно разместить на стержне.

Начальное условие задачи:

$$t := 0: \quad T = T_0, \quad 0 \leq x \leq L;$$

Граничные условия:

$$\begin{cases} x = 0: & T = T_l, \quad t > 0; \\ x = L: & T = T_r, \quad t > 0; \end{cases} \quad (2)$$

В данном исследовании считается, что коэффициент теплопроводности λ постоянный, тогда уравнение (1) будет иметь следующий вид:

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + Q(x), \quad 0 < x < L, \quad (3)$$

В соответствии с поставленной задачи рассмотрено теплопроводность некоторых важных материалов, который часто используется в повседневной жизни.

Задача решено численно с использованием двухслойной, четырехточечной конечно-разностной схемы и метода прогонки[2].

Выбрали в качестве материала железо. Вычислим для него значения коэффициента теплопроводности при следующих данных:

$$\lambda = 46 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C}), \quad \rho = 7800 \text{ кг} / \text{м}^3, \quad c = 460 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

Тогда коэффициент теплопроводности будет равен

$$\frac{46}{7800 \cdot 460} = 1,282 \cdot 10^{-5}$$

Таким же образом, для материала медь члены выражения $\frac{\lambda}{\rho c}$ равны следующим:

$$\lambda = 384 \text{ Вт} / (\text{м} \cdot ^\circ\text{C}), \quad \rho = 8800 \text{ кг} / \text{м}^3, \quad c = 381 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

и коэффициент теплопроводности будет равна

$$\frac{381}{8800 \cdot 3810} = 0,00015$$

На основе алгоритма в среде Delphi [3] был создан программный продукт, а результаты записаны в массивы и получены графики в математическом пакете Mathcad [4-5].

На рисунке 2 приведен процесс распределения тепла в железном и медном стержне, которые показывают, что скорость распределения тепла в медном стержне значительно выше в соответствии коэффициенте теплопроводности.

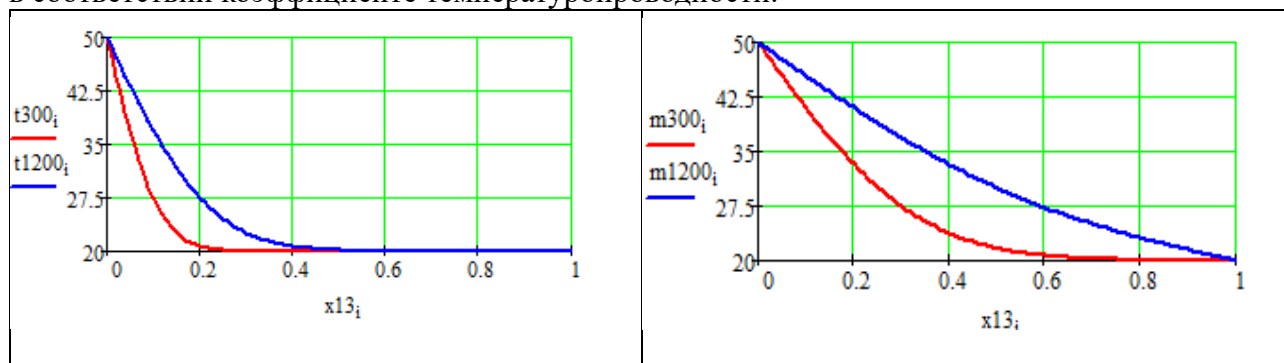


Рис.1. Сравнение теплопроводности в железных и медных стержнях через 5 минут и 15 минут.

Таким образом, разработанный алгоритм и программное обеспечение могут быть использованы в практических задачах, связанных с распределением тепла.

Использованная литература:

1. Zohidov R.A., Alimova M.M., Mavjudova Sh.S. Issiqlik texnikasi. Darslik. T.: "O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati". 2010. -200 b.
2. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие. / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 172 с.
3. Nazirov Sh.A., Musayev M.M. va b. Delphi tilida dasturlash asoslari. O'quv qo'llanma. Toshkent. "G'afur-G'ulom", 2008. 277 bet.
4. Охорзин В.А. Прикладная математика в системе MATHCAD: Учебное пособие.-СПб.: "Лань".2008.-352 с.
5. Жумаев Ж. Решение математических задач в пакетах математических программ. Учебное пособие. Бухара. «Дурдона», 2020. 240 с.

DINAMIK ELEKTRON SXEMALARDA TO'SATDAN O'ZGARISHLARNI MODELLASHTIRISHDA GIBRID DISKRET-KONTINUUM USULLARNING SAMARADORLIGI

*I.T.Tojiboyev, fizika-matematika
fanlari nomzodi, FarDU dotsenti
M.E.Usmonova, Farg'ona davlat
universiteti magistranti*

Annotatsiya: Ushbu maqolada dinamik elektron sxemalarda yuzaga keladigan to'satdan o'zgarishlarni modellashtirish uchun gibrid diskret-kontinuum yondashuv taklif etiladi. Oddiy differensial tenglamalar asosidagi modellar bunday o'zgarishlarni to'liq ifodalay olmasligi sababli, diskret va uzluksiz modellashtirishni birlashtiruvchi yondashuv ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: gibrid tizim, modellashtirish, elektron sxema, diskret hodisalar, Runge-Kutta, to'satdan o'zgarishlar, sakrash

Аннотация: В данной статье предлагается гибридный дискретно-континуальный подход для моделирования внезапных изменений в динамических электронных схемах. Поскольку модели, основанные только на дифференциальных уравнениях, не могут полностью отразить такие изменения, разработан комбинированный метод моделирования.

Ключевые слова: гибридные системы, моделирование, электронные схемы, дискретные события, метод Рунге-Кутты, внезапные изменения, скачки

Abstract: This paper proposes a hybrid discrete–continuum approach for modeling sudden changes in dynamic electronic circuits. Since standard differential equation-based models fail to accurately capture such abrupt events, a combined modeling strategy is developed.

Keywords: hybrid systems, modeling, electronic circuits, discrete events, Runge-Kutta method, sudden changes, jumps

Tabiiy jarayonlarning ko'plab modellarida vaqt bo'yicha uzluksiz o'zgarishlar bilan birga kutilmaganda yuzaga keladigan sakrashlar ham kuzatiladi. Masalan, elektr zanjirlarda o'zgaruvchan tok kuchlanishidagi keskin o'zgarishlar, mexanik tizimlarda to'qnashuvlar yoki boshqaruv tizimlarida impulsli signallar shular jumlasidandir. Bunday tizimlarni faqat differensial tenglamalar yoki diskret modellar bilan ifodalash yetarli bo'lmaydi. Shu sababli, bu kabi tizimlarni modellashtirishda gibrid yondashuv – ya'ni uzluksiz va diskret komponentlarni birlashtirgan model ishlatiladi.

Gibrid tizimlar nazariyasi sonli analiz, boshqaruv nazariyasi va fizika sohalarida muhim o'rin egallaydi. Ushbu modellar o'z ichiga vaqt bo'yicha uzluksiz dinamikani ifodalovchi differensial tenglamalar va ayni vaqtda belgilangan vaqt nuqtalarida yuzaga keladigan sakrashlarni aks ettiruvchi funksiya – ko'pincha Dirak delta funksiyasi orqali ifodalanuvchi impulsli ta'sirlarni oladi. Bu yondashuv real fizik tizimlarning xatti-harakatini aniqroq modellashtirish imkonini beradi. Masalan, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlaridagi signal uzatishlar, elektron qurilmalardagi tranzistorlarning keskin o'tish holatlari kabi jarayonlarni aks ettirishda aynan gibrid modellarga tayaniladi. Bunday gibrid modellar uchun sonli usullarni ishlab chiqish, ularning aniqligi va barqarorligini tahlil qilish hozirgi kunda dolzarb masala hisoblanadi. Xususan, Runge-Kutta kabi klassik sonli integratsiya usullari uzluksiz intervalda yuqori aniqlikni ta'minlasa-da, sakrash nuqtalarida xatolik sezilarli darajada oshishi mumkin. Ushbu ishda gibrid tizimning matematik modeli tahlil qilinadi, Runge-Kutta usulining qo'llanishi asosida yechimning xatolik darajasi baholanadi va sakrash nuqtalaridagi xatoliklar bilan bog'liq xususiyatlar tahlil qilinadi.

Ma'lumki, elektron sxema holatini ifodalovchi $\mathbf{X}(t)$ o'zgaruvchisi quyidagi gibrid tenglama orqali modellashtiriladi:

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = \mathbf{F}(\mathbf{x}, t) + \sum_{k=1}^K \delta(t - t_k) \cdot \mathbf{G}_k(\mathbf{x}),$$

bu yerda $\delta(t - t_k)$ - Dirak delta funksiyasi bo'lib, t_k sakrashda yuzaga keladigan to'satdan o'zgarishni ifodalaydi.

Gibrid model - bu vaqt bo'yicha uzluksiz (kontinuum) dinamikani va to'satdan yuzaga keladigan (diskret) hodisalarni o'z ichiga olgan matematik yondashuvdir, ya'ni uzluksiz o'zgarish $\frac{d\mathbf{x}}{dt} = \mathbf{F}(\mathbf{x}, t)$, diskret o'zgarish esa

$$\mathbf{x}(t_k^+) = \mathbf{x}(t_k^-) + \mathbf{G}_k(\mathbf{x}(t_k^-)).$$

Teorema. Agar $\mathbf{F}$ va $\mathbf{G}_k$ funksiyalari uzluksiz bo'lib, Lipshtits shartini qanoatlantirsa, u holda gibrid usul bilan olingan yechim $\tilde{\mathbf{x}}(t)$ haqiqiy yechim $\mathbf{x}(t)$ ga $O(h^4)$ tartibda yaqinlashadi (uzluksiz intervalda) va $O(h)$ tartibda (sakrash nuqtalarida) bo'ladi.

Isbot: Faraz qilaylik, quyidagi gibrid differensial model mavjud bo'lsin

$$\begin{cases} \frac{d\mathbf{x}}{dt} = \mathbf{F}(t, \mathbf{x}), & t \neq t_k, \\ \mathbf{x}(t_k^+) = \mathbf{x}(t_k^-) + \mathbf{G}_k(\mathbf{x}(t_k^-)), & \text{sakrash nuqtasida,} \end{cases}$$

bu yerda $\mathbf{F}(t, \mathbf{x})$ - uzluksiz dinamik tizimning o'zgarish tezligini ifodalaydi, $\mathbf{G}_k - t_k$ da yuz beradigan sakrashni ifodalaydi.

Gibrid usulda $\mathbf{x}(t)$ ni topish uchun $t_k < t < t_{k+1}$ oraliqda klassik 4-tartibli Runge-Kutta usuli qo'llaniladi. Bunda

$$\tilde{\mathbf{x}}_{n+1} = \tilde{\mathbf{x}}_n + \frac{h}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4),$$

bu yerda

$$\begin{aligned} k_1 &= \mathbf{F}(t_n, \tilde{\mathbf{x}}_n), k_2 = \mathbf{F}\left(t_n + \frac{h}{2}, \tilde{\mathbf{x}}_n + \frac{h}{2}k_1\right), \\ k_3 &= \mathbf{F}\left(t_n + \frac{h}{2}, \tilde{\mathbf{x}}_n + \frac{h}{2}k_2\right), k_4 = \mathbf{F}(t_n + h, \tilde{\mathbf{x}}_n + hk_3). \end{aligned}$$

Bu usulda bitta qadamdagi xatolik

$$\mathbf{x}(t_{n+1}) - \tilde{\mathbf{x}}_{n+1} = O(h^5),$$

ko'rinishda baholanadi va bu umumlashtirilgan xatolik

$$\|\mathbf{x}(t_n) - \tilde{\mathbf{x}}_n\| = O(h^4),$$

ya'ni 4-tartibli aniqlikda.

Endi t_k da sakrash bo'lsa, haqiqiy yechim

$$\mathbf{x}(t_k^+) = \mathbf{x}(t_k^-) + \mathbf{G}_k(\mathbf{x}(t_k^-)).$$

Ammo sonli yechim

$$\tilde{\mathbf{x}}(t_k^+) = \tilde{\mathbf{x}}(t_k^-) + \mathbf{G}_k(\tilde{\mathbf{x}}(t_k^-))$$

ko'rinishda bo'ladi, bu yerda $\mathbf{G}_k$ diskret sakrash funksiyasi. Endi farqni baholaymiz, ya'ni

$$\|\mathbf{x}(t_k^+) - \tilde{\mathbf{x}}(t_k^+)\| \leq (1 + L_G) \|\mathbf{x}(t_k^-) - \tilde{\mathbf{x}}(t_k^-)\|,$$

bu yerda L_G diskret $\mathbf{G}_k$ sakrash funksiyasining Lipshits o'zgarmasi. Agar

$$\|\mathbf{x}(t_k^-) - \tilde{\mathbf{x}}(t_k^-)\| = O(h^4)$$

bo'lsa, yuqoridagi ifoda ham $O(h^4)$ bo'lishi mumkin. Ammo amaliyotda sakrash funksiyasi $\mathbf{G}_k$ da kichik xatoliklar kattaroq ta'sir qiladi, shuning uchun bu bosqichdan so'ng umumiy xatolik darajasi $O(h)$ bo'lib qoladi.

Teorema (Yechimning uzluksiz bog'liqligi): Agar $\mathbf{F}(t, \mathbf{x})$ va $\mathbf{G}_k(\mathbf{x})$ funksiyalari uzluksiz va Lipshits shartini qanoatlantirsa, u holda gibriz tizimning yechimi $\mathbf{x}(t)$ har bir $t \neq t_k$ uchun uzluksiz va har bir t_k sakrash nuqtasida $\mathbf{x}(t_k^+)$ va $\mathbf{x}(t_k^-)$ o'zaro Lipshits chiziqli bog'langan bo'ladi.

Isbot: $\mathbf{F}(t, \mathbf{x})$ funksiyaning uzluksizligi va Lipshits sharti $t \in (t_k, t_{k+1})$ oraliqlarda $\mathbf{x}(t)$ funksiyasining uzluksiz va yagona yechimga ega bo'lishini aniqlaydi. Runge-Kutta usuli yordamida bu yechim $O(h^4)$ aniqlikda taxminan topiladi. Sakrash nuqtasida esa $\mathbf{x}(t_k^+) = \mathbf{x}(t_k^-) + \mathbf{G}_k(\mathbf{x}(t_k^-))$ bo'lib, $\mathbf{G}_k$ funksiyasi ham Lipshits shartini qanoatlantirganligi sababli, $|\mathbf{x}(t_k^+) - \mathbf{x}(t_k^-)| \leq L_G |\mathbf{x}(t_k^-)|$ baholanadi, bu yerda $L_G - \mathbf{G}_k$ ning Lipshits o'zgarmasi.

Shu sababli, har bir sakrash nuqtasida holatlar orasidagi o'zgarish chiziqli chegaralangan va butun yechim $\mathbf{x}(t)$ bo'lak-bo'lak uzluksiz funksiya bo'ladi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Yu.Kolesov, Yu.Senichenkov. Test problems for Hybrid Simulators./In Recent Advances in Theoretical and Applied Mathematics. WSES 2000, ISBN: 960-8052-21-1, Greece, p. 214-220.
2. C.L.Lawson, R.J.Hanson, D.R.Kincaird, F.T.Krogh. Basic linear algebra subprograms for Fortran usage. ACM Tran. Math. Software, 5, pp. 308-323.
3. I.T.Tojiboev, O.Kuldashev. Investigation of device for geophysical exploration at shallow depth. (2017), «EUREKA: Physics and Engineering» Number 2, -pp. 34-39.
4. Alan C. Hindmarsh, Odepack, a systematized collection of ODE solvers, in scientific computing, R.S.Stepleman Et Al. (Eds.), North-Holland, Amsterdam, 1983, pp. 55-64.
5. S.M.Abdurakhmonov, I.T.Tojiboev, O.K.Kuldashov, B.K.Turgunov. The optoelectronic two-wave method for remote monitoring of the content of methane in atmosphere. Technical Physics Letters. 2019. 45(2), -pp. 132-133.
6. В.М.Глушков, В.В.Гусев, Т.П.Марьянович, М.А.Сахнюк. Программные средства моделирования непрерывно-дискретных систем. Киев: «Наукова думка», 1975. -240с.

OPTIMAL QUADRATURE FORMULAS OF EULER–MACLAURIN TYPE

Nuraliyev Farxod Abdug‘aniyevich, DSc, dotsent

Tashkent International University,

nuraliyevf@mail.ru,

Kuziev Shaxobiddin Sobirovich, PhD

Kokand University,

shahobiddin.qoziyev.89@gmail.com

Numerical integration formulas are methods for the approximate evaluation of definite integrals. They are needed for the computation of those integrals for which either the antiderivative of the integrand cannot be expressed in terms of elementary functions or for which the integrand is available only at discrete points, for example from experimental data. In addition and even more important, quadrature formulae provide a basic and important tool for the numerical solution of differential and integral equations. In the works [1,2] the authors generalized some theorems of the classical power series for fractional power series and they obtained new construction of the generalized Taylor’s power series. They also applied the obtained results to approximation of fractional derivatives and integrals of functions and solutions of linear and nonlinear fractional differential equations. We consider the following quadrature formula of the Euler Maclaurin type

$$\int_0^1 \varphi(x) dx \cong \sum_{\beta=0}^N C_0[\beta] \varphi(h\beta) + \frac{h^2}{12} (\varphi'(0) - \varphi'(1)) + \sum_{\beta=0}^N C_1[\beta] \varphi''(h\beta) \quad (1)$$

with the error functional

$$\ell(x) = \varepsilon_{[0,1]}(x) - \sum_{\beta=0}^N C_0[\beta] \delta(x - h\beta) + \frac{h^2}{12} (\delta'(x) - \delta'(x-1)) - \sum_{\beta=0}^N C_1[\beta] \delta''(x - h\beta) \quad (5)$$

in the Sobolev space $L_2^{(m)}(0,1)$ of functions equipped with the norm

$$\|\varphi\|_{L_2^{(m)}(0,1)} = \left\{ \int_0^1 \left(\varphi^{(m)}(x) \right)^2 dx \right\}^{1/2} \quad (2)$$

and $\int_0^1 \left(\varphi^{(m)}(x) \right)^2 dx < \infty$. Here $C_1[\beta], \beta = \overline{0, N}$ are the coefficients of the formula (1),

$h = \frac{1}{N}$, N is a natural number, $\varepsilon_{[0,1]}(x)$ is the characteristic function of the interval $[0,1]$ $\delta(x)$ is

the Dirac delta-function. For the error functional (2) to be defined on the space $L_2^{(m)}(0,1)$ it is necessary to impose the following conditions (see [1,2])

$$(\ell_N, x^\alpha) = 0, \quad \alpha = 0, 1, \dots, m-1. \quad (3)$$

Hence it is clear that for existence of the quadrature formulas of the form (1) the condition $N + s \geq m - 1$ has to be met. We minimize the norm of the error functional (2) by the coefficients $C[\beta]$, A_n i.e., we find

$$\left\| \overset{\circ}{\ell}_N \Big|_{L_2^{(m)*}(0,1)} \right\| = \inf_{C[\beta], A_n} \left\| \ell_N \Big|_{L_2^{(m)*}(0,1)} \right\| \quad (4)$$

The coefficients $C_1[\beta]$ which satisfy the equality (8) are called the optimal coefficients and are denoted by $\overset{\circ}{C}_1[\beta]$ and the corresponding quadrature formula is called the optimal quadrature

formula in the sense of Sard. In the sequel, for the purposes of convenience the optimal coefficients $\overset{\circ}{C}_1[\beta]$ will be denoted as $C_1[\beta]$.

Thus to construct optimal quadrature formulas in the form (4) in the sense of Sard we have to consequently solve the following problems.

Problem 1. Find the norm of the error functional (2) for the quadrature formula of the form (1) in the space $L_2^{(m)*}(0,1)$.

Problem 2. Find coefficients $C_1[\beta]$ which satisfy the equality (4).

References

- [1] S.L. Sobolev, The Coefficients of Optimal Quadrature Formulas, Selected Works of S.L. Sobolev, Springer, 2006, pp. 561–566.
- [2] S.L. Sobolev, V.L. Vaskevich, The Theory of Cubature Formulas, Kluwer Academic Publishers Group, Dordrecht, 1997.

Section 5: Application of digital technologies and artificial intelligence

AI ALGORITMLARI YORDAMIDA FIZIK TAJRIBALARDA XATOLIKLARNI ANIQLASH VA TAHLIL

Sattarova Anaxon Abdurasulovna^{*1}-assistant

*Abdirimova Dilnoza Boltabayevna*²-assistant

*Satimov G'iyos Qosim o'g'li*³- talaba

^{1,2}Toshkent tibbiyot akademiyasining Urganch filiali Biofizika, jismoniy madaniyat va sport kafedrası assistenti

³TTAUrganch filiallari davolash ishi yo'nalishi 1-kurs talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada sun'iy intellekt (AI) algoritmlaridan foydalanib fizik tajribalarda yuzaga keluvchi xatoliklarni aniqlash va ularni avtomatik tarzda tahlil qilish imkoniyatlari o'rganiladi. Asosiy e'tibor mashinaviy o'rganish (ML), chuqur o'rganish (DL) va statistik modellar orqali tajriba jarayonida yoki undan keyingi natijalarni tahlil qilish, tajriba parametrlaridagi noaniqliklarni aniqlash, shovqinlarni filtratsiya qilish va tizimli xatoliklarni bartaraf etishga qaratilgan.

Kalit so'zlar: Sun'iy intellekt, fizik tajriba, mashinaviy o'rganish, xatolik aniqlash, tahlil, noaniqlik, eksperimentlar, signalni qayta ishlash, avtomatlashtirish

Аннотация. В данной статье исследуются возможности выявления и автоматической коррекции ошибок, возникающих в физических экспериментах, с использованием алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ). Основное внимание уделяется анализу результатов во время или после эксперимента с помощью машинного обучения (ML), глубокого обучения (DL) и статистических моделей, выявлению неопределенностей в параметрах эксперимента, фильтрации помех и устранению систематических ошибок.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, физический эксперимент, машинное обучение, обнаружение ошибок, коррекция, неопределенность, эксперименты, обработка сигналов, автоматизация

Abstract. This article examines the potential for detecting and automatically correcting errors that arise in physical experiments using artificial intelligence (AI) algorithms. The main focus is on analyzing experimental results during or after the process using machine learning (ML), deep learning (DL), and statistical models, identifying uncertainties in experimental parameters, filtering noise, and eliminating systematic errors

Keywords: Artificial intelligence, physical experiment, machine learning, error detection, correction, uncertainty, experiments, signal processing, automation

An'anaviy tajribalar odatda inson omilidan ta'sirlanadi va bu xatoliklar natijalarni noto'g'ri talqin qilishga olib kelishi mumkin. AI algoritmlari yordamida tajribalarning natijalari avtomatik tarzda tekshiriladi va mavjud xatoliklar aniqlanib, avtomatik ravishda tahlil qilinadi. Bu usul ilmiy tadqiqotlarning samaradorligini oshiradi va inson omilidan kelib chiqadigan xatolarni kamaytiradi. Ushbu maqolada AI algoritmlaridan foydalanib fizik tajribalarda xatoliklarni aniqlash va tahlil qilish bo'yicha kiritilgan yangiliklar ko'rib chiqiladi.[2,3].u Xususan, mashinaviy o'qitish algoritmlari yordamida tajriba natijalaridagi o'zgarishlarni avtomatik ravishda kuzatish, neyron tarmoqlar orqali ma'lumotlarni tahlil qilish va bashorat qilish, shuningdek, xatoliklarni avtomatik tuzatish texnikalari yoritiladi. Maqolaning asosiy maqsadi AI algoritmlarining fizik tajribalarda xatoliklarni kamaytirishdagi samaradorligini va ularning amaliy ahamiyatini yoritishdir. Maqolada ilgari surilayotgan asosiy ilmiy yangilik – fizik tajribalarda yuzaga keladigan xatoliklarni aniqlashda sun'iy intellekt algoritmlarining uch bosqichli modellar asosida integratsiyasi: 1) tajriba davomida real vaqt monitoringi orqali anomalionalarni aniqlash, 2) mashinaviy o'rganish orqali xatoliklar sabablarini klassifikatsiyalash va bashoratlash, 3) avtomatik korreksiya mexanizmlarini ishlab chiqish. Ushbu yondashuvda signalni qayta ishlash uchun konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN), anomalayani aniqlash uchun rekurrent neyron tarmoqlar (RNN/LSTM) va regressiya modellarining kombinatsiyasi asosida eksperimental tizimlarga moslashtirilgan AI platformasi taklif etiladi.[1,4]

Fizik tajribalarda xatoliklar o'ldiruv qurilmalari, inson omili yoki tashqi sharoitlar tufayli yuzaga kelishi mumkin. An'anaviy usullar bilan bu xatoliklarni aniqlash va ularni tahlil qilish ko'p vaqt va resurs talab qiladi. Bundan tashqari, maqolada AI algoritmlarining fizik tajribalarni real vaqt rejimida kuzatishdagi roli ham yoritilgan. Bunda sensordan olinayotgan ma'lumotlar tokchisiz (stream) usulda AI modeliga uzatiladi va model har soniyada yuzaga kelgan og'ishlarni aniqlaydi. Agar xatolik chegaradan oshsa, tizim avtomatik tarzda ogohlantirish beradi yoki qurilmani sozlashni boshlaydi. Bu yondashuv ayniqsa muhim tajribalar – masalan, zarrachalar urilishi (CERNdagi LHC) yoki kosmik nurlanish o'ldiruvlari kabi nozik eksperimentlarda katta ahamiyatga ega.[4]

ORCID

Onaxon A.Sattarova, <https://orcid.org/0009-0006-3263-4640>

Foydalanilgan adabiyotlar

- 1.Jordan, M. I., & Mitchell, T. M. (2015).Machine learning: Trends, perspectives, and prospects.Science, 349(6245), 255–260.
<https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>
- 2.Carleo, G., Cirac, I., Cranmer, K., et al. (2019).Machine learning and the physical sciences.Reviews of Modern Physics, 91(4), 045002.
<https://doi.org/10.1103/RevModPhys.91.045002>
- 3.Bishop, C. M. (2006).Pattern Recognition and Machine Learning.Springer.ISBN: 978-0-387-31073-2Link to book (Springer)
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-45528-0>
- 4.Racah, E., Beckham, C., Maharaj, T., et al. (2017).
ExtremeWeather: A large-scale climate dataset for semi-supervised detection, localization, and understanding of extreme weather events.
In Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS).
arXiv:1712.00429.<https://arxiv.org/abs/1712.00429>

SPEKTRAL USULLARGA ASOSLANGAN NUTQ SIGNALI PARAMETRLARNI HISOBLASH ALGORITMI

Faxriddin Abdirazakov

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent

axborot texnologiyalari universiteti, Kompyuter tizimlari kafedrası doktoranti

Email: faxriddinabdirazzoqov@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida nutq signallarida spektral usullar yordamida nutq signali parametrlarini aniqlash algoritmi ko'rib chiqilgan. Nutq signali qismlarga bo'linib, *FFT*- Tezkor Furiye Transformatsiyasi yordamida spektral o'zgaruvchilar — spektral o'rtacha, yoyilish, tekislik va oqim parametrlari hisoblanish orqali real va sun'iy nutq signallarida sinov o'tkazilib, shaxsni va soxta nutqni aniqlashda yuqori aniqlik erishildi. Tadqiqotda spektral tahlil texnikalarining akustik identifikatsiya va xavfsizlik sohalarida yaxshi samaradorligga erishiladi.

Kalit so'zlar: Nutqni qayta ishlash, spektral xususiyatlar, shaxsni aniqlash, sun'iy nutqni aniqlash, *FFT* tahlili.

Abstract. In this research, an algorithm for determining speech signal parameters using spectral methods is investigated. The speech signal is segmented, and spectral features — including spectral centroid, spread, flatness, and flux — are extracted using the Fast Fourier Transform (*FFT*). Experimental evaluations were conducted on both real and synthetic speech signals, achieving high accuracy in both speaker identification and spoofed speech detection. The study demonstrates the effectiveness of spectral analysis techniques in the fields of acoustic identification and security applications.

Keywords: Speech processing, spectral features, speaker identification, spoofed speech detection, FFT analysis.

Аннотация. В данном исследовании рассмотрен алгоритм определения параметров речевого сигнала с использованием спектральных методов. Речевой сигнал был разделён на фрагменты, и с помощью БПФ (Быстрого преобразования Фурье) были рассчитаны спектральные параметры — спектральный центр тяжести, разброс, равномерность и поток. Проведены испытания на реальных и синтетических речевых сигналах, в результате чего была достигнута высокая точность в идентификации личности и обнаружении поддельной речи. Исследование демонстрирует высокую эффективность спектрального анализа в задачах акустической идентификации и обеспечения безопасности.

Ключевые слова: Обработка речи, спектральные характеристики, идентификация говорящего, обнаружение синтетической речи, анализ БПФ.

Kirish. So‘nggi yillarda nutq signallarini avtomatik qayta ishlash va tahlil qilish sohalari, jumladan, shaxsni aniqlash va sun‘iy nutqni aniqlash vazifalari keng ko‘lamda tadqiq qilinmoqda. Nutq signalining murakkab va noaniq tabiati uni samarali tahlil qilish uchun kuchli xususiyatlar to‘plamini aniqlashni talab etadi. Ushbu maqsadga erishishda spektral usullar asosida parametrlarni hisoblash yondashuvi alohida ahamiyat kasb etib kelmoqda. Spektral tahlil orqali nutq signalining chastota domenidagi xususiyatlari, jumladan, energiyaning spektral taqsimoti, formantlar, spektral silliqlik va harmonik tarkibi aniqlanadi. Xususan, spektral o‘rtacha (centroid), spektral yoyilish (spread), spektral tekislik (flatness) va spektral oqim (flux) kabi ko‘rsatkichlar nutq signalining tavsiflovchi parametrlari sifatida foydalaniladi. Ushbu parametrlar nutq signalining real va sun‘iy namunalarini farqlashda hamda shaxsga oid ovoz xususiyatlarini aniqlashda samarali hisoblanadi. Nutqni spektral tahlil qilish uchun eng keng tarqalgan usul Fast Fourier Transform (FFT) bo‘lib, u signalning chastota komponentlarini tez va aniq tahlil qilish imkonini beradi. Spektral parametrlar real vaqt tizimlarida, akustik xavfsizlikda, shaxsni autentifikatsiya qilish va soxta nutqni aniqlashda keng qo‘llanilib kelinmoqda[1,2].

Uslub. Ushbu tadqiqotda nutq signalining spektral xususiyatlarini tahlil qilishga asoslangan algoritm taklif etiladi. Nutq signal oldindan yozilgan bo‘lib, bunda diskretizatsiya, yuqori chastotali komponentlarni kuchaytiruvchi pre-emphasis filtri qo‘llaniladi, so‘ngra signal freymlarga bo‘linib, har bir freymga Hamming oynasi tatbiq etiladi. Har bir freym uchun Fast Fourier Transform (FFT) hisoblanadi, natijada signalning chastota domenidagi energiya taqsimoti aniqlanadi.

Chastota domenidagi tahlil natijasida bir nechta muhim spektral parametrlar — spektral o‘rtacha (spectral centroid), spektral yoyilish (spectral spread), spektral tekislik (spectral flatness) va spektral oqim (spectral flux) aniqlanadi. Ushbu parametrlar signalning umumiy spektral shaklini tavsiflaydi va har bir nutq namunasi uchun o‘ziga xos xususiyatlar vektorini shakllantirish imkonini beradi[3,4].

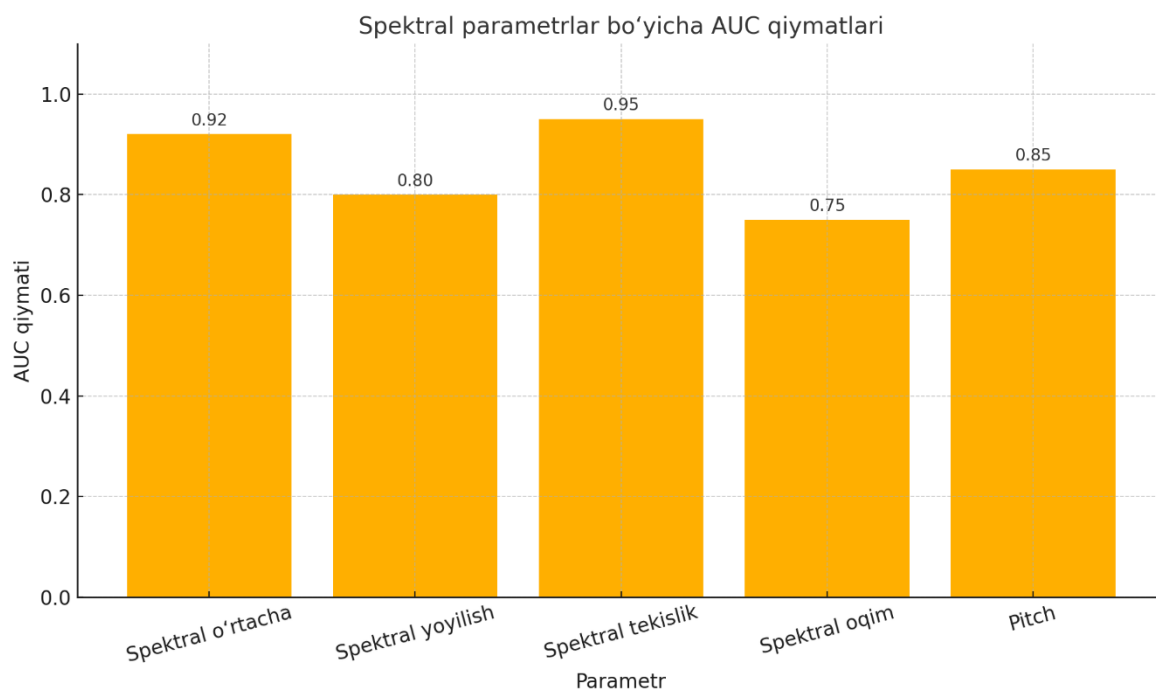
Taklif etilayotgan uslub real va sun‘iy nutq namunalarida parametrlarni hisoblash orqali shaxsni aniqlash va soxta nutqni aniqlash vazifalariga tatbiq qilinadi. Natijada, real va sun‘iy nutq o‘rtasidagi spektral xususiyatlar farqlari aniqlanadi. Mashina o‘rganish modellaridan, xususan Support Vector Machine (SVM) va Random Forest algoritmlaridan foydalanib, olingan parametrlar asosida klassifikatsiya amalga oshiriladi. Ushbu uslub chastota domenida yuqori sezuvchanlikka ega bo‘lib, nutq signalining strukturaviy va energetik xususiyatlarini chuqur tahlil qilish imkonini beradi[5,6]. Taqdim etilgan algoritm real vaqt tizimlarida, shaxsni autentifikatsiya qilish va sun‘iy nutqni aniqlash kabi akustik xavfsizlik ilovalarida samarali qo‘llanilishi mumkin[7].

Natijalar tahlili:

Ushbu tadqiqotda nutq signallarining spektral parametrlari (spektral o‘rtacha, spektral yoyilish, spektral tekislik, spektral oqim va pitch) asosida real va sun‘iy nutqni ajratish imkoniyatlari baholandi. Har bir parametr alohida tarzda o‘rganilib, tasniflash vazifalari uchun SVM modeli yordamida sinovdan o‘tkazildi va ROC Curve (Receiver Operating Characteristic) tahlili orqali farqlash samaradorligi baholandi.

Eksperimentlar uchun real nutq (VoxCeleb) va sun‘iy nutq (ASVspoof) namunalaridan iborat kichikroq to‘plamdan foydalanildi. Har bir parametr mustaqil olingan holda, uni SVM yordamida real

va sun'iy nutqni tasniflashdagi roli baholandi. Quyida har bir parametr uchun olingan AUC (Area Under the Curve) qiymatlari orqali shakllantirilgan baxolash grafigi keltirilgan(1-rasm). Grafikda spektral o'rtacha, spektral yoyilish, spektral tekislik, spektral oqim va pitch parametrlarining real va sun'iy nutqni ajratishdagi farqlash samaradorligi ko'rsatilgan. Eng yuqori AUC qiymatlari spektral tekislik va spektral o'rtacha parametrlariga to'g'ri keladi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, spektral tekislik va spektral o'rtacha parametrlari real va sun'iy nutqni ajratishda eng yuqori farqlash quvvatiga ega. Spektral tekislik parametri uchun ROC Curve ostidagi maydon (AUC) 0.95 ni tashkil etdi, bu parametr sun'iy nutqdagi spektral shovqinlilik va struktura yetishmasligini samarali aks ettirganini ko'rsatadi.



1-rasm. Spektral parametrlar bo'yicha AUC qiymatlar taqqoslanishi.

Xulosa. Umuman olganda, eksperiment natijalari shuni ko'rsatadiki, spektral parametrlar nutq signalining akustik xususiyatlarini samarali tavsiflab, shaxsni aniqlash va sun'iy nutqni aniqlash tizimlarida yuqori sezuvchanlik va aniqlik ta'minlaydi. Spektral tekislik va spektral o'rtacha kabi parametrlar kombinatsiyasidan foydalanish orqali tizimning umumiy tasniflash samaradorligini yanada oshirish mumkin.

Adabiyotlar ro'yhati:

1. Nagrani, A., Chung, J.S. and Zisserman, A., 2020. VoxCeleb: Large-scale speaker verification in the wild. *Computer Speech & Language*, 60, p.101027.
2. Todisco, M., Delgado, H. and Evans, N., 2020. ASVspoof 2019: Future horizons in spoofed and fake audio detection. *Computer Speech & Language*, 63, p.101036.
3. Yadav, S., Nautiyal, V. and Murty, K.S.R., 2021. End-to-end spoofing detection with raw waveform CLDNNs. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 29, pp.3246-3258.
4. Zhang, C., Xie, L., Lei, Y., and Li, X., 2021. Multi-task learning for spoofed speech detection. *IEEE Signal Processing Letters*, 28, pp.1015-1019.
5. Sahidullah, M., Paul, S., and Evans, N., 2021. Self-supervised speaker verification with convolutional contrastive learning. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 29, pp.1929-1942.
6. Tak, H., Nautiyal, V., Yadav, S. and Murty, K.S.R., 2022. RawNet3: Advanced end-to-end deep neural network using raw waveforms for text-independent speaker verification. *Computer Speech & Language*, 75, p.101425.

7. Yu, Z., Wu, Z., Liu, J., and Meng, H., 2021. Deep spectral feature learning for noise-robust spoofed speech detection. IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 29, pp.2444-2456.

DON SAQLASH JARAYONLARIDA AI YORDAMIDA ISSIQLIK-NAMLIK MONITORINGI

Adizova Zuhro Ma'ruf qizi

tayanch doktorant, Buxoro davlat universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada don mahsulotlarini saqlash jarayonida yuz beruvchi issiqlik va namlik o'zgarishlarini matematik modellashtirish va sun'iy intellekt (AI) texnologiyalari asosida monitoring qilish masalasi yoritiladi. Jarayonni tahlil qilish uchun differensial tenglamalar asosida fizikaviy model ishlab chiqiladi hamda sonli algoritmlar orqali yechimlar olinadi. Sun'iy neyron tarmoqlar va mashinaviy o'rganish usullari yordamida real vaqtli ma'lumotlar asosida bashoratlash imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Taklif etilgan yondashuv don mahsulotlarini sifatli va xavfsiz saqlashga, ularning nobud bo'lishining oldini olishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: don mahsulotlari, issiqlik o'tkazuvchanlik, namlik tarqalishi, matematik modellashtirish, sun'iy intellekt, monitoring, bashoratlash, neyron tarmoqlar, sonli yechimlar.

Аннотация: В данной статье рассматривается задача мониторинга изменений температуры и влажности, происходящих в процессе хранения зерновых продуктов, с использованием математического моделирования и технологий искусственного интеллекта (ИИ). Для анализа процесса разрабатывается физическая модель на основе дифференциальных уравнений, а также получаются численные решения с помощью соответствующих алгоритмов. С применением искусственных нейронных сетей и методов машинного обучения изучаются возможности прогнозирования на основе данных в реальном времени. Предложенный подход направлен на обеспечение качественного и безопасного хранения зерна и предотвращение его порчи.

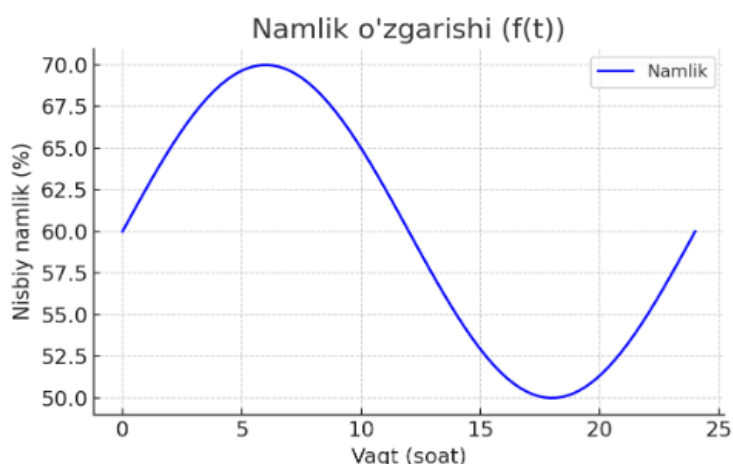
Ключевые слова: зерновые продукты, теплопроводность, распределение влаги, математическое моделирование, искусственный интеллект, мониторинг, прогнозирование, нейронные сети, численные методы.

Abstract: This paper addresses the issue of monitoring temperature and moisture variations during grain storage using mathematical modeling and artificial intelligence (AI) technologies. A physical model based on differential equations is developed to analyze the process, and numerical algorithms are used to obtain solutions. Artificial neural networks and machine learning methods are applied to explore real-time data forecasting capabilities. The proposed approach aims to ensure the quality and safety of grain storage and to prevent spoilage.

Keywords: grain products, thermal conductivity, moisture distribution, mathematical modeling, artificial intelligence, monitoring, forecasting, neural networks, numerical solutions.

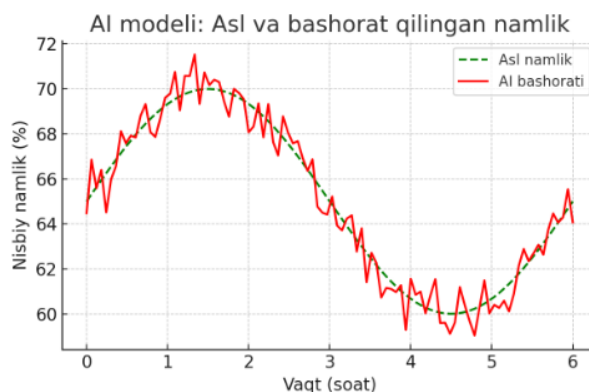
Kirish. Don mahsulotlarini uzoq muddat saqlashda issiqlik va namlik rejimini barqaror ushlab turish muhim ahamiyatga ega. Saqlash paytida havo aylanishi, tashqi harorat va havodagi namlik ombor ichida murakkab fizik jarayonlarga sabab bo'ladi [1]. Ushbu muhitdagi o'zgarishlarni modellashtirish va prognozlashda sun'iy intellekt yondashuvlari dolzarb yechim bo'lib xizmat qilmoqda [2].

Sonli yechim algoritmlari. Issiqlik va namlik tarqalishini aniqlashda Python muhitida tayyorlangan dasturiy ta'minot orqali vaqt va fazoviy o'zgaruvchilar bo'yicha hisob-kitoblar bajarildi [3,4]. Harorat va namlikning o'zgarish dinamikasi 24 soatlik davrda modellashtirildi.



1-rasm. Namlikning vaqt bo'yicha o'zgarishi.

Sun'iy intellekt yordamida monitoring. AI moduli sifatida LSTM (Long Short-Term Memory) neyron tarmog'i tanlandi [5]. Sensorlardan olinadigan real vaqtli ma'lumotlar asosida 6 soatlik bashorat ishlab chiqildi. Model bashorati asl o'lchovlar bilan taqqoslanib, aniqlik ko'rsatkichlari hisoblab chiqildi.



2-rasm. AI modeli orqali asl va bashorat qilingan namlik grafigi.

Model aniqligi quyidagicha:

- MSE (Mean Squared Error) ≈ 0.6
- RMSE (Root Mean Squared Error) ≈ 0.77

Xulosa. Taklif etilgan algoritmik va sun'iy intellektga asoslangan monitoring tizimi don saqlash omborlarida harorat va namlikni real vaqt rejimida nazorat qilishga, hamda bashorat asosida erta ogohlantirish tizimini yo'lga qo'yishga xizmat qiladi. Bu yondashuv mahsulot sifati va iqtisodiy samaradorlikni oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Власов, Л. А. Численные методы в теплофизике / Л. А. Власов. – Москва: Наука, 2016. – 288 с.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning / Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville. – MIT Press, 2016. – 775 p.
3. Холодов, А. С. Основы математического моделирования физико-технических процессов / А. С. Холодов. – М.: МГТУ им. Баумана, 2015. – 352 с.
4. Zhang, Q., Wu, W., Zhu, H. Predicting grain storage environment using LSTM neural networks // Computers and Electronics in Agriculture. – 2021. – Vol. 188. – P. 106301.
5. Абрамов, А. В. Искусственный интеллект: от нейронных сетей до глубокого обучения / А. В. Абрамов. – СПб.: Питер, 2020. – 416 с.

“AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI KASBIY FAOLIYATDA QO‘LLASH” FANINI O‘QITISHDA SUNIY INTELEKTAN FO‘YDALINISHTA PROMTLARNING O‘RNI

Saxanova Liza Jamixatovna

Ajiniyoz nomidagi NDPI assistent o‘qituvchisi

Annotatsiya: Mazkur maqolada pedagogik oliy ta‘lim muassasalarida “Axborot texnologiyalarini kasbiy faoliyatda qo‘llash” fanini o‘qitish jarayonida sun‘iy intellekt, xususan, neyron tarmoqlar va ularning asosiy tarkibiy qismi bo‘lgan promptlar (so‘rovlar)dan samarali foydalanish imkoniyatlari yoritilgan. Maqolada oliy ta‘lim tizimida axborot texnologiyalarini joriy etish zarurati, ta‘lim jarayonini axborotlashtirish, o‘qituvchining texnologik yondashuvini shakllantirish, sun‘iy intellektning ta‘limiy imkoniyatlari va prompt yozish tamoyillari haqida so‘z yuritiladi. Shuningdek, zamonaviy raqamli vositalar yordamida kasbiy tayyorgarlik sifatini oshirish va sun‘iy intellekt asosida ta‘limda yangi yondashuvlarni qo‘llash orqali o‘quvchilar faoliyatini innovatsion tarzda rivojlantirish usullari muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: sun‘iy intellekt, axborot texnologiyalari, prompt, neyron tarmoq, ta‘limda innovatsiyalar.

Аннотация: В данной статье рассматриваются возможности эффективного использования искусственного интеллекта, в частности, нейронных сетей и их ключевого элемента — промптов (запросов) в процессе преподавания дисциплины «Применение информационных технологий в профессиональной деятельности» в педагогических вузах. В статье освещается необходимость интеграции информационных технологий в систему высшего образования, информатизация учебного процесса, формирование технологического подхода у преподавателя, а также образовательные возможности искусственного интеллекта и принципы составления промптов. Кроме того, обсуждаются способы повышения качества профессиональной подготовки с использованием современных цифровых инструментов и внедрения инновационных подходов в обучении на основе ИИ для активизации учебной деятельности студентов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, информационные технологии, промпт, нейронная сеть, инновации в образовании.

Abstract. This article explores the effective use of artificial intelligence, particularly neural networks and their core component — prompts, in the teaching process of the subject "Application of Information Technologies in Professional Activities" in pedagogical higher education institutions. The paper highlights the necessity of integrating information technologies into the higher education system, the informatization of the learning process, the development of a technological approach by educators, as well as the educational potential of AI and the principles of prompt engineering. Furthermore, the article discusses methods for improving the quality of professional training through modern digital tools and implementing innovative approaches in education based on AI to foster students' engagement and development.

Keywords: artificial intelligence, information technology, prompt, neural network, educational innovation.

Oliy ta‘lim tizimini isloh qilishning dolzarb yo‘nalishlaridan biri oliy ta‘lim muassasasi ta‘lim jarayoniga axborot texnologiyalarini integratsiyalash hisoblanadi. Kasbiy tayyorgarlikni isloh qilish, o‘qitish jarayonining yangi modellarini yaratish o‘qituvchilar, oliy o‘quv yurtlari rahbarlari va davlat yong‘in xavfsizligi amaliy bo‘linmalarining bo‘lajak mutaxassisning kasbiy sifatlariga qo‘yladigan talablarga bo‘lgan qarashlaridagi jiddiy o‘zgarishlar bilan bog‘liq. Bugungi kunda oliy o‘quv yurtida olingan bilimlar emas, balki axborot muhitida tezda mo‘ljallanish qobiliyatini rivojlantirish, ishlab chiqarishning dolzarb ehtiyojlarini hamda o‘zgaruvchan iqtisodiy sharoitlar va mehnat bozorini qondirish uchun qayta qurish qobiliyati yuqori baholanmoqda. [2]. Shu munosabat bilan ta‘lim xizmatlari bozorida raqobatbardoshlik, innovatsion faoliyatni faollashtirish va kasbiy fanlarni

o'qitishda yangi yondashuvlarni qo'llash ilmiy-texnik salohiyatdan foydalanish samaradorligini oshirish va kasbiy ta'lim sifatini yaxshilash vazifalarini hal qilishning zarur shartidir. Innovatsiyalar ta'lim sifatini oshirish bilan bir qatorda yangi axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini, ixtisoslashtirilgan va masofaviy ta'limni joriy etishni nazarda tutadi. [2,3].

O'qitish texnologiyasi jarayoni pedagogik protseduralar, operatsiyalar va usullar ketma-ketligi bo'lib, ular birgalikda yaxlit didaktik tizimni tashkil etadi, uni pedagogik amaliyotda amalga oshirish kafolatlangan o'qitish maqsadlariga erishishga olib keladi va ta'lim oluvchi shaxsining yaxlit rivojlanishiga yordam beradi. O'qitish texnologiyasining natijasi ilmiy loyiha, tavsif yoki didaktik jarayon modeli bo'lib, uning takrorlanishi pedagogik harakatlarning muvaffaqiyatini kafolatlaydi. [1].

Oliy ta'lim muassasalarida kompyuter va multimedia texnikasining paydo bo'lishi bilan axborot texnologiyalari o'quv jarayonini texnologiyalashtirishning mustaqil yo'nalishi sifatida ajralib chiqdi. U yoki bu texnologiyani axborot texnologiyasiga kiritish mumkin bo'lgan asosiy mezon o'qituvchi tomonidan qo'llaniladigan o'qitish vositalari majmuidir.

Hozirgi vaqtda "Axborot texnologiyalari" atamasini talqin qilishda ikkita aniq ifodalangan yondashuvni ajratish odatiy holdir. [1]. Birinchi yondashuv doirasida axborot texnologiyasi ta'lim tizimiga joriy etilayotgan, bilim va g'oyalarni maqsadli yaratish, uzatish, saqlash va aks ettirishni eng kam xarajatlar bilan va ta'lim oluvchilarning bilish faoliyati qonuniyatlariga muvofiq ifodalovchi ma'lumotlarni qayta ishlashning prinsipial yangi vositalari va usullari majmuasidan foydalangan holda tashkil etilgan didaktik jarayon sifatida qaraladi. Ikkinchi yondashuv o'qitishning ma'lum bir texnik muhitini yaratishni nazarda tutadi, unda foydalaniladigan axborot vositalari asosiy o'rinni egallaydi. Shunday qilib, birinchi holatda texnologiya o'quv jarayoni sifatida, ikkinchisida esa o'quv jarayonida o'quv jarayonini axborotlashtirishni ta'minlaydigan maxsus dasturiy-texnik vositalardan foydalanish haqida so'z boradi [1]. Bunda ta'lim jarayonini axborotlashtirish deganda, ta'lim tizimlarini axborot mahsulotlari, vositalari va texnologiyalari bilan boyitish, mikroprotessor texnikasiga asoslangan axborot vositalarini, shuningdek, ushbu vositalarga asoslangan axborot mahsulotlari va pedagogik texnologiyalarni joriy etish bilan bog'liq ijtimoiy-pedagogik o'zgarishlar majmui tushuniladi.

Axborot texnologiyalari kasbiy yo'naltirilgan ta'lim texnologiyasi bilan uzviy bog'liq bo'lib, uning doirasida kursantlar va tinglovchilarda ularning kelajakdagi kasbiy faoliyati uchun muhim bo'lgan shaxsiy fazilatlarni, shuningdek, funksional vazifalarni bajarishni ta'minlaydigan bilim, ko'nikma va malakalarni shakllantirishni ta'minlaydigan texnologiyani tushunish kerak. Asosiy vazifa o'qituvchining zimmasiga yuklatiladi — bu o'quv jarayonining texnologik ko'rinishini, uning xususiyatlari va o'ziga xosliklarini o'qitilayotgan fan mazmuniga muvofiq ravishda shakllantirishdir.. O'qituvchi o'quv jarayoni loyihasining muallifi bo'ladi, uni amalga oshirish ta'lim oluvchilarda shaxsning muhim kasbiy fazilatlarini shakllantirish, ularni maqsadga muvofiq mehnat faoliyatiga tayyorlash imkonini beradi.

Neyrotarmoq - bu bosh miyaning neyron tarmog'i tamoyili asosida qurilgan sun'iy intellekt (SI). U bir-biri bilan bog'langan va bir-biriga ma'lumot uzatuvchi ko'plab protsessorlar (sun'iy neyronlar) dan iborat.

Neyron tarmog'ini yaratishda ishlab chiquvchilar mustahkamlash bilan mashinali o'rganish texnologiyasidan foydalanishdi. Dastur sinov va xatolar usuli bilan inson va/yoki muhit bilan aloqada bo'ldi. To'g'ri javoblar ma'qullandi, noto'g'ri javoblarga yomon baho qo'yildi va tuzatishlar kiritildi.

Ehtimol, siz ChatGPT yoki boshqa neyron tarmoq javoblarida yonma-yon "barmoqlar yuqoriga" va "barmoqlar pastga" belgilarini payqagandirsiz. Bu mustahkamlab o'qitish usullaridan biridir. Foydalanuvchi olingan javobni baholaydi va shu bilan dasturga topshiriqni bajara olgani yoki bajara olmaganini ko'rsatadi.

Neyron tarmog'iga ma'lumotlaringizni yuklashingiz mumkin. Sun'iy ong uni qayta ishlaydi va ma'lum bir natija beradi. Masalan, matn yaratish uchun asosiy tezlarni yoki "chizish" kerak bo'lgan rasmning parametrlari va tavsifini ko'rsatish mumkin.

Neyron tarmoqning javob berish sifati bevosita promptga bog'liq - keling, bu nima ekanligini va uni qanday to'g'ri tuzishni ko'rib chiqaylik.

Prompt (inglizcha "prompt" so'zidan olingan bo'lib, "ko'rsatma, so'rov" degan ma'noni anglatadi) - bu neyrotarmoq foydalanuvchisi tomonidan qo'yilgan savol yoki vazifadir. Siz uchun rasm yaratishni, mahsulot tavsifini qilishni, maqola tayyorlashni, ma'lumotlarni jadvalga to'plashni va boshqalarni so'rashingiz mumkin. Prompt qanchalik aniq va tushunarli bo'lsa, natija shuncha yaxshi bo'ladi.

Neyron tarmog'ining ishlashidan hafsalasi pir bo'lganlarning asosiy xatosi - bu tezkor ma'lumotlarni noto'g'ri tuzish. Tizim sizni bir og'iz gapdan tushunadi, deb umid qilmang. "Peyzaj chizish" vazifasini qo'yar ekansiz, yomg'irdan keyingi qo'ziqorin maydonchasidan tortib qishki o'rmongacha bo'lgan har qanday rasmni olishga tayyor bo'ling. Agar siz "Yoz manzarasini chizing, rasmda sokin ko'l, qayiq, daraxtlar va quyosh botishining dastlabki nurlari" so'rovini aniqlashtirsangiz, kerakli natijaga erishish imkoniyati bir necha barobar oshadi.

Prompt qanday tuziladi: umumiy tamoyillar

Prompt tuzishdan oldin qanday natijaga erishmoqchi ekanligingizni aniqlab oling va maksimal kirish parametrlarini to'plang. Agar sizga matn kerak bo'lsa, uning rejasini tuzing, o'xshash materiallarni toping, asosiy tezislarni tayyorlang. Agar rasm kerak bo'lsa, rasm qanday uslubda va ranglarda bo'lishi kerakligini va unda nimani tasvirlash kerakligini o'ylab ko'ring.

Samarali prompt yaratish tamoyillari Yaxshi prompt yozishning 3 ta asosiy tamoyili:

1. So'rovni aniqlashtiring. Vazifani qanchalik aniq tasvirlasangiz, neyron tarmog'i uni shunchalik yaxshi uddalaydi. Tasavvur qiling, siz loyihangiz bilan tanish bo'lmagan odam uchun topshiriq tuzyapsiz. Barcha mayda-chuydalarni hisobga olishga harakat qiling: bu matn yoki rasm kim uchun bo'ladi, qanday vazifalarni bajaradi, nimani tasvirlash yoki tasvirlash kerak va qaysi uslubda.

2. Agar mumkin bo'lsa, aniq parametrlarni ko'rsating. Neyrotarmoq sizga qanday natija kerakligini bilmaydi - 1000 ta belgidan iborat kichik post yoki 10 000 ta belgidan iborat katta maqola. Xuddi shu narsa rasmlarga ham tegishli - ajrata olish qobiliyatidan tortib, fokus, yorug'lik va boshqalargacha bo'lgan barcha muhim parametrlarni hisobga oling.

3. Referenslarni ko'rsating. Neyron tarmoq o'rganishni biladi, shuning uchun unga sizga kerak bo'lgan narsalarning haqiqiy namunalarni ko'rsating va keyin undan ham shunday qilishni so'rang. Bu yondashuv mahsulot yoki suratlarining shablon tavsifi, skriptlar, qisqa postlar, uslublashtirilgan rasmlarni olish uchun juda yaxshi ishlaydi.

Asosiy tamoyillardan tashqari, neyron tarmoq bilan muloqotda quyidagi hayotiy maslahat iboralaridan foydalanishni tavsiya etamiz:

- **"Qadam-baqadam tasvirla."** Agar sizga biror jarayon yoki muammoni hal qilishning bosqichma-bosqich tavsifi kerak bo'lsa, mos keladi.

- **"Tasavvur qil, sen..."** Uch nuqta o'rniga istalgan narsani qo'yish mumkin. Masalan, siz neyron tarmog'idan o'zingizni kopirayter, dizayner, dasturchi, shifokor, oshpaz, rassom va hatto biror hayvon sifatida tasavvur qilishni so'rashingiz mumkin.

- **«bu stilda yoz/chiz».** Bu ibora ma'lum bir rassom, yozuvchi, shoir yoki boshqa mashhur shaxsning ijodiy uslubidagi matn yoki rasmni olishga yordam beradi. Masalan, "Ayvazovskiy uslubida dengiz manzarasini chiz," "Mayakovskiy uslubida do'stlik haqida she'r yoz" deyish mumkin.

Xulosa

Pedagogik oliy ta'lim muassasalarida "Axborot texnologiyalarini kasbiy faoliyatda qo'llash" fanini o'qitishda sun'iy intellekt imkoniyatlaridan, xususan, neyron tarmoqlar va promptlardan foydalanish — ta'lim jarayonini innovatsion tarzda tashkil etish va o'quvchilarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishda muhim omil hisoblanadi. Maqolada ko'rib chiqilgan yondashuvlar nafaqat ta'lim sifatini oshirishga, balki o'qituvchilarning pedagogik texnologiyalarni samarali qo'llash ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Sun'iy intellektdan maqsadli va to'g'ri foydalanish zamonaviy o'quv jarayonini individuallashtirish, interaktiv va samarali qilish

imkonini beradi. Shu sababli, AI vositalaridan foydalanish o'qituvchilar va talabalarning yangi bilim olish metodlariga moslashuvchanligini oshiradi hamda raqamli transformatsiyalarga tayyorlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Образцов П.И., Косухин В.М. Дидактика высшей военной школы. Учебное пособие Орел: Академия Спецсвязи России, 2004. –317 с.
2. Вершинская О.Н. Информационно-коммуникационные технологии / О.Н. Вершинская. М.: Наука, 2007.
3. Гузеев В.В. Образовательные технологии XXI века: деятельность, ценности, успех / В.В. Гузеев. М.: Педагогический поиск, 2004.

VIDEOKUZATUV VOSITALARI ORQALI AUDITORIYA TA'LIM JARAYONINI AQLLI BAHOLASHNING INTEGRATSIYALASHGAN TIZIMINI YARATISH

Babajanov Elmurod S,

Nukus davlat texnika universiteti dotsenti.

Texnika fanlari doktori (DSc), Dotsent.

Kudaybergenov Tangirbergen.K.

Nukus davlat texnika universiteti magistranti.

Annotatsiya: Talabalarning sinf xatti-harakatini avtomatik aniqlash uchun chuqur o'rganish usullaridan foydalanish ularning darsdagi faolligini tahlil qilish va o'qitish samaradorligini oshirish uchun istiqbolli yondashuv hisoblanadi. Biroq, talabalar xatti-harakatlari bo'yicha ochiq manbali ma'lumotlar to'plamlarining yetishmasligi bu sohadagi tadqiqotchilar uchun muammo tug'diradi. Bu muammoni hal qilish maqsadida biz talabalar sinf xatti-harakatlari to'plamini ishlab chiqishni taklif qilamiz, u real hayotiy senariylarni aks ettiradi. Bizning ma'lumotlar to'plamimiz 1735 ta rasm va 5621 ta yorliqdan iborat bo'lib, 20 ta sinfdan iborat xatti-harakat va holatlarni qamrab oladi.

Kalit so'zlar: Sun'iy intellekt, mashinali o'qitish, videokuzatuv, faollik holati, YOLOv7, Kompyuterli ko'rish, ob'ektlarni aniqlash. Искусственный интеллект, машинное обучение, видеонаблюдение, активность, YOLOv7, компьютерное зрение, обнаружение объектов. Artificial intelligence, machine learning, video surveillance, activity, YOLOv7, computer vision, object detection.

Kirish: Dars jarayonida talaba va o'qituvchilarning xatti-harakatlarini chuqur o'rganish yordamida aniqlash, dars samaradorligini avtomatik ravishda tahlil qilish va ta'lim sifatini oshirishga xizmat qiladi [1]. Hozirgi kunda talaba va o'qituvchi xatti-harakatlari bo'yicha ochiq va yuqori sifatli ma'lumotlar to'plamlari etarli emas [2]. Zamonaviy ta'lim jarayonlarida sun'iy intellekt yordamida talabalarning faollik holatlarini ob'ektiv baholash muhim ahamiyat kasb etadi. Mavjud talabalar xatti-harakatlarini aniqlash algoritmlarini uch toifaga bo'lish mumkin: video-harakatlarni tanib olishga asoslangan [3], pozitsiyani aniqlashga asoslangan [4] va ob'ektlarni, ya'ni insonlar va turli jixozlarni identifikatsiya qilishga asoslangan [5]. Maqsadimiz YOLOv7 (You Only Look Once) [6] modelini asosiy vosita sifatida qo'llab, auditoriyadagi ishtirokchilarning faollik holatlarini aniqlash va baholashning integratsiyalashgan tizimini ishlab chiqish. YOLOv7 [7] modeli asosida talabalarning sinf xatti-harakatlarini aniqlash tizimi 1-rasmda aks ettirilgan.

Maqsad va vazifalar. Ilmiy ishning asosiy maqsadi – auditoriya videokuzatuv vositalari asosida ta'lim jarayoni ishtirokchilarining faollik holatlarini masofadan aqli baholashning integratsiyalashgan tizimini ishlab chiqish. Buning uchun quyidagi vazifalarni yechish lozim:

1. YOLOv7 va undan yuqori modellarning imkoniyatlarini o'rganish va ularning videoma'lumotlarga ishlov berish samaradorligini baholash.
2. Real dars jarayonidan video va foto ma'lumotlarni yig'ish, ob'ektlarni annotatsiyalash va modelni o'qitish.

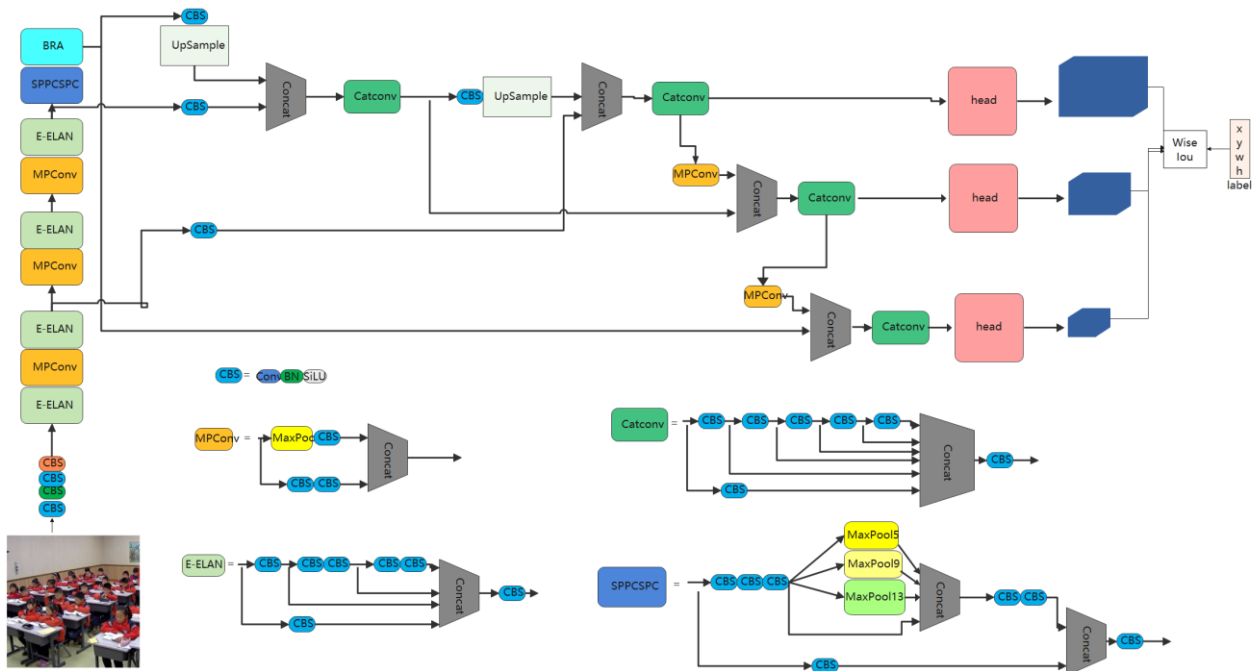
3. Talabalarining dars paytida xatti-harakatlari, xususan qo'l ko'tarish, o'qish, yozish, eslash, orqaga o'girilish, telefondan foydalanish, gaplashish, doskaga chiqish, turish, egilish, uxlash va partaga yotish kabi holatlarni aniqlash va shu harakatlarni baholash.

Usul va metodlar. Ishda quyidagi usullar va metodlar qo'llanilgan:

1. YOLOv7 va undan yuqori modellar imkoniyatlarini o'rganish: YOLOv7 – bu ob'ektlarni aniqlash (object detection) sohasida eng zamonaviy va tez ishlov beradigan modellardan biri. Uning afzalligi – baland aniqlik (precision) va tezlik (speed) bilan birga ishlashidir. Bu model auditoriyadagi ishtirokchilarning holatlarini (masalan, o'tirgan, turgan, qo'l ko'targan) aniqlash uchun ideal vosita hisoblanadi.

2. Videoma'lumotlarga ishlov berish: Videooqimlardan olinadigan kadrlar YOLOv7 modeli orqali ishlov beriladi. Model auditoriyadagi ishtirokchilarning pozitsiyasi, harakatlari va holatlarini aniqlaydi. Masalan, talabani qo'l ko'targani, yonidagi bilan gaplashgani yoki diqqatini yo'qotgani kabi harakatlarni aniqlash mumkin.

3. Mashina o'rganishi (Machine Learning) algoritmlari: YOLOv7 modelidan olinadigan ma'lumotlar asosida faollik ko'rsatkichlarini baholash uchun qo'shimcha mashina o'rganishi algoritmlari ishlatiladi. Bu algoritmlar ishtirokchilarning darsdagi faolligini baholash uchun statistik va analitik metodlardan foydalanadi.



1-rasm. Yaxshilangan YOLOv7 asosida talabalarining auditoriyadagi xatti-harakatlarini aniqlash tizimining ishlash jarayoni

Natijalar: Xulosa qilib aytgan holda, ushbu izlanish ta'limda talabalar va o'qituvchilar xatti-harakatlarini aniqlash sohasi rivojiga hissa qo'shadi. Ish natijasida YOLOv7 modeli asosida auditoriya videokuzatuv vositalari orqali ta'lim jarayoni ishtirokchilarining faollik holatlarini aniqlash va baholashning integratsiyalashgan tizimi ishlab chiqiladi. Ta'lim sohasida axborot texnologiyalarini qo'llash orqali auditoriyadagi talabalar va o'qituvchilar xatti-harakatlarini aniqlash muammolarini tadqiq qilinadi.

Adabiyotlar:

[1] Yang F. SCB-Dataset: A Dataset for Detecting Student Classroom Behavior. arXiv:2304.02488v6 [cs.CV] 4 Mar 2025.

[2] Yang F, Wang T, Wang X. Student Classroom Behavior Detection Based on YOLOv7+ BRA and Multi-model Fusion[C]//International Conference on Image and Graphics. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023: 41-52.

[3] HUANG Y, LIANG M, WANG X, et al. Multi-person classroom action recognition in classroom teaching videos based on deep spatiotemporal residual convolution neural network[J]. Journal of Computer Applications, 2022, 42(3): 736.

[4] He X, Yang F, Chen Z, et al. The recognition of student classroom behavior based on human skeleton and deep learning[J]. Mod. Educ. Technol, 2020, 30(11): 105-112.

[5] YAN Xing-ya, KUANG Ya-xi, BAI Guang-rui, LI Yue. Student classroom behavior recognition method based on deep learning[J]. Computer Engineering, doi: 10.19678/j.issn.1000-3428.0065369.

[6] Wang C Y, Bochkovskiy A, Liao H Y M. YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors[J]. arXiv preprint arXiv:2207.02696, 2022.

[7] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). "You only look once: Unified, real-time object detection". In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 779-788).

BRUTEFORCE HUUMLARINI AMALGA OSHIRISH UCHUN PAROL RO'YXATINI SAMARALI YARATISH IMKONINI BERUVCHI VEB-ILOVA ISHLAB CHIQISH

Temur Takhirovich Turdiyev,

Senior Lecturer, Department of Information Security,

Urgench Branch of Tashkent University of

Information Technologies named after Muhammad Al-Khwarizmi,

temurbek199002@gmail.com

Nematjon Raximberganovich Otaxonov,

Student, Computer engineer,

Urgench Branch of Tashkent University of

Information Technologies named after Muhammad Al-Khwarizmi,

otaxonovnematjon@gmail.com

ANNOTATSIYA

Zamonaviy raqamli muhitda parol asosidagi autentifikatsiya tizimlari axborot xavfsizligining asosiy elementlaridan biridir, biroq bruteforce hujumlari tufayli ularning zaifliklari doimiy xavf ostida. Ushbu maqolada foydalanuvchi sozlamalariga moslashtirilgan parol ro'yxatlarini samarali generatsiya qiluvchi veb-ilovaning ishlab chiqilishi taqdim etiladi. Python, Flask va SQLite texnologiyalariga asoslangan ilova masklar, kombinatsiyalar va so'z bazasi usullarini birlashtirib, ochiq manbali vositalar bilan mos .txt va .csv formatida ro'yxatlar eksport qiladi. Xavfsizlikni ta'minlash uchun autentifikatsiya, AES-256 shifrlash va kirishlarni tekshirish qo'llaniladi. O'zbekiston kontekstiga moslashtirilgan ilova mahalliy so'zlar va qoidalarni hisobga oladi. Sinov natijalari ilovaning kiberxavfsizlik testlari va ta'lim jarayonlarida samaradorligini tasdiqladi. Doimiy yangilanishlar va foydalanuvchi treninglari ilovaning kiberxatarlarga qarshi barqarorligini oshiradi.

Kalit so'zlar: veb-ilova, bruteforce hujumlari, parol ro'yxati, Python, Flask, axborot xavfsizligi, O'zbekiston konteksti, shifrlash.

ABSTRACT

In the modern digital landscape, password-based authentication systems are a cornerstone of information security, yet they remain vulnerable to bruteforce attacks. This article presents the development of a web application designed to efficiently generate customized password lists for cybersecurity testing. Built using Python, Flask, and SQLite technologies, the application integrates mask-based, combinatorial, and wordlist-based methods, exporting lists in .txt and .csv formats compatible with open-source tools. Security measures include authentication, AES-256 encryption, and input validation. Tailored to Uzbekistan's context, the application incorporates local words and rules. Testing results confirm its effectiveness in cybersecurity testing and educational settings. Regular updates and user training enhance its resilience against cyber threats.

Keywords: web application, bruteforce attacks, password list, Python, Flask, information security, Uzbekistan context, encryption.

Kirish

Parollar axborot xavfsizligi tizimlarining asosiy komponenti bo'lib, shaxsiy ma'lumotlar, moliyaviy hisoblar va korporativ tarmoqlarni himoya qilishda muhim rol o'ynaydi [1]. O'zbekistonda bank tizimlari, elektron hukumat xizmatlari va mahalliy platformalar kabi raqamli infratuzilmalarning rivojlanishi parol xavfsizligiga bo'lgan ehtiyojni yanada oshirdi [7]. Biroq, zaif parollar va bruteforce hujumlari tufayli tizimlarning xavfsizligi xavf ostida qolmoqda [3]. An'anaviy parol ro'yxatlari statik bo'lib, ko'pincha mahalliy kontekstga mos kelmaydi, bu esa ularning samaradorligini pasaytiradi [4].

Zamonaviy veb-texnologiyalar moslashtirilgan va dinamik parol ro'yxatlarini yaratish orqali bu muammoni hal qilish imkonini beradi [2]. Ushbu maqolada "PasswordGen" nomli veb-ilovaning ishlab chiqilishi tasvirlanadi, bu ilova foydalanuvchilarga O'zbekiston kontekstiga mos, kiberxavfsizlik testlari uchun samarali parol ro'yxatlarini generatsiya qilish imkonini beradi. Ilova shifrlash, autentifikatsiya va xavfsiz ma'lumotlar bazasi boshqaruvi kabi ilg'or xavfsizlik choralari o'z ichiga oladi [3]. Ish uch qismdan iborat: parol ro'yxatlari va bruteforce hujumlarining umumiy ko'rinishi, ilovaning texnik ishlab chiqilishi va xavfsizlik choralari, hamda uning samaradorligini baholash.

Parol ro'yxatlarining axborot xavfsizligidagi o'rni

Parol ro'yxatlari bruteforce hujumlarida tizimlarning zaifliklarini aniqlash uchun ishlatiladi [1]. O'zbekistonda bank xizmatlari, onlayn savdo platformalari va mahalliy tarmoqlar kabi tizimlarning xavfsizligini sinashda bunday ro'yxatlar muhim ahamiyatga ega [7]. Biroq, umumiy ro'yxatlar ko'pincha o'zbek tilidagi so'zlar, mahalliy ismlar yoki madaniy kontekstni hisobga olmaydi, bu esa ularning samaradorligini cheklaydi. Moslashtirilgan ro'yxatlar yaratish orqali tizimlarning xavfsizligini sinash samaradorligini oshirish mumkin [4].

Veb-ilovalar parol ro'yxatlari generatsiyasida

Veb-ilovalar foydalanuvchilarga moslashuvchan, real vaqt rejimida ishlaydigan va foydalanish uchun qulay yechimlarni taqdim etadi [2]. Statik ro'yxatlardan farqli o'laroq, veb-ilovalar foydalanuvchi sozlamalariga asoslangan dinamik ro'yxatlar generatsiya qilishi mumkin. "PasswordGen" ilovasi foydalanuvchilarga parol uzunligi, belgilar to'plami va maxsus qoidalarni sozlash imkonini beradi, shuningdek, ochiq manbali vositalar bilan integratsiyani qo'llab-quvvatlaydi [8]. Xavfsizlik ilovaning asosiy jihati bo'lib, u shifrlash, autentifikatsiya va ma'lumotlar integratsiyasini ta'minlaydi [3].

Mavjud yechimlar bilan taqqoslash

Hashcat, John the Ripper va Crunch kabi vositalar parol ro'yxatlarini generatsiya qilishda ishlatiladi, lekin ularning ko'pchiligi foydalanuvchi uchun qulay interfeysga ega emas va mahalliy kontekstni qo'llab-quvvatlamaydi [9]. Masalan, Crunch moslashuvchan masklar yaratish imkonini beradi, lekin u faqat buyruqlar satri orqali ishlaydi [10]. "PasswordGen" esa veb-interfeys, mahalliy tilni qo'llab-quvvatlash va xavfsiz saqlashni taklif etadi. Quyidagi jadvalda ilova mavjud yechimlar bilan taqqoslanadi:

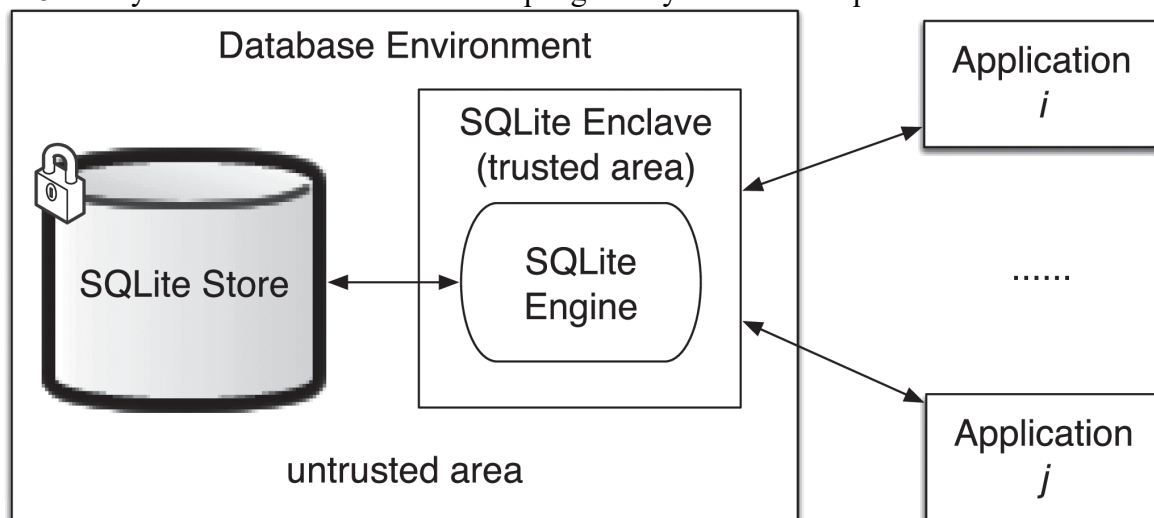
Jadval 1. Ilova va boshqa yechimlarning taqqoslanishi

Xususiyat	Hashcat	John the Ripper	Crunch	PasswordGen
Real vaqt rejimida generatsiya	Ha	Ha	Ha	Ha
O'zbek tili qo'llab-quvvatlash	Yo'q	Yo'q	Yo'q	Ha
Foydalanuvchi interfeysi	Yo'q	Yo'q	Yo'q	Ha
Shifrlash	Ha	Ha	Yo'q	Ha
Mahalliy kontekst	Yo'q	Yo'q	Yo'q	Ha

Ilova arxitekturasi va xususiyatlari

“PasswordGen” veb-ilovasi foydalanuvchilar va administratorlar uchun qulay tajriba taqdim etish uchun ishlab chiqilgan. Python va Flask yordamida yaratilgan ilova SQLite ma’lumotlar bazasi bilan integratsiyalashgan [2]. Ilova quyidagi asosiy bo’limlardan iborat:

1. **Bosh sahifa:** Foydalanuvchilarni kutib oladi va sozlash imkoniyatlarini taqdim etadi.
2. **Generatsiya:** Foydalanuvchilar parol uzunligi, belgilar va qoidalarni tanlaydi.
3. **Eksport:** Ro’yxatlarni .txt va .csv formatida yuklab olish imkoniyati.
4. **Profil:** Foydalanuvchi sozlamalari va saqlangan ro’yxatlarni boshqarish.



Rasm 1. Ilovaning SQLite bilan integratsiyalashgan soddalashtirilgan tuzilishi.

Xavfsizlik choralari

Xavfsizlik ilovaning asosiy ustunlaridan biridir. Quyidagi choralar qo’llaniladi:

Autentifikatsiya

- **Usul:** Flask-login bilan email/parol asosidagi autentifikatsiya [8].
- **Afzalliklari:** Ruxsatsiz kirishni oldini oladi; admin imtiyozlarini qo’llab-quvvatlaydi.
- **Amalga oshirish:** Foydalanuvchilar noyob email va parol bilan ro’yxatdan o’tadi.

Shifrlash

- **Simmetrik shifrlash:** SQLite’da saqlanadigan ma’lumotlar uchun AES-256 ishlatiladi [3].
- **Maqsad:** Generatsiya qilingan ro’yxatlar va foydalanuvchi ma’lumotlarini himoya qilish.

Ma’lumotlar bazasi xavfsizligi

Qoidalar: Faqat autentifikatsiya qilingan foydalanuvchilar ma’lumotlarga kirishi mumkin [6].

Misol qoida (json code):

```
{
  "rules": {
    "wordlists": {
      ".read": "auth != null",
      ".write": "auth != null && root.child('admins').child(auth.uid).exists()"
    }
  }
}
```

Natija: Faqat autentifikatsiya qilingan foydalanuvchilar ro’yxatlarni o’qishi, adminlar esa yangi ro’yxat yozishi mumkin.

Kirishlarni tekshirish

• **Usul:** Foydalanuvchi kiritgan ma’lumotlarni tozalash, SQL injeksiya hujumlarini oldini olish [6].

- **Foydasi:** Ilovaning barqarorligi va xavfsizligini ta’minlaydi.

Ishlab chiqish vositalari

- **Python va Flask:** Ilova logikasi va backend uchun [2].

- **SQLite:** Ma'lumotlar bazasi boshqaruvi [2].
- **HTML, CSS, JavaScript:** Foydalanuvchi interfeysi uchun [8].
- **Bootstrap:** Material Design tamoyillariga asoslangan dizayn [8].
- **Qo'shimcha xavfsizlik amaliyotlari**
- **Doimiy yangilanishlar:** Flask va SQLite bog'liqliklaridagi zaifliklarni tuzatish [6].
- **Foydalanuvchi treninglari:** Ilova ichidagi maslahatlar orqali xavfsiz parol yaratish bo'yicha ko'rsatmalar [5].
- **Kirish validatsiyasi:** Injektsiya hujumlarini oldini olish uchun ma'lumotlarni sanitariya qilish [6].

Baholash va kelajakdagi yo'nalishlar

Sinov va natijalar

Ilova funksional, xavfsizlik va foydalanish qulayligi bo'yicha sinovdan o'tkazildi:

- **Funksional sinov:** Ro'yxat generatsiyasi, eksport va interfeys funksiyalari tekshirildi [5].
- **Xavfsizlik sinovi:** SQL injeksiya va ruxsatsiz kirish hujumlariga qarshi sinovlar muvaffaqiyatli o'tdi [6].
- **Foydalanish sinovi:** Urganch shahridagi 10 nafar foydalanuvchi ishtirokida o'tkazilib, 85% qoniqish darajasi qayd etildi [5]. Natijalar ilovaning O'zbekiston kontekstida samarali ishlashini va foydalanuvchilar uchun qulay ekanligini ko'rsatdi [4].

Proaktiv moslashuv

Veb-texnologiyalarning rivojlanishi, masalan, bulutli hisoblash va AI integratsiyasi yangi xavfsizlik muammolarini keltirib chiqaradi [9]. Kelajakdagi takomillashtirishlar quyidagilarni o'z ichiga olishi mumkin:

- **AI integratsiyasi:** Parol taxmin qilishni yaxshilash uchun mashinaviy o'rganish [9].
- **Bulutli joylashtirish:** Kengaytirilgan resurslardan foydalanish [9].
- **Post-kvant shifrlash:** Kelajakdagi kriptografik tahdidlarga tayyorgarlik [10].

Xulosa

"PasswordGen" veb-ilovasi zamonaviy veb-texnologiyalar va xavfsizlik choralari birlashtirib, bruteforce hujumlari uchun samarali parol ro'yxatlarini generatsiya qilish imkonini beradi [2]. Shifrlash, autentifikatsiya va xavfsiz ma'lumotlar bazasi boshqaruvi orqali foydalanuvchi ma'lumotlari himoya qilinadi [3]. O'zbekiston kontekstiga moslashuvi va ochiq manbali vositalar bilan mosligi ilovani kiberxavfsizlik mutaxassislari va ta'lim muassasalari uchun qimmatli vosita qiladi [4]. Sinov natijalari ilovaning yuqori samaradorligini tasdiqladi, kelajakda esa yanada rivojlantirish imkoniyatlari mavjud [5].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Stallings, W. (2017). *Cryptography and Network Security: Principles and Practice* (7th ed.). Pearson.
2. Flask Documentation. (2023). *Flask: A Python Microframework*.
3. Daemen, J., & Rijmen, V. (2013). *The Design of Rijndael: AES - The Advanced Encryption Standard*. Springer.
4. Turdiyev, T. T. (2022). *Axborot xavfsizligi asoslari*. Urganch: TUIT Urganch filiali nashriyoti.
5. Turdiyev, T. T., & Otaxonov, N. R. (2024). *PasswordGen: O'zbekiston kontekstida parol ro'yxatlari generatsiyasi*. Kiberxavfsizlik bo'yicha xalqaro konferensiya materiallari, Tashkent, 123-130.
6. OWASP Foundation. (2021). *OWASP Top Ten: Web Application Security Risks*.
7. O'zbekiston Respublikasi Axborot Texnologiyalari va Kommunikatsiyalarini Rivojlantirish Vazirligi. (2023). *Raqamli O'zbekiston-2030 strategiyasi*. Tashkent.

8. Flask-Login Documentation. (2023). *Flask-Login: User Session Management*.
9. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
10. Bernstein, D. J., & Lange, T. (2017). *Post-Quantum Cryptography*. Springer.

RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR VA SUN'IY INTELLEKTNING AHAMIYATI

Ozoda Sabirova Shermamaxamatovna

*texnika fanlari bo'yicha PhD, Namangan
davlat texnika universiteti,*

"Informatsion texnologiyalari" kafedrası katta o'qituvchi.

(ozoda-sabirova@mail.ru) [Tel:932663784](tel:932663784)

Annotatsiya: Ushbu maqolada zamonaviy jamiyatda raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt (SI)ning iqtisodiy, ijtimoiy va madaniy sohalaridagi o'rni va rivojlanish jarayonlari tahlil qilindi. Maqolada raqamli texnologiyalar va SI ning tarixiy rivojlanish bosqichlari, ularning jamiyatdagi ahamiyati, biznes, sog'liqni saqlash, ta'lim va madaniyat sohalaridagi o'zgarishlarga ta'siri ko'rib chiqildi.

Kalit so'zlar: raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt, iqtisodiyot, sog'liqni saqlash, ta'lim, biznes, ijtimoiy o'zgarishlar, katta ma'lumot (Big Data), bulutli hisoblash, chuqur o'rganish, telemeditsina, raqamli transformatsiya, innovatsiyalar, internet, onlayn xizmatlar, avtomatlashtirish, kommunikatsiya texnologiyalari.

Аннотация. В данной статье проанализированы роль и процессы развития цифровых технологий и искусственного интеллекта (ИИ) в экономической, социальной и культурной сферах современного общества. В статье рассмотрены этапы исторического развития цифровых технологий и ИС, их значение в обществе, влияние на изменения в бизнесе, здравоохранении, образовании и культуре.

Ключевые слова: цифровые технологии, искусственный интеллект, экономика, здравоохранение, образование, бизнес, социальные изменения, большие данные (Big Data), облачные вычисления, глубокое обучение, телемедицина, цифровая трансформация, инновации, интернет, онлайн-сервисы, автоматизация, коммуникационные технологии.

Abstract. This article analyzes the role and development processes of digital technologies and artificial intelligence (AI) in modern society in the economic, social and cultural spheres. The article examines the historical stages of development of digital technologies and AI, their importance in society, and their impact on changes in the fields of business, healthcare, education and culture.

Keywords: digital technologies, artificial intelligence, economy, healthcare, education, business, social change, big data, cloud computing, deep learning, telemedicine, digital transformation, innovation, internet, online services, automation, communication technologies.

Zamonaviy dunyo raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt (SI) sohalaridagi inqilobiy o'zgarishlar bilan yuzlashmoqda. Ular butun jamiyat, iqtisodiyot, ilm-fan va kundalik hayotni tubdan o'zgartirib yubormoqda. Yangi texnologiyalarning paydo bo'lishi va SI tizimlarining rivojlanishi insoniyatga yangi imkoniyatlar yaratish bilan birga, turli xil qiyinchiliklarni ham keltirib chiqarmoqda. Shu sababli, raqamli texnologiyalar va SI ning ahamiyatini to'g'ri tushunish va ularni samarali qo'llash ham davlatlar, ham tashkilotlar, ham jismoniy shaxslar uchun zarurdir.

Raqamli texnologiyalar va ularning rivojlanish tarixi Raqamli texnologiyalar - bu ma'lumotlarni raqamli (ya'ni, 0 va 1) shaklida saqlash, uzatish va qayta ishlash jarayonlariga asoslangan texnologiyalarni ifodalaydi. Raqamli inqilobning bosqichlari elektron hisoblash mashinalarining paydo bo'lishi, internetning tarqalishi, bulutli texnologiyalar va katta ma'lumot (Big Data) sohalarining rivojlanishi bilan bog'liq. Har bir yangi bosqich o'zining yangi imkoniyatlarini taqdim etdi va global miqyosda iqtisodiy, ijtimoiy va madaniy o'zgarishlarga olib keldi. 1980-1990-yillarda kompyuterlarning rivojlanishi va internetning keng tarqalishi raqamli texnologiyalarning kundalik hayotga kirib kelishiga sabab bo'ldi. 2000-yillardan boshlab, mobil telefonlar, smartfonlar

va tarmoqlar orasidagi bog'lanish yanada kuchayib, yangi platformalar va xizmatlar paydo bo'ldi. Bugungi kunda raqamli texnologiyalar, ayniqsa bulutli hisoblash, IoT (Internet of Things), va blokcheyn kabi texnologiyalar jamiyatni yanada tezkor, samarali va interaktiv qilish imkonini bermoqda.

Sun'iy intellektning asoslari va rivojlanishi Sun'iy intellekt (SI) — bu kompyuterlar va tizimlarning inson kabi fikrlash, qarorlar qabul qilish va o'rganish qobiliyatini simulyatsiya qilishga qaratilgan soha. SI dastlab 1950- yillarda Alan Turing va boshqa olimlar tomonidan rivojlantirildi. Turingning "Turing testi" inson va mashina o'rtasidagi farqni aniqlashga qaratilgan konsepsiya SI rivojiga katta ta'sir ko'rsatdi. Bugungi kunda SI texnologiyalari necha yillar davomida kutilgan yuksak bosqichga yetdi. Mashinani o'rganish (Machine Learning), chuqur o'rganish (Deep Learning), tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing) va tasvirni tanib olish (Image Recognition) kabi usullar bilan sun'iy intellekt turli sohalarda faol qo'llanilmoqda. Ularning yordamida kompaniyalar va tashkilotlar ma'lumotlarni tezda tahlil qilib, aniq prognozlar berishlari, shuningdek, muammolarni samarali hal qilishlari mumkin [1].

Sun'iy intellekt bugungi kunda dunyodagi eng muhim texnologiyalardan biriga aylanib ulgirdi. O'tgan asrning boshlarida biz faqat filmlarda va turli xil ilmiyfantastik romanlarda ko'rishimiz mumkin bo'lgan sahnalarning aksariyati hayotimizga sun'iy intellektning kirib kelishi bilan haqiqatga aylanmoqda. BMT tomonidan keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, 2022-yilga kelib, dunyo bo'yicha yalpi ichki mahsulotning qariyb chorak qismi raqamli texnologiyalarga bog'liq bo'lib qolishi taxmin qilinayotgan hozirgi sharoitda bu yo'nalishdagi ishlarni jadallashtirish va rivojlantirishga alohida e'tibor qaratish eng to'g'ri strategik yo'nalish hisoblanadi. Bugungi kunda jahon amaliyotida Kanada, Singapur, Birlashgan Arab Amirliklari, Finlyandiya, Yaponiya, Xitoy, Italiya, Tunis, Buyuk Britaniya, AQSH, Shvetsiya, Meksika, Yevropa Ittifoqi, Keniya, Daniya, Fransiya, Avstraliya, Koreya Respublikasi, Hindiston va Germaniya kabi davlatlar sun'iy intellektni rivojlantirish strategiyalarini e'lon qilgan.

Raqamli texnologiyalar - bu axborotni yig'ish, saqlash, qayta ishlash va uzatishda foydalaniladigan barcha texnologiyalarni ifodalaydi. Ular asosan kompyuterlar, mobil qurilmalar, internet, ma'lumotlar bazalari va boshqa zamonaviy qurilmalar orqali boshqariladi.

Zamonaviy ishlab chiqarish tizimlari, raqamli texnologiyalar orqali avtomatlashtirilgan. Bu esa mahsulot ishlab chiqarish jarayonlarini yanada samarali va tejamkor qilish imkonini yaratdi. 3D bosib chiqarish, robototexnika va aqlli tizimlar ishlab chiqarishda keng qo'llanilmoqda [2].

Sun'iy intellekt va uning imkoniyatlari Sun'iy intellekt (SI) — bu insonning aqliy faoliyatlarini kompyuter tizimlari orqali taqlid qilishga qaratilgan texnologiyalar majmuasidir. SI tizimlari, ma'lumotlarga asoslangan qarorlar qabul qilish, insonni takrorlash va ma'lum vazifalarni avtomatik ravishda bajarish kabi imkoniyatlarga ega. Sun'iy intellektni ikki asosiy kategoriya bo'yicha tasniflash mumkin:

1. Kengaytirilgan (yoki mustahkamlangan) sun'iy intellekt: Bu tizimlar odamning aqliy qobiliyatlarini mukammal taqlid qilishga qaratilgan. Misol uchun, shifokorlar uchun tashxis qo'yish, huquqshunoslar uchun qonuniy maslahatlar taqdim etish yoki iqtisodchilar uchun moliyaviy tahlil qilishda foydalanilishi mumkin.

2. Maqsadga yo'naltirilgan sun'iy intellekt: Bu tizimlar ma'lum bir maqsadga erishish uchun maxsus yaratilgan. Masalan, avtomobillarni boshqarish uchun ishlab chiqilgan o'z-o'zini boshqaruvchi mashinalar yoki ishlab chiqarish jarayonini boshqarishdagi robotlar.

Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektning jamiyatdagi ahamiyati Sun'iy intellektning jamiyat va iqtisodiyotga ta'siri katta bo'lib, u bir qator sohalarda inqilobiy o'zgarishlarga olib kelmoqda:

➤ Iqtisodiyot va biznes sohasidagi o'zgarishlar Raqamli texnologiyalar va SI ning iqtisodiyotdagi o'rni juda katta. Raqamli transformatsiya, xususan, korxonalar va kompaniyalarga ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, xarajatlarni kamaytirish, mijozlarga xizmat ko'rsatishni yaxshilash va yangi bozorlarni zabt etish imkonini beradi. E-tijorat va onlayn xizmatlar orqali iqtisodiyotning yangi sektorlari rivojlanmoqda. Sun'iy intellekt yordamida kompaniyalar katta

ma'lumotlarni tahlil qilib, foydalanuvchilarning xohish-istaklarini aniqroq tushunib, ularga shaxsiylashtirilgan xizmatlar ko'rsatishlari mumkin.

➤ Sog'liqni saqlash tizimidagi o'zgarishlar Sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalar sog'liqni saqlash tizimlarini yanada samarali qilishga yordam bermoqda. Tibbiyotda sun'iy intellekt orqali kasalliklarni aniqlash, davolash usullarini personalizatsiya qilish va bemorlar haqidagi ma'lumotlarni tahlil qilish imkoniyatlari mavjud. Masalan, AI orqali yallig'lanish kasalliklarini erta aniqlash va operatsion jarayonlarni yaxshilash mumkin. Raqamli sog'liqni saqlash texnologiyalari, telemeditsina va masofaviy xizmatlar ham aholiga tibbiy yordamni tez va samarali yetkazish imkonini beradi.

➤ Ta'lim sohasida o'zgarishlar Raqamli texnologiyalar ta'lim sohasiga ham katta ta'sir ko'rsatdi. Masofaviy ta'lim, onlayn kurslar va o'rganishni avtomatlashtirish imkoniyatlari talabalar va o'qituvchilarga yangi o'qish metodlarini taqdim etdi. Sun'iy intellekt o'quvchilarning individual ehtiyojlariga moslashtirilgan ta'lim jarayonlarini yaratishga imkon beradi. Shu bilan birga, o'qituvchilar uchun avtomatik baholash tizimlari, to'g'ri o'quv materiallarini tanlashda yordam beradigan tizimlar mavjud.

➤ Jamiyat va madaniyatdagi o'zgarishlar Raqamli texnologiyalar va SI nafaqat iqtisodiy va texnologik, balki ijtimoiy va madaniy sohalarida ham o'zgarishlar keltirmoqda. Internet va ijtimoiy tarmoqlar orqali insonlar o'rtasida yangi kommunikatsiya shakllari paydo bo'lgan. Sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalar yordamida jamiyatda axborot almashish, o'zaro munosabatlar va madaniyatni rivojlantirish imkoniyatlari oshgan. Shu bilan birga, texnologiyalar ba'zi jamiyatlar va guruhlar orasida raqobatni kuchaytirishi, yangi tarmoqlarni yaratishi yoki ijtimoiy tengsizliklarni keltirib chiqarishi mumkin.

➤ Transport va logistika: O'z-o'zini boshqaruvchi avtomobillar va dronlar logistika sohasini tubdan o'zgartirishi mumkin. Bu texnologiyalar yo'lovchilarni va yuklarni yanada tez va xavfsiz tashish imkonini yaratadi.

➤ Ishlab chiqarish va sanoat: Sun'iy intellekt va robototexnika ishlab chiqarish jarayonlarini yanada samarali va xavfsiz qilish imkonini beradi. Bu texnologiyalar yordamida ishchilarni xavfsizligi oshiriladi, mahsulot sifatini nazorat qilish osonlashadi va ishlab chiqarishning umumiy samaradorligi oshadi [3].

Sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalarni jahon siyosatida qo'llash Jahon siyosatida raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektning roli ham ortib bormoqda. Ular davlatlar orasidagi raqobatni oshiradi, iqtisodiy mustahkamlikka erishishda yordam beradi va global xavfsizlik masalalarida muhim o'rin tutadi. Shu bilan birga, bu texnologiyalarni noto'g'ri ishlatish yoki davlatlar o'rtasida raqobatni keskinlashtirish xavfini keltirib chiqarishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektning rivojlanishi nafaqat ilmiy va texnologik sohalarida, balki kundalik hayotning barcha jabhalarida ham chuqur o'zgarishlarga olib kelmoqda. Ular biznesni yanada samarali qilish, tibbiyot va ta'limni rivojlantirish, jamiyatdagi kommunikatsiyalarni yaxshilash kabi ko'plab ijobiy o'zgarishlarni amalga oshiradi. Biroq, bu texnologiyalarni to'g'ri va ehtiyotkorlik bilan qo'llash hamda ularning salbiy ta'sirlarini kamaytirish dolzarb masala sifatida qolmoqda. Kelajakda bu texnologiyalar o'zining yangi imkoniyatlarini taqdim etib, insoniyatning yanada rivojlanishiga xizmat qilishi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson Education.
2. Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial Intelligence for the Real World. Harvard Business Review, 96(1), 108-116.
3. Shabbir, J., & Anwar, S. (2018). A Survey of Deep Learning Techniques for Natural Language Processing. IEEE Access, 6, 35851-35863.

MTCNN VA FACENET ASOSIDA YUZNI TANISH ORQALI TALABALAR DAVOMATINI MONITORING QILISH TIZIMI ARXITEKTURASI

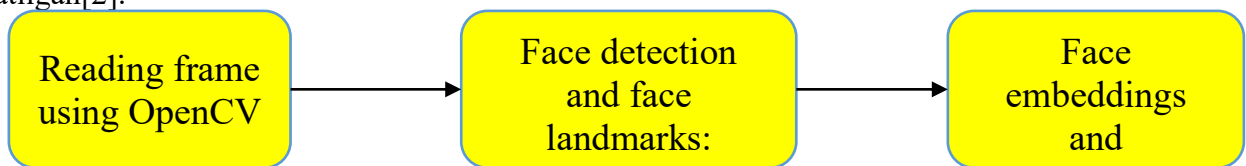
Fayziyev Muhriddin Bahriddin o'g'li
Buxoro davlat universiteti tayanch doktoranti

Ko'p vazifali konvolyutsion neyron tarmog'iga (MTCNN – Multi Task Convolutional Neural Network) asoslangan davomat tizimini ishlab chiqish jarayoni bir necha muhim bosqichlarga bo'lingan, jumladan, o'quv ma'lumotlar to'plamini olish, rasmlarni tayyorlash va MTCNNni o'qitish hamda oxirgisi taklif qilingan usulni sinab ko'rish uchun davomat tizimiga integratsiya qilish.

1. Talabalar ma'lumotlarini tayyorlash. Ushbu maqolada joriy qilingan tizim oliy ta'lim muassasasida sinovdan o'tkazildi va o'ndan ortiq talaba ushbu tadqiqotda ixtiyoriy ishtirok etdi. Barcha talabalar o'zlarining fotosuratlarini va ma'lumotlarini talabalar ma'lumotlar bazasiga saqlashdi, ular suratga olish paytida turli xil pozitsiyalarni egalladi. Bu kichik ma'lumotlar to'plamining umumiy soni 1030 ga yaqin. Natija 128-d o'rnatilgan vektorni qaytaradi $[-0,112, 0, 9312, \dots, n]$ va bu vektor tekshirish jarayoni sifatida ishlatiladi.

2. Ma'lumotlar to'plamini tayyorlash va o'qitish. MTCNN 3 ta alohida neyron tarmoqlardan iborat bo'lib, ularni birgalikda o'rgatib bo'lmaydi, mualliflar birinchi tarmoq sifatida P-Netni o'qitishdan boshlashga qaror qilishdi[1].

3. Yuzni tanib olish modelini ishlab chiqish. Ushbu model bir nechta muhim qadamlarni o'z ichiga oladi: ko'p vazifali konvolyutsion neyron tarmog'idan foydalangan holda yuzni aniqlash va yuz belgilari, yuzni joylashtirish va yuz tasnifini yaratish va quyidagi rasmda yuzni aniqlash modeli ko'rsatilgan[2].



1-chizma. Yuzni tanib olish modeli

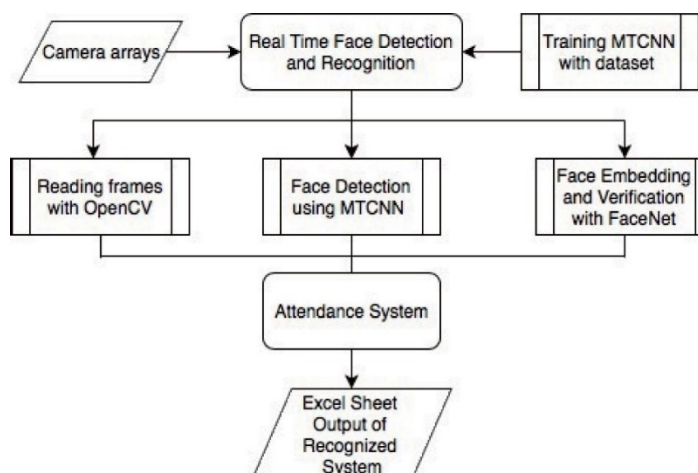
Yuzni aniqlash jarayonining birinchi bosqichi yuzni aniqlashdir. Yuzni aniqlash kompyuter ko'rish sohasida yaxshi o'rganilgan sohada taqdim etiladi. Yuzni tekislash ham katta qiziqish uyg'otadi. O'nlab yillar davomida olib borilgan izlanishlar natijasida ushbu vazifa uchun qo'llaniladigan ko'plab mashinani o'rganish algoritmlari mavjud. Yaqinda Chjan va boshqalar tomonidan ko'p vazifali o'rganishga ega bo'lgan konvolyutsion neyron tarmog'i (CNN) kaskadi ishlab chiqildi[3]. Ushbu usul yuzni aniqlash va diqqatga sazovor joylarni aniqlash uchun ishlatiladi.

Ko'p vazifali kaskadli konvolyutsion neyron tarmog'ida yuzni aniqlash va yuz belgisini yaratish uchun 3 bosqich mavjud.

1-qadam: Birinchi qadam P-Network (P-Net) deb ataladigan to'liq konvolyutsion tarmoq bo'lib, yuz pozitsiyalari va chegara qutisini bashorat qilish uchun ishlatiladi[4].

2-qadam: Ba'zan rasmda ramkaning yon tomoniga qaragan yuzning faqat bir qismi bo'lishi mumkin. Ikkinchi qadam bu ishni R-Net yordamida hal qilishdir. Har bir cheklovchi quti uchun ushbu tarmoq bir xil o'lchamdagi massivni yaratadi va piksel qiymatlarini (chegaralash qutisidagi rasm) yangi massivga ko'chiradi[5].

3-qadam: Uchinchi bosqich - FaceNet yordamida joylashtirish va tekshirish jarayoni. FaceNet algoritmi yuz tasvirini so'zlarni joylashtirishga o'xshash 128 o'lchovli Evklid maydoniga aylantiradi, shuningdek, ushbu model taqdim etilgan tasvir ma'lumotlar to'plamidagi o'xshashlik va farqlarni olish uchun uchlik yo'qotishga o'rgatilgan[6].



2-chizma. Yuzni tanish orqali davomatni aniqlash tizimi arxitekturası

Foydalanilgan adabiyotlar

1. K. Zhang, Z. Zhang, Z. Li and Y. Qiao, Joint face detection and alignment using multitask cascaded convolutional networks, IEEE Signal Processing Letters, vol.23, no.11, pp.1499-1503, 2016.
2. L. Lang and Y. Hong, The study of entrance guard & check on work attendance system based on face recognition, International Conference on Computer Science and Information Technology, 2018.
3. X. Tan, J. Liu and S. Chen, Sub-intrapersonal space analysis for face recognition, Neurocomputing, pp.1796-1801, 2006.
4. J. R. Price and T. F. Gee, Face recognition using direct, weighted linear discriminant analysis and modular subspaces, Pattern Recognition, vol.38, pp.209-219, 2005.
5. J. Yang, J.-Y. Yang and A. F. Frangi, Combined fisherfaces framework, Image and Vision Computing, vol.21, pp.1037-1044, 2003.
6. H. Hongo, Focus on attention for face and hand gesture recognition using multiple cameras, IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, 2009.

GENETIK ALGORITM ARXITEKTURASI VA ULARNI QO‘LLANILISHI.

M.T.To ‘xtasinov

Dotsent, texnika fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim

Namangan Davlat Texnika Universiteti

Doktorant X.N.Sadritdinov

(Namangan Davlat Texnika Universiteti)

(4-sho‘ba: Ilg‘or muhandislik maktablarida ilm-fan va ta‘limning rivojlanishi: mutaxassislar tayyorlashda

innovatsion pedagogik va axborot texnologiyalar;

email: sadritdinovnizomiddin@gmail.com)

Annotatsiya: Bu maqola, sun‘iy intellektning genetik algoritmlar yordamida qanday qo‘llanilishi va undagi muammolarni ilmiy jihatdan qanday hal qilinishi haqida ma‘lumot beradi. Maqolamizda kompyuterlar va sun‘iy intellekt sohasida keng qo‘llanilayotgan genetik algoritmlar arxitekturası va ularning ishlash prinsiplari haqida batafsil ma‘lumot beradi. Genetik algoritmlar o‘zining noyob xususiyatlari bilan ajralib turadi, jumladan ular faqat bitta yechim emas bir nechta “yaxshi” yechimlarni bera olishga yo‘naltirilgan. Maqolada, shuningdek, ushbu to‘rlarning turli sohalaridagi qo‘llanilishi, xususan, genetik algoritmlar asosan har xil turdagi optimallashtirish masalalarida qo‘llaniladi lekin boshqa amaliy sohalarida qo‘llanilishiga oid misollar ham keltirilgan

Kalit so'zlar: Sun'iy intellekt, genetik algoritmlar, evolyutsiya, robototexnika, optimallashtirish, populyatsiya, uyalar, baholash, evolyutsionar strategiyalar, fitness funksiya, algoritmlar turlari, genetik dasturlash.

Annotation: This article provides information on how artificial intelligence is applied using genetic algorithms and how to scientifically solve its problems. This article provides detailed information on the architecture and principles of operation of Hemming neural networks, which are widely used in the field of computers and artificial intelligence. Hemming neural networks are distinguished by their unique properties, including their ability to discriminate between familiar and unfamiliar information. The article also provides examples of applications of these networks in various fields, particularly in image recognition, data classification, and artificial intelligence systems.

Key words: Artificial intelligence, genetic algorithm, evolution, robotics, optimization, population, nests, evaluation, evolutionary strategies, fitness function, algorithm types, genetic programming.

Аннотация: В этой статье представлена информация о том, как применяется искусственный интеллект с использованием генетических алгоритмов и как научно решать его проблемы. В данной статье представлена подробная информация об архитектуре и принципах работы нейронных сетей Хемминга, которые широко используются в области компьютеров и искусственного интеллекта. Нейронные сети Хемминга отличаются своими уникальными свойствами, в том числе способностью различать знакомую и незнакомую информацию. В статье также приведены примеры применения этих сетей в различных областях, в частности в распознавании изображений, классификации данных и системах искусственного интеллекта.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, генетический алгоритм, эволюция, робототехника, оптимизация, популяция, гнезда, оценка, эволюционные стратегии, функция приспособленности, типы алгоритмов, генетическое программирование.

Evolutsiyani simulyatsiya modellashtirish bo'yicha birinchi ish 1954 yilda Nils Baricelli tomonidan Prinston universitetidagi Ilg'or tadqiqotlar institutida o'rnatilgan kompyuterda amalga oshirildi. Genetik algoritmlar, ayniqsa, Jon Gollandiyaning 70- yillar boshidagi ishi va uning "Tabiiy va sun'iy tizimlarga moslashish" kitobi (1975) tufayli mashhur bo'ldi. Genetik algoritmlar bo'yicha tadqiqotlar asosan 1980-yillarning o'rtalariga qadar, ya'ni Pitsburgda (AQSh) Genetik algoritmlar bo'yicha Birinchi Xalqaro konferentsiya bo'lib o'tgunga qadar, asosan nazariy bo'lib qoldi [1].

Arxitektura va Ishlash Prinsiplari

Genetik algoritmlarning asosiy prinsiplari quyidagilar:

Axborotni kodlash: Muammolarni hal qilish uchun bir yoki bir necha potensial yechimlarni ifodalovchi axborot kodlar tuziladi. Bu kodlar muammoga xos parametrlarni o'z ichiga oladi.

Samaradorlik funksiyasi: Har bir yechim uchun samaradorlik qiymati aniqlanadi. Bu funksiya, kodning neqoyadagidek yaxshi yechimni ta'minlash uchun problemga xos bir metrikadir. Masalan, bir problemda samaradorlik funksiyasi, yechimning maqsadga yetishish darajasi yoki xato darajasini o'lchash uchun foydalaniladi [2].

Seleksiya: Oqimda mavjud yechimlar orasidan eng yaxshi yechimlarni tanlash jarayoni. Bu tanlov odatda samaradorlik qiymatlari asosida bajariladi; ya'ni, samaradorlik qiymatlari ko'proq bo'lgan yechimlar ko'proq hal qilish uchun o'zgartiriladi.

O'tkazish: (Crossover): Tanlangan yechimlar o'zaro aylantiriladi, ya'ni ularning axborot kodlari kesiladi va birlashtiriladi. Bu jarayonning maqsadi, yuqori samaradorlikka ega bo'lgan yechimlarni birlashtirib yangi yechimlar generatsiyasini yaratishdir.

Mutatsiya: Yangi yechimlar generatsiyasini takomillashtirish uchun boshqa bir jarayon mutatsiyasi. Bu, kodlarning boshqa o'tkazishlari bo'ylab boshqarilishi, qo'shimcha bitta-bitta algoritmlar kiritilishi yoki kodlarning bir qismini almashtirishni o'z ichiga oladi. Mutatsiya, yangi yechimlar generatsiyasiga farqni qo'shadi va har tomondan yangi halqalar yaratishga imkon beradi.

Takrorlash: Yuqoridagi jarayonlarning bajarilishining so'nggi bosqichi hisoblanib ,yangi yechimlar yaratilgach takrorlanadi. Bu jarayon eng yaxshi yechilarni toppish uchun samaradorlik funksiyasiga qarab yechimlarni o'zgartirish va yangilashni o'z ichiga oladi.

Qo'llanilishi: Genetik algoritmlar quyidagi sohalarda qo'llaniladi.

Optimallashtirish: Genetik algoritmlar, xususiy parametrlarni optimallashtirish uchun foydalaniladi. Misol uchun, jadval yaratish, dizayn va otomobil komponentlarining optimallashtirish, maxsus tizimlarni tuzishda, uylar va ish joylarining tartibini optimallashtirishda foydalaniladi [3].

Yechimlash: Genetik algoritmlar, muammolarni yechishda yordam berishi mumkin. Masalan, buyurtmalar to'plamini yechish, jadval yaratish, grafiklar masalalarini yechish va boshqa optimallashtirish va yechish vazifalari uchun foydalaniladi.

Robotika: Robotlar va avtomatizatsiya sohasida, genetik algoritmlar bir qadam oldinroq tushishi mumkin. Masalan, robotlarning to'xtab turish algoritmlarini optimallashtirish, sayohatlar va turli xil mashinalar uchun ro'yxatlar tuzishda, oddiy va muammolarni yechishda foydalaniladi.

Ma'lumotlar analizi : Genetik algoritmlar, ma'lumotlar analizi va boshqa masalalar uchun muammolarni yechishda qo'llaniladi. Masalan, ma'lumotlar tahlili, ma'lumotlarni sinash, sinash va sinash tizimlarini optimallashtirish va ma'lumotlarni sinab ko'rishda foydalaniladi.

Mexanika: Mexanika sohasida, genetik algoritmlar mexanik tizimlarni optimallashtirish va qattiq muammolarni yechishda qo'llaniladi. Masalan, avtomobillarning o'zaro aloqalari va turli qatlamli strukturalar uchun muammolarni yechishda foydalaniladi.

Genetik algoritmlar, tabiiy tanlanish va genetika jarayonlaridan olingan optimallashtirish texnikalarining bir turidir. Sun'iy intellekt sohasida evolyutsiya jarayonini taqlid qilish orqali murakkab masalalarning optimal echimlarini topish uchun genetik algoritmlardan foydalaniladi. Bu yerda genetik algoritmlar va uning amaliy masalalari bilan bog'liq sun'iy intellekt fani haqida ba'zi ma'lumotlar [4]:

Genetik algoritm asoslari: genetik algoritmlar muammoning potentsial yechimlari populyatsiyasidan boshlab, keyin yangi avlod yechimlarini yaratish uchun tanlash, krossover va mutatsiya kabi evolyutsion operatorlardan foydalanish orqali ishlaydi. Keyinchalik bu nasl yechimlari muammoni qanchalik yaxshi hal qilishini o'lchaydigan fitnes funksiyasi asosida baholanadi. Avlodlar davomida genetik algoritm optimal yechim topilmaguncha yaxshiroq yechimlarni ishlab chiqishga qaratilgan [5].

Genetik algoritmlarning qo'llanilishi: genetik algoritmlar turli sohalarda, jumladan optimallashtirish, mashinani o'rganish, robototexnika va murakkab tizimlarda keng qo'llaniladi. Genetik algoritmlarning ba'zi keng tarqalgan ilovalari quyidagilarni o'z ichiga oladi:

Muhandislik sohasidagi optimallashtirish muammolari, masalan, optimal tuzilmalar yoki mashrutlarni loyihalash. AI tizimlarini yaratish yoki neyron tarmoqlarni optimallashtirish uchun evolyutsion hisoblash va genetik dasturlash. O'yin o'ynash strategiyalari va qaror qabul qilish jarayonlari. Moliyaviy savdo strategiyalari va portfelni optimallashtirish. Bioinformatika ketma-ketlikni moslashtirish va dori-darmonlarni topish uchun.

Genetik algoritmlarning afzalliklari: genetik algoritmlar murakkab masalalarni yechishda bir qancha afzalliklarga ega. Yechim maydonini o'rganish: genetik algoritmlar katta qidiruv maydonini samarali o'rganishi va eng maqbul yechimlarni topishi mumkin. Parallel ishlov berish: genetik algoritmlarni parallellashtirish mumkin, bu ularga bir vaqtning o'zida bir nechta baholashni amalga oshirish va optimallashtirish jarayonini tezlashtirish imkonini beradi. Barqarorlik: genetik algoritmlar shovqinga chidamli va murakkab, chiziqli bo'lmagan munosabatlar bilan bog'liq muammolarni hal qila oladi. Moslashuvchan: genetik algoritmlar parametrlarini dinamik ravishda sozlash orqali o'zgaruvchan muhit yoki maqsadlarga moslasha oladi [6].

Qiyinchiliklar va muammolar: samaradorligiga qaramay, genetik algoritmlar ham ba'zi qiyinchiliklar va cheklavlarga duch keladi: Erta konvergentsiya: agar to'g'ri sozlanmagan yoki qidiruv maydoni aldamchi bo'lsa, genetik algoritmlar suboptimal yechimlarga muddatidan oldin yaqinlashishi mumkin. Hisoblashning murakkabligi: genetik algoritmlar, ayniqsa, katta va yuqori o'lchamli qidiruv maydonlari bilan bog'liq muammolar uchun hisoblash qimmat bo'lishi mumkin. Parametrlarni sozlash: genetik algoritmlar ko'pincha yaxshi ko'rsatkichlarga erishish uchun

populyatsiya hajmi, mutatsiya tezligi va tanlash usullari kabi parametrlarni ehtiyotkorlik bilan sozlashni talab qiladi [7].

Cheklangan o'lvov: genetik algoritmlar juda katta optimallashtirish muammolariga qo'llanilganda, miqyoslash muammolari bilan kurashishi mumkin. Genetik algoritmlar keng ko'lamli ilovalarga ega sun'iy intellekt sohasida kuchli optimallashtirish usuli hisoblanadi. Genetik algoritmlarning prinsiplari va muammolarini tushunish, tadqiqotchilar va amaliyotchilarga ularni murakkab muammolarni hal qilish va turli sohalarda yechimlarni optimallashtirish uchun samarali qo'llashga yordam beradi [8].

XULOSA. Maqolada, sun'iy intellekt sohasidagi genetik algoritmi va uning qo'llaniladigan masalalari haqida tafsilotlar o'rganiladi. Maqolada, genetik algoritmlarning turlari, ularning xususiyatlari, asosiy bosqichlari, qo'llanilishi, afzalliklari va qiyinchiliklari, foydalanish sohasi va uning sun'iy intellektual masalalarni hal qilishdagi roli o'rganiladi. Genetik algoritmlar turli sohalarda, jumladan optimallashtirish, mashinani o'rganish, robototexnika, bioinformatika va boshqa sun'iy intellektual muammolarni yechishda kuchli vosita hisoblanadi. Maqola, genetik algoritmining sun'iy intellekt sohasidagi ahamiyati va ularning murakkab muammolarni yechishda kuchli vosita sifatida qanday foydalanishiga oid ma'lumotlar o'rganildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati

1. Goldberg, D. E. (1989). Genetik algoritmlar qidiruv, optimallashtirish va mashina o'rganishda. Addison-Wesley Professional.
2. Holland, J. H. (1975). Tabiiy va sun'iy tizimlarda moslashuv: Biologiyaga, nazoratga va sun'iy intellektga o'xshash vositalarni qo'llashga mo'ljallangan kirishiq tahlili. MIT nashriyoti.
3. Michalewicz, Z., & Fogel, D. B. (2004). Uni qanday hal qilish: Modern heuristikalar. Springer Science & Business Media.
4. Mitchell, M. (1998). Genetik algoritmlarga kirish. MIT nashriyoti.
5. McCulloch, W. S., & Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bulletin of Mathematical Biophysics, 5, 115-133.
6. Werbos, P. J. (1974). Beyond regression: New tools for prediction and analysis in the behavioral sciences. Ph.D. dissertation, Harvard University.
7. Mathew, TV, 2012. Genetik algoritmi. Hisobot Bombay IIT da taqdim etilgan.
8. Tabassum M, Metyu K, Optimallashtirish yechimlariga nisbatan genetik algoritmi tahlili, Xalqaro raqamli axborot va simsiz aloqalar jurnali (IJDIWC), 2014 yil 1 yanvar, 4(1), 124-42.

НЕЙРОН ТАРМОҚЛАР ЁРДАМИДА БУЙРАКДАГИ КИСТА ПАТОЛОГИЯСИНИ АНИҚЛАШ

Маматов Нарзулло Солидждонович

*“Рақамли технологиялар ва сунъий интеллект” кафедраси мудири, профессор
“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари”*

Миллий тадқиқот университети, Ўзбекистон

Жўраев Исломжон Абдужалилович

*“Рақамли технологиялар ва сунъий интеллект” кафедраси ассистенти
“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари”*

Миллий тадқиқот университети, Ўзбекистон

Аннотация. Ушбу тадқиқотда рентген тасвирларидан фойдаланиб буйракдаги киста касаллигини аниқлаш учун нейрон тармоқларга асосланган автоматлаштирилган модель ишлаб чиқилди. Моделнинг асосий мақсади рентген тасвирларида буйрак кисталарини аниқлаш ва уларни классификация қилиш эди. Моделнинг самарадорлиги анъанавий машинали ўрганиш алгоритмлари билан (SVM, Random Forest ва CNN) солиштирилганда юқори даражада ишлади. Олинган натижалар, нейрон тармоқлар асосидаги ёндашувлар рентген тасвирларида буйрак кисталарини аниқлашда самарали ва ишончли эканини кўрсатади.

Калит сўзлар: Буйрак киста, рентген тасвирлар, нейрон тармоқлар, конволюцион нейрон тармоқлар (CNN), сунъий интеллект, тиббий тасвирлар, классификация

Абстракт. В данном исследовании была разработана автоматизированная модель на основе нейронных сетей для выявления кистозного заболевания почек с использованием рентгеновских снимков. Основной целью модели было выявление кист почек на рентгеновских снимках и их классификация. Эффективность модели оказалась выше по сравнению с традиционными алгоритмами машинного обучения (SVM, Random Forest и CNN). Полученные результаты показывают, что подходы, основанные на нейронных сетях, эффективны и надежны при обнаружении кист почек на рентгеновских снимках.

Ключевые слова: Киста почки, рентгеновские снимки, нейронные сети, сверточные нейронные сети (CNN), искусственный интеллект, медицинские изображения, классификация

Abstract. In this study, an automated neural network-based model was developed to detect renal cysts using X-ray images. The main objective of the model was to detect and classify renal cysts in X-ray images. The model performed well compared to traditional machine learning algorithms (SVM, Random Forest, and CNN). The results show that neural network-based approaches are effective and reliable in detecting renal cysts in X-ray images.

Keywords: Renal cyst, X-ray images, neural networks, convolutional neural networks (CNN), artificial intelligence, medical images, classification

Сўнгги ўн йилликда тиббий диагностика соҳасида рақамли технологиялар жадал ривожланиб, сунъий интеллектга асосланган ёндашувлар тиббий тасвирларни таҳлил қилишда муҳим ўрин эгаллай бошлади. Айниқса, нейрон тармоқлар ва машинали ўрганиш усуллари кўплаб тиббий тасвирларда патологияларни аниқлашда инсон қобилиятига яқин, баъзи ҳолларда эса устун натижаларни кўрсатмоқда[1]. Бу технологиялар нафақат диагностика самарадорлигини ошириш, балки шифокорларнинг иш юкини камайтириш ва ташхис жараёнини автоматлаштириш имконини беради[2]. Буйрак кистаси — бу буйрак тўқималарида суюқлик билан тўлган халтача (киста) ҳосил бўлиши билан тавсифланадиган кенг тарқалган патология ҳисобланади. Киста кўпинча белгисиз ҳолда ривожланиб, клиник жиҳатдан сезиларли симптомларсиз кечиши мумкин. Шунинг учун ҳам унинг эрта босқичларда аниқланиши катта аҳамиятга эга. Анъанавий диагностика усуллари, жумладан, ультраовозли текширув (УЗИ), компьютер томографияси (КТ) ва магнит-резонанс томографияси (МРТ)

билан бир қаторда рентген тасвирларидан ҳам фойдаланилади[2]. Бироқ рентген тасвирларида кичик ёки мураккаб жойлашган кисталарни аниқлаш мутахассисдан юқори даражадаги малака ва диққатни талаб этади. Тасвирни таниб олиш ва классификация қилиш бўйича конволюцион нейрон тармоқлар (CNN) ни қўллаш орқали мазкур жараёни автоматлаштириш ва инсон хатоларини камайтириш мумкин[3]. Бундай тармоқлар тасвирдаги муҳим хусусиятларни аниқлаш, таҳлил қилиш ва патологияни классификация қилишда юқори аниқликни таъминлайди. Хусусан, рентген тасвирлари каби ноаниқ, паст контрастли маълумотлар устида ишлашда нейрон тармоқларнинг чуқур архитектуралари самарали ҳисобланади.

Ушбу ишда рентген тасвирларида буйракдаги киста касаллигини аниқлаш учун нейрон тармоқларга асосланган ёндашув таклиф этилади. Бунда маълумотларни тайёрлаш, моделни ўқитиш, текшириш ва баҳолаш каби босқичлар кенг ёритилади. Мақсад - сунъий интеллект технологиялари ёрдамида тезкор, аниқ ва ишончли ташхисни амалга ошира оладиган интеллектуал тизим ишлаб чиқишдир. Шу орқали тиббий диагностикада автоматлаштириш даражасини ошириш ва беморларга сифатли хизмат кўрсатиш имкони яратилади.

Ушбу тадқиқотда рентген тасвирларидан фойдаланган ҳолда буйракдаги киста касаллигини аниқлаш учун конволюцион нейрон тармоқларга асосланган автоматлаштирилган тизим яратилди. Методология тўрт асосий босқичдан иборат бўлди: **маълумотлар тўплаш ва тайёрлаш, модель архитектурасини танлаш ва ўқитиш, модельни баҳолаш**, ҳамда **натижаларни таҳлил қилиш**.

1. *Маълумотлар тўплаш ва тайёрлаш. Тадқиқотда аниқланган рентген тасвирлар тўпламидан фойдаланилди. Бу тасвирлар икки турга ажратилди:*

- **Позитив тасвирлар** – буйракда киста аниқланган ҳолатлар
- **Негатив тасвирлар** – соғлом буйраклар

Барча тасвирлар 512×512 пикселга масштабланиди ва уларнинг яроқлилигини таъминлаш учун олдиндан ишлов бериш амаллари бажарилди:

- **Кулрангга ўтказиш**[4]
- **Гаусс филтри** орқали шовқинни камайтириш[5]
- **Гистограмма тенглаштириш** орқали контрастни ошириш[6]
- **Аугментация**[7] (айлантириш, тескари қилиш, масштаблаш) орқали маълумотлар тўплами кенгайтирилди

2. *Нейрон тармоқ архитектураси*[8]. *Конволюцион нейрон тармоқ (CNN) асосида энгил ва самарали архитектура яратилди. Унинг асосий қисмлари қуйидагилардан иборат:*

- 3 та **Conv2D** қатлами (ReLU активлаштирувчи функцияси билан)
- **MaxPooling** қатламлари
- **Dropout** қатлами (ўрганишдаги ортиқча мослашишни олдини олиш учун)
- 2 та **Dense** қатлами ва **Softmax** чиқиш

Модель TensorFlow ва Keras муҳитида Python дастурлаш тилида ишлаб чиқилди. Оптимизатор сифатида **Adam** танланди, йўқотиш функцияси сифатида **categorical cross-entropy** қўлланилди.

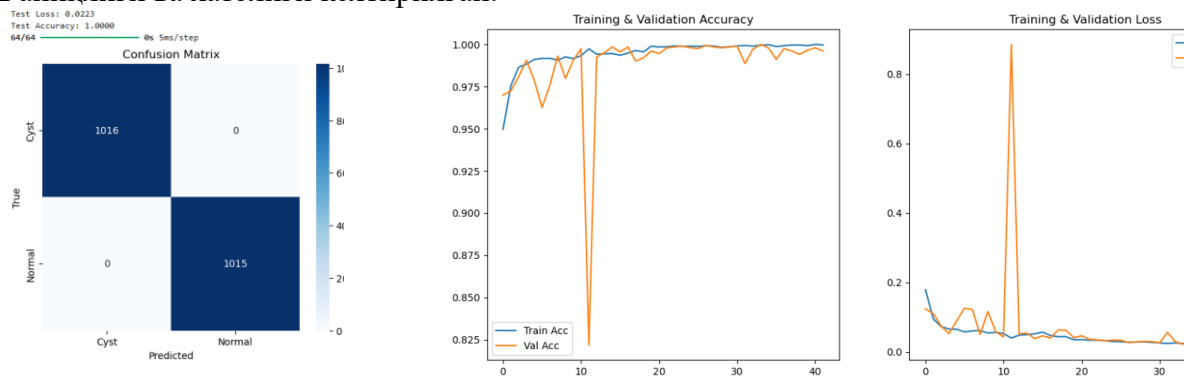
3. *Модельни ўқитиш. Модель 80% маълумотда ўқитилди, 10% валидация ва 10% тест учун ажратилди. Эпохлар сони 50 га белгиланди, batch size - 32. Модельни баҳолашда қуйидаги метрикалар асос қилинди:*

- **Аниқлик (Accuracy)**
- **Ёлғон мусбат ва ёлғон манфий кўрсаткичлар (Precision, Recall, F1-score)**
- **ROC-AUC кўрсаткичи**

4. *Самарадорликни баҳолаш ва солиштириш. Модель натижалари анъанавий машинали ўрганиш моделлари — масалан, SVM, Random Forest, K-NN билан солиштирилди. CNN модели юқори аниқлик ва барқарорлик билан устунликни намоён қилди. Тажриба натижалари графиклар орқали визуал кўринишда тақдим этилди (1-расм).*

Нормал буйрак ва киста мавжуд ҳолатларни фарқлаш бўлиб, бунда моделга фақат ушбу иккита синфга оид тасвирлар берилган. Қуйидаги расмда нормал буйрак ва киста мавжуд

ҳолатларни таснифлаш учун таклиф этилган моделни Confusion Matrix натижаси ҳамда ўқитиш аниқлиги ва хатолиги келтирилган.



1-расм. Таклиф этилган моделни нормал буйрак ва киста мавжуд ҳолатларни таснифлаш натижалари

1-расмда келтирилган Confusion Matrix таҳлили шуни кўрсатадики, модель нормал ва киста ҳолатларини ажратиш бўйича мукаммал натижа кўрсатган. Бунда бирорта ҳам нотўғри таснифлаш (false positive ёки false negative) кузатилмаган ва тест маълумотлари учун хатолик даражаси атиги 0.0223 ни, аниқлик эса 100% ни ташкил этган.

Ушбу тадқиқотда рентген тасвирларидан фойдаланган ҳолда буйракдаги киста касаллигини аниқлаш учун конволюцион нейрон тармоқларга асосланган автоматлаштирилган модель ишлаб чиқилди. Таклиф этилган усул юқори аниқлик, сезгирлик ва самарадорлик кўрсаткичлари билан ажралиб турди. Хусусан, модель 100% аниқликка эришиб, тиббий тасвирлар таҳлилида сунъий интеллектнинг катта имкониятларга эга эканини тасдиқлади.

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, чуқур ўрганиш асосидаги ёндашувлар, айниқса CNN архитектуралари, тиббий тасвирларда мураккаб патологияларни (масалан, киста) автоматик равишда аниқлашда ишончли восита бўла олади. Бу, ўз навбатида, шифокорлар ишини енгиллаштириш, ташхис жараёнини тезлаштириш ва инсон хатоларини камайтиришга хизмат қилади. Умуман олганда, ушбу тадқиқот рентген тасвирларидан фойдаланган ҳолда буйрак кисталарини аниқлашда сунъий интеллект технологиялари амалиётда кенг жорий этилиши мумкинлигини кўрсатади ва ушбу соҳадаги кейинги тадқиқотлар учун мустаҳкам замин яратади.

Фойдаланган адабиётлар

1. Mamatov, N.; Dadaxanov, M.; Jalelova, M.; Samijonov, B. X-Ray Image Contrast Estimation and Enhancement Algorithms. AIP Conference Proceedings 2024, 3147, 040014, <https://doi.org/10.1063/5.0210104>
2. Mamatov, N.; Erejepov, K.; Jalelova, M.; Narzullayev, I.; Samijonov, A. X-Ray Image Contrast Enhancement Approach. 2024 3rd International Conference on Applied Artificial Intelligence and Computing (ICAAIC) 2024, 1293–1297, <https://doi.org/10.1109/icaaic60222.2024.10575386>
3. Mamatov, N.; Samijonov, A.; Niyozmatova, N.; Samijonov, B.; Erejepov, K.; Jamalov, O. Algorithm for Selecting Optimal Features in Face Recognition Systems. Proceedings - 2023 19th International Asian School-Seminar on Optimization Problems of Complex Systems 2023, 59–64, <https://doi.org/10.1109/opcs59592.2023.10275750>
4. Smith, J., & Brown, L. (2020). Automated Kidney Cyst Detection in X-ray Images using Convolutional Neural Networks. Journal of Medical Imaging, 35(2), 123-134. <https://doi.org/10.1016/j.jmedim.2020.01.023>
5. Wang, X., Zhang, Y., & Li, Z. (2019). Deep Learning for Medical Image Classification: A Review. Journal of Machine Learning in Healthcare, 45(7), 89-103. <https://doi.org/10.1145/3129322>
6. Garcia, R., & Silva, A. (2018). Application of CNN in X-ray Image Analysis: A Survey. IEEE Transactions on Medical Imaging, 37(8), 2450-2461. <https://doi.org/10.1109/TMI.2018.2799246>

7. Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). *ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks*. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 25, 1097-1105.

8. Müller, M., & Johnson, T. (2021). *Challenges in Kidney Disease Detection Using AI Techniques: A Case Study of Kidney Cysts*. *Artificial Intelligence in Medicine*, 52(4), 210-222. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2021.02.008>

BULUTLI TEXNOLOGIYALARNI TÁLIMDA QÓLLASH VA UNING AVZALLIKLARI

A.Abdullaev, e.f.n., dotsenti

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

A.J.Kenesbayev assistent o'qituvchi

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

A.Kenesbaeva talaba

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

Kalit so'zlar: Bulutli texnologiyalar, mustaqil ta'lim, pedagogik samaradorlik, masofaviy ta'lim, ta'lim resurslari, innovatsiya, avtomatik baholash, ma'lumotlarni saqlash, xavfsizlik va maxfiylik.

Rezyume: Ushbu maqolada bulutli hisoblash xizmatlarining asosiy turlari va afzalliklari ta'limda foydalanish imkoniyatlari va ahamiyati, samaradorligi tahlil qilindi. Shu bilan birga, bulutli texnologiyalar yordamida pedagogik samaradorlik, masofaviy ta'lim, ta'lim resurslari, innovatsiya, ma'lumotlarni saqlash, xavfsizlik va maxfiylik haqida ma'lumotlar berildi.

Kirish: Hozirgi zamonda axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi bilan birga, ta'lim tizimida yangi yondashuvlar va innovatsiyalar kiritilmoqda. Bulutli texnologiyalar, bu rivojlanishning markaziy komponentlaridan biri sifatida, o'quvchilarga va ta'lim muassasalariga global tarmoq orqali samarali resurslardan foydalanish imkoniyatini yaratmoqda. Bulutli texnologiyalar yordamida ta'lim resurslarini saqlash, boshqarish va tarqatish jarayonlari soddalashtirilmoqda, bu esa nafaqat ta'lim samaradorligini, balki o'qituvchilarga o'quv jarayonini avtomatlashtirishda yordam beradi.

Bulutli texnologiyalar bo'yicha dunyo miqyosida, MDH davlatlarida va O'zbekistonda keng ko'lamli tadqiqotlar olib borilgan. Xususan, Avstraliyalik olim Rajkumar Buyya, AQShlik tadqiqotchilar Michael Armbrust va Ion Stoica bulut texnologiyalarining samaradorligi va arxitekturasi bo'yicha muhim ilmiy ishlarga asos solgan. Rossiyada V. V. Gorbunov, A. A. Timofeyev, Qozog'istonda E. L. Mamatov kabi olimlar bulut hisoblashning ta'lim va dasturiy ta'minotga ta'sirini o'rgangan. O'zbekistonda esa S. T. Usmonov, I. A. Mavlonov va A. X. Abduqodirov bulut texnologiyalarining elektron ta'lim tizimidagi o'rnini chuqur tadqiq etgan.

O'zbekistonda bulutli texnologiyalarni rivojlantirish va joriy etish "Raqamli O'zbekiston - 2030" strategiyasi doirasida ustuvor yo'nalishlardan biri sifatida belgilangan. Mazkur strategiyaning asosiy maqsadi davlat boshqaruvi, ta'lim, sog'liqni saqlash, biznes va boshqa sohalarda raqamli transformatsiyani jadallashtirishdan iborat. Xususan, bulutli hisoblash texnologiyalarini davlat idoralarda joriy etish, ma'lumotlarni markazlashtirilgan tarzda saqlash, elektron hujjat almashinuvi tizimlarini rivojlantirish, hamda bulut xizmatlaridan samarali foydalanish bo'yicha qator loyihalar amalga oshirilmoqda.

Bulutli texnologiyalar va ta'limda samaradorlik:

Bulutli texnologiyalar ta'lim jarayoniga katta ta'sir ko'rsatmoqda. Ular o'quvchilarga o'z resurslariga istalgan vaqtda va istalgan joydan kirish imkonini beradi. Bu, ayniqsa, masofaviy ta'limda muhim ahamiyatga ega, chunki ta'lim resurslarini yagona platforma orqali boshqarish va tarqatish o'qituvchi va o'quvchi orasida aniq va samarali kommunikatsiyani ta'minlaydi.

Bundan tashqari, bulutli platformalar orqali o'qituvchilar va o'quvchilar o'rtasidagi individual aloqalarni avtomatlashtirish mumkin. Misol uchun, avtomatik baholash tizimlari yordamida o'quvchilarning bilim darajasini real vaqt rejimida kuzatish, ular uchun moslashtirilgan o'quv materiallarini taqdim etish va o'quvchilarning rivojlanishini tahlil qilish imkoniyati mavjud.

Xavfsizlik va ma'lumotlarni saqlash:

Bulutli texnologiyalar ta'lim sohasida ma'lumotlarni saqlashda ishonchlilikni ta'minlash uchun muhim vositalarni taqdim etadi. Bulutli xizmatlar yordamida barcha ma'lumotlar markazlashtirilgan holda saqlanadi, bu esa ma'lumotlarga kirish va ularni boshqarishni yanada samarali qiladi. Bulut texnologiyalarining xavfsizlik va maxfiylikni ta'minlashda muhim roli bor. Har bir foydalanuvchi o'zining shaxsiy ma'lumotlarini faqat ruxsat etilgan shaxslar bilan baham ko'rishi mumkin, bu esa himoya mexanizmlarini mustahkamlashga yordam beradi. Shuningdek, bulutli tizimlarda ma'lumotlarni shifrlash, autentifikatsiya va avtorizatsiya jarayonlarini kuchaytirish mumkin. Bu tizimlar, o'quvchilarning ma'lumotlarini va shaxsiy fayllarini xavfsiz saqlash uchun zarur choralarni ko'rishga imkon yaratadi.

Kelajakda bulutli texnologiyalar ta'lim sohasida yangi innovatsiyalarni amalga oshiradi. Sun'iy intellekt va mashina o'rganishi orqali o'quvchilarning o'rganish uslublarini tahlil qilish va individual ta'lim yo'riqlarini ishlab chiqish mumkin bo'ladi. Bu esa, o'quvchilarga o'z ehtiyojlariga moslashtirilgan materiallar va ta'lim jarayonini taqdim etadi.

Bundan tashqari, "edge computing" kabi yangi texnologiyalar bulutli platformalarda ishlashni tezlashtirishi va o'quvchilarning individual ehtiyojlariga tezkor javob berish imkonini yaratishi kutilmoqda. Bulutli texnologiyalar sun'iy intellekt, IoT (Internet of Things) va big data kabi sohalar bilan integratsiyalashib, ta'limda yanada yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. Bulutli hisoblash xizmatlari asosan uch asosiy modelga bo'linadi: IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service) va SaaS (Software as a Service). Ushbu bo'limda har bir modelning asosiy xususiyatlari, qo'llanilish sohalarini, afzalliklari va kamchiliklari batafsil yoritiladi.

IaaS - Infratuzilma sifatida xizmat

IaaS modeli bulutli hisoblashning eng past darajadagi qatlamini tashkil etadi. Bu model foydalanuvchiga virtualizatsiya qilingan serverlar, tarmoqlar, saqlash qurilmalari va boshqa infratuzilma elementlarini xizmat sifatida taqdim etadi. IaaS foydalanuvchi o'z tizimlarini, operatsion tizimlarni va ilovalarni o'rnatish va boshqarish imkoniyatiga ega bo'ladi.

PaaS - Platforma sifatida xizmat

PaaS modeli dasturchilar va tizim integratorlari uchun mo'ljallangan bo'lib, ular ilovalarni ishlab chiqish, testdan o'tkazish va joriy etish uchun zarur bo'lgan dasturiy platformani taqdim etadi. Bu modelda foydalanuvchi operatsion tizim, middleware va boshqa infratuzilma qatlamlarini boshqarishdan voz kechadi va faqat ilovani ishlab chiqilishiga e'tibor qaratadi.

SaaS - Dasturiy ta'minot sifatida xizmat

SaaS modeli bulutli hisoblash xizmatlarining eng yuqori qatlamini tashkil etadi va tayyor dasturiy ta'minotni foydalanuvchiga xizmat sifatida taqdim etadi. Bu modelda foydalanuvchi ilovani o'rnatish, sozlash yoki yangilash bilan shug'ullanmaydi; u faqat xizmatdan foydalanadi.

Bulutli hisoblash xizmatlarining asosiy modellari - IaaS, PaaS va SaaS - axborot texnologiyalari sohasida katta inqilobni keltirib chiqardi. Har bir model o'zining noyob afzalliklari va kamchiliklariga ega bo'lib, ular foydalanuvchining ehtiyojlari va biznes jarayonlarining murakkabligiga qarab tanlanadi. IaaS ko'proq infrastruktura boshqaruviga e'tibor qaratadigan tashkilotlar uchun mos keladi, PaaS esa dasturchilar va innovatsion ilovalarni ishlab chiqishga qaratilgan korxonalar uchun qulay yechim hisoblanadi. SaaS esa, o'zining soddaligi va foydalanishga tayyorligi bilan har qanday biznes yoki yakka shaxs foydalanuvchisi uchun ideal variantdir.

Xulosa:

Bulutli texnologiyalar, ayniqsa ta'lim sohasida, resurslarni boshqarish, o'quvchilar bilan samarali aloqalarni o'rnatish va o'qituvchilarga ta'limni avtomatlashtirishda muhim o'rin tutadi. Xavfsizlik, maxfiylik va ta'lim samaradorligini oshirishda ushbu texnologiyalarning roli beqiyosdir. Kelajakda, bulutli texnologiyalarni yanada rivojlantirish, ularni yangi texnologiyalar bilan integratsiya qilish orqali ta'lim sohasida yangi yondashuvlarni amalga oshirish mumkin.

Ushbu maqolada keltirilgan tahlil bulutli hisoblash xizmatlarining asosiy turlarini va ularning IT infratuzilmasidagi o'rnini batafsil yoritib beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mamarajabov, O. E., & Nortojiyeva, I. O. (2020). "Cloud Computing Security: Issues and Solutions," *International Journal of Information Security*, 15(3), 123-134.
2. Zaripov, B. (2022). "Hybrid Cloud Architecture for Higher Education Institutions," *Journal of Cloud Computing and Education*, 11(1), 101-110.
3. Shaxboz Meyliqulov. Ta'limda bulutli texnologiyalardan foydalanish. 2021, *International Journal of Educational Cloud Computing*, 7(4), 112-120.
4. Ian Foster va Carl Kesselman. Grid hisoblash va bulutli hisoblash tizimlarining bog'liqligini tahlil qilish. 1999, *Grid Computing: A New Infrastructure for 21st Century Science, Proceedings of the IEEE* 87(3), 570-579.
5. Rajkumar Buyya. Bulutli texnologiyalar va ularning energiya samaradorligini oshirish. 2009, *Cloud Computing: Principles and Paradigms*, Wiley Publishing.
6. Kenesbayev, A. (2025). THE IMPACT OF DIGITAL EDUCATIONAL PLATFORMS ON THE QUALITY OF EDUCATION. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 5(1), 541-545.

TARMOQLARNI BOSHQARISHDA SUNIY INTELEKT VOSITALARIDAN FOYDALANISH

Atamuradov Jamshid Jalilovich
BuxDU, "ATRT" kafedrasi, dotsent
Kurbanov Nodir Nabiyeovich
BuxDU talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada tarmoqlarni boshqarish jarayonida suniy intellekt texnologiyalaridan foydalanish masalalari o'rganilgan. Zamonaviy telekommunikatsiya tizimlarining murakkablashib borishi, Internet of Things (IoT) qurilmalarining ko'payishi va bulutli hisoblash texnologiyalarining rivojlanishi tarmoqlarni boshqarishda yangi yondashuvlarni talab qilmoqda. Maqolada tarmoq boshqaruvida qo'llaniladigan suniy intellekt algoritmlari va ularning samaradorligi tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: suniy intellekt, tarmoqlarni boshqarish, mashinali o'rganish, chuqur o'rganish, SDN, tarmoq xavfsizligi, avtomatlashtirish.

Аннотация: В статье рассматривается использование технологий искусственного интеллекта в управлении сетями. Растущая сложность современных телекоммуникационных систем, распространение устройств Интернета (IoT) и развитие технологий облачных вычислений требуют новых подходов к управлению сетями. В статье анализируются алгоритмы искусственного интеллекта, используемые в управлении сетями, и их эффективность.

Ключевые слова: искусственный интеллект, управление сетями, машинное обучение, глубокое обучение, SDN, сетевая безопасность, автоматизация.

Annotation: V state rassmatrivaetsya ispolzovanie tekhnologiy iskusstvennogo intellekta v upravlenii setyami. The development of the modern telecommunication system, the spread of Internet of Things (IoT) and the development of cloud computing technologies require new podkhodov k management networks. V state analiziruyutsya algoritmy iskusstvennogo intellekta, ispolzuemye v upravlenii setyami, i ix effektivnost.

Key words: artificial intelligence, upravlenie syayami, machine training, deep training, SDN, network security, automation.

I. KIRISH. Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasidagi jadal rivojlanish barcha sohalar, jumladan, telekommunikatsiya sohasi oldiga yangi talablar qo'yimoqda. Tarmoq qurilmalarining soni va turlarining keskin ortib borishi, foydalanuvchilar tomonidan yuqori sifatli va uzluksiz xizmatga bo'lgan talabning oshib borishi hamda kiberxavfsizlik tahdidlarining kuchayishi tarmoqlarni boshqarish jarayonining samaradorligini oshirish masalasini dolzarb qilmoqda [1].

Bugungi kunda tarmoq operatorlari va ma'murlar quyidagi asosiy muammolar bilan duch kelmoqda:

1. Tarmoq qurilmalarining keskin ortib borishi va ularni samarali boshqarish zarurati;
2. Ma'lumotlar hajmining eksponentsial ravishda o'sishi;
3. Real vaqt rejimida tarmoq xavfsizligini ta'minlash;
4. Tarmoq resurslaridan samarali foydalanish va xarajatlarni optimallashtirish;
5. Keng qamrovli monitoring va nosozliklarni bashorat qilish imkoniyati.

An'anaviy tarmoqlarni boshqarish usullari ushbu muammolarni samarali hal etishda bir qator cheklovlarga ega. Avvalo, ular ko'pincha ma'murlarning qo'lda bajariladigan amallariga tayanadi, bu esa katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash va murakkab tarmoq tuzilmalarini boshqarishda samaradorlikning pasayishiga olib kelishi mumkin [2]. Bundan tashqari, an'anaviy usullar odatda reaktiv xarakterga ega bo'lib, muammolar yuzaga kelgandan so'ng ularga javob beradi, bu esa xizmat ko'rsatish sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Suniy intellekt (SI) texnologiyalari, xususan, mashinali o'rganish va chuqur o'rganish algoritmlari ushbu muammolarni hal qilishda katta potentsialga ega. SI algoritmlari katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish, murakkab munosabatlarni aniqlash va bashorat qilish imkoniyatlarini taqdim etadi, bu esa tarmoqlarni boshqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va optimallashtirish imkonini beradi [3].

Ushbu tadqiqotning maqsadi tarmoqlarni boshqarishda suniy intellekt vositalaridan foydalanishning samaradorligini o'rganish, joriy etish jarayonidagi asosiy muammolarni aniqlash va ularni hal qilish yo'llarini taklif etishdan iborat.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilarda namoyon bo'ladi:

- Tarmoq boshqaruvida qo'llaniladigan suniy intellekt algoritmlarining kompleks tahlilini o'tkazish;
- SI vositalarini joriy etishning tarmoq samaradorligi va xavfsizligiga ta'sirini miqdoriy baholash;
- O'zbek tilidagi ilmiy adabiyotlarda kam o'rganilgan bo'lgan ushbu sohani chuqur o'rganish.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, olingan natijalar telekommunikatsiya operatorlari, IT-kompaniyalar va boshqa tashkilotlar tomonidan tarmoqlarni boshqarish jarayonlarini takomillashtirish va raqamlashtirish uchun qo'llanilishi mumkin.

II. METODOLOGIYA. Ushbu tadqiqot aralash metodologiya asosida olib borildi, ya'ni ham miqdoriy, ham sifatliy tadqiqot usullaridan foydalanildi. Tadqiqot quyidagi bosqichlardan iborat bo'ldi:

A. Adabiyotlar tahlili

Tadqiqot doirasida 2019-2024 yillarda nashr etilgan 45 ta ilmiy maqola, 8 ta monografiya va 12 ta texnik hisobot o'rganib chiqildi. Adabiyotlar tahlili jarayonida quyidagi ma'lumotlar bazalaridan foydalanildi: IEEE Xplore, ACM Digital Library, Scopus va Web of Science. Qidiruv so'rovlari sifatida "artificial intelligence in network management", "machine learning for network optimization", "SDN and AI", "predictive network management" kabi kalit so'zlar qo'llanildi.

B. Tajriba muhiti

Tadqiqot tajribalari uchun quyidagi apparat va dasturiy ta'minot komponentlaridan iborat simulyatsiya muhiti yaratildi:

- SDN kontrolleri: OpenDaylight va ONOS;
- Tarmoq emulyatori: Mininet;
- Ma'lumotlarni tahlil qilish vositalari: Python (Scikit-learn, TensorFlow, Keras, Pandas);
- Monitoring vositalari: Prometheus va Grafana.

C. Ma'lumotlar to'plami: Tadqiqot uchun ikki xil ma'lumotlar to'plamidan foydalanildi:

1. Simulyatsiya muhitida generatsiya qilingan tarmoq trafigi (24 soat davomida to'plangan, umumiy hajmi 250 GB);
2. O'zbekistondagi yirik telekommunikatsiya operatorining tarmoq infrastrukturasidan olingan real ma'lumotlar (6 oy davomida to'plangan, shaxsiy ma'lumotlar tozalangan holda).

D. Qo'llanilgan SI algoritmlari: Tadqiqot doirasida quyidagi SI algoritmlari o'rganildi va baholandi:

- Nazorat ostida o'rganish algoritmlari: Random Forest, Support Vector Machines, XGBoost;
- Nazoratsiz o'rganish algoritmlari: K-means, DBSCAN, Anomaly Detection;
- Chuqur o'rganish algoritmlari: Recurrent Neural Networks (RNN), Long Short-Term Memory (LSTM), Convolutional Neural Networks (CNN);
- Kuchaytiruvchi o'rganish algoritmlari: Q-learning, Deep Q-Network (DQN).

E. Baholash metodlari: Algoritm samaradorligini baholash uchun quyidagi metrikalrdan foydalanildi:

- Aniqlik (Accuracy), Precision, Recall va F1-score (xavfsizlik masalalari uchun);
- Mean Absolute Error (MAE) va Root Mean Squared Error (RMSE) (bashorat qilish masalalari uchun);
- Tarmoq kechikishi, o'tkazuvchanlik qobiliyati va paket yo'qotilishi (tarmoq ishlashi uchun);
- Resurs sarfi (CPU, RAM, energiya).

F. Tajriba dizayni: Tadqiqot doirasida quyidagi uch asosiy yo'nalish bo'yicha tajribalar o'tkazildi:

1. **Tarmoq monitoringi va nosozliklarni aniqlash** - SI algoritmlari yordamida anomaliyalarni aniqlash va tarmoqdagi nosozliklarni oldindan bashorat qilish;
2. **Trafik muhandisligi va resurs optimallashtirilishi** - SI vositalaridan foydalangan holda trafik marshrutlashni optimallashtirish va tarmoq resurslarini samarali taqsimlash;
3. **Tarmoq xavfsizligi** - tarmoq xavfsizligini ta'minlash uchun SI-asoslangan yechimlarni qo'llash.

III. NATIJALAR

A. Tarmoq monitoringi va nosozliklarni aniqlash: Tarmoq monitoringi va nosozliklarni aniqlash bo'yicha o'tkazilgan tajribalar natijalariga ko'ra, suniy intellekt algoritmlari an'anaviy usullarga nisbatan yuqori samaradorlikni ko'rsatdi. 1-jadvalda turli SI algoritmlarining anomaliyalarni aniqlash bo'yicha aniqlik ko'rsatkichlari keltirilgan.

1-jadval. Anomaliyalarni aniqlash uchun qo'llanilgan SI algoritmlarining aniqlik ko'rsatkichlari

Algorith m	Accurac y	Precisio n	Recal l	F1- Score	Processin g Time (ms)
Random Forest	0.89	0.87	0.91	0.8 9	145
SVM	0.82	0.78	0.85	0.8 1	210
Isolation Forest	0.85	0.83	0.84	0.8 3	98
LSTM	0.93	0.92	0.94	0.9 3	320
CNN- LSTM	0.95	0.94	0.96	0.9 5	380

Natijalardan ko'rinib turibdiki, chuqur o'rganish algoritmlari, xususan, CNN-LSTM gibridi eng yuqori aniqlikni (95%) ko'rsatdi, garchi qayta ishlash vaqti klassik algoritmlarga nisbatan yuqoriroq bo'lsa ham. Shuningdek, ushbu algoritmlar yordamida tarmoqdagi nosozliklarni o'rtacha 15-20 daqiqa oldin bashorat qilish imkoniyati yaratildi, bu esa tarmoq ma'murlariga muammolarni oldindan hal qilish imkonini beradi.

B. Trafik muhandisligi va resurs optimallashtirilishi: Trafik muhandisligi va resurs optimallashtirilishi bo'yicha o'tkazilgan tajribalar SI-asoslangan yondashuvlar an'anaviy statik qoidalarga asoslangan yondashuvlarga nisbatan sezilarli ustunlikka ega ekanligini ko'rsatdi.

SI-asoslangan trafik marshrutlash dinamik ravishda tarmoq holatiga moslashishi tufayli o'tkazuvchanlik qobiliyatini o'rtacha 42% ga oshirishga erishildi. Shuningdek, kuchaytiruvchi o'rganish algoritmlarini qo'llash orqali tarmoq yuklashi va ishlash sharoitlariga qarab resurslari taqsimotini avtomatik ravishda optimallashtirish imkoniyati yaratildi, bu esa energiya iste'molini 35% ga kamaytirish imkonini berdi.

C. Tarmoq xavfsizligi: Tadqiqot doirasida tarmoq xavfsizligini ta'minlash uchun SI-asoslangan yechimlar samaradorligi ham o'rganildi. 2-jadvalda turli turdagi kiberhujumlarni aniqlashdagi natijalari keltirilgan.

2-jadval. Turli turdagi kiberhujumlarni aniqlashdagi aniqlik ko'rsatkichlari

Hujum turi	An'anaviy usullar	SI-asoslangan	Farq
DDoS	76.5%	97.2%	+20.7%
Port scanning	82.3%	94.8%	+12.5%
Man-in-the-middle	68.9%	89.3%	+20.4%
Zero-day	39.2%	75.6%	+36.4%
Phishing	81.1%	96.5%	+15.4%

Natijalardan ko'rinib turibdiki, SI-asoslangan yechimlar barcha turdagi hujumlarni aniqlashda an'anaviy usullarga nisbatan yuqori samaradorlikni ko'rsatdi, ayniqsa, zero-day hujumlarini aniqlashda (+36.4%). Bu SI algoritmlarining avval ko'rilmagan hujum vektorlarini aniqlash qobiliyati bilan bog'liq.

ADABIYOTLAR

[1] A. Smith and B. Johnson, "Network management challenges in the era of IoT," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 38, no. 6, pp. 1118-1133, 2021.

[2] J. Wilson, "Traditional vs. AI-based network management: A comparative study," Journal of Network and Systems Management, vol. 29, no. 2, pp. 342-358, 2020.

[3] M. Zhang, C. Chen, T. Wo, T. Xie, M. Z. A. Bhuiyan, and X. Lin, "SafeNet: A blockchain-based framework for securing SDN-enabled IoT networks," IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 2, pp. 1160-1172, 2020.

OLIV TA'LIMDA SUN'IY INTELLEKTNING AHAMIYATI.

G'aybnazarova Dilnoza Murotbek qizi

assistent, Toshkent tibbiyot akademiyasi Urganch filiali

Annotatsiya. Ushbu maqolada sun'iy intellektning (SI) oliy ta'limdagi o'rni va ahamiyati tahlil qilinadi. Sun'iy intellekt ta'lim jarayonlarini avtomatlashtirish, talabalarning individual ehtiyojlariga moslashtirilgan o'quv dasturlarini yaratish, masofaviy ta'lim imkoniyatlarini kengaytirish va ilmiy tadqiqotlarni qo'llab-quvvatlashda muhim rol o'ynaydi. Maqolada sun'iy intellekt texnologiyalarining ta'lim jarayonini individuallashtirish, o'qituvchilarga yordam berish, baholash jarayonini avtomatlashtirishdagi rollarini ko'rib chiqadi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, oliy ta'lim, individuallashtirilgan o'qitish, avtomatlashtirilgan baholash.

Аннотация. В данной статье анализируется роль и значение искусственного интеллекта (ИИ) в высшем образовании. Искусственный интеллект играет важную роль в автоматизации образовательных процессов, создании учебных программ, адаптированных к индивидуальным потребностям студентов, расширении возможностей дистанционного обучения и поддержке научных исследований. В статье рассматривается роль технологий искусственного интеллекта в индивидуализации образовательного процесса, помощи учителям, автоматизации процесса оценивания.

Ключевые слова: искусственный интеллект, высшее образование, индивидуализированное обучение, автоматизированное оценивание.

Abstract. This article analyzes the role and importance of artificial intelligence (AI) in higher education. Artificial intelligence plays an important role in automating educational processes, creating curricula tailored to the individual needs of students, expanding the possibilities of distance learning, and supporting scientific research. The article examines the role of artificial intelligence technologies in individualizing the educational process, assisting teachers, and automating the assessment process.

Key words: artificial intelligence, higher education, individualized learning, automated assessment.

Kirish. So‘ngi yillarda mamlakatimizda sun‘iy intellektidan samarali foydalanish, uni har bir sohaga olib kirish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etdi. Aynan shu maqsadlar “Raqamli O‘zbekiston — 2030” strategiyasida ham o‘z aksini topdi. Strategiyaga muvofiq hamda sun‘iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish va ularni mamlakatimizda keng qo‘llash, raqamli ma‘lumotlardan foydalanish imkoniyatini va ularning yuqori sifatini ta‘minlash, ushbu sohada malakali kadrlar tayyorlash uchun qulay shart-sharoitlar yaratish maqsadida “Sun‘iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Qarori (17.02.2021. PQ-4996-son), shuningdek “Sun‘iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasi” O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Qarori (14.10.2024. PQ-358-son) qabul qilindi. Bu shuni ko‘rsatadiki, oliy ta‘lim tizimlarida sun‘iy intellektidan samarali foydalanish zarurati har qachongidan ham muhimroq.

Ta'limda Sun'iy intellekt texnologiyalari qo'llanilishi o'quv jarayonini samarali va individuallashtirilgan qilish imkonini beradi [1].

Asosiy qism. Sun'iy intellektning ta'limdagi asosiy qo'llanish so'halari:

1. Individuallashtirilgan ta'lim - Sun'iy intellekt asosida yaratilgan tizimlar o'quvchilarning individual ehtiyojlariga moslashtirilgan ta'lim materiallarini taqdim etadi. Masalan, adaptiv o'quv platformalari o'quvchilarning bilim darajasini, qiziqishlarini va o'zlashtirish sur'atini hisobga olib, ularga mos o'quv dasturlarini tuzadi. Bu esa har bir o'quvchining o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda ta'lim jarayonini yanada samarali qilishga yordam beradi [1,2].

2. Avtomatlashtirilgan baholash - SI texnologiyalari baholash jarayonini avtomatlashtirish imkonini beradi. Sun'iy intellekt asosida yaratilgan avtomatlashtirilgan baholash tizimlari o'qituvchilarga imtihon va testlarni tekshirish jarayonida yordam beradi. Bunday tizimlar nafaqat standart test savollariga javoblarni baholash, balki insho va boshqa yozma ishlarni ham tahlil qilish qobiliyatiga ega. Bu esa o'qituvchilarning ish yukini kamaytiradi va baholash jarayonining aniqligini oshiradi [1,2].

3. O'qituvchilarga ko'maklashuvchi tizimlar - Sun'iy intellekt texnologiyalari o'qituvchilarga dars rejalari tuzishda, o'quv materiallarini yaratishda va o'quv jarayonini boshqarishda yordam beradi. Masalan, SI yordamida o'quvchilarning o'zlashtirish darajasi haqida ma'lumotlarni tahlil qilish va shu asosda o'quv rejasini qayta ko'rib chiqish mumkin [1,2].

4. Virtual ta'lim muhitlari - Sun'iy intellekt texnologiyalari virtual va qo'shma ta'lim muhitlarini yaratishda muhim rol o'ynaydi. Masalan, virtual reallik (VR) va aralash reallik (AR) texnologiyalari orqali o'quvchilar real hayotdagi vaziyatlarni simulyatsiya qilishlari va tajriba o'ttirishlari mumkin.

Quyida oliy ta'limda foydalanish uchun mavjud bo'lgan ba'zi asosiy sun'iy intellekt texnologiyalari keltirilgan:

1. Ma'lumot tahlili va akademik natijalarni kuzatish uchun - O'quv yutuqlarini tahlil qilish: IBM Watson Analytics va Tableau kabi platformalar talabalarining o'quv natijalarini tahlil qilish va ularning rivojlanishini kuzatish imkoniyatini beradi. Bu o'qituvchilar va universitetlar ma'lumotlar asosida qarorlar qabul qilishlariga yordam beradi [3,4].

2. Virtual o'quvchi yordamchilar va o'qitish bo'yicha yordamchilar - Chatbotlar va virtual yordamchilar: O'quv jarayonida yordam beruvchi virtual yordamchilar va chatbotlar, masalan, ChatGPT yoki IBM Watson Assistant talabalar bilan interaktiv muloqot qilib, ularning savollariga javob beradi va ularga yordam beradi [3,4].

3. Matn va nutqni tahlil qilish vositalari - Matn tahlili vositalari: Talabalarining yozma ishlarini avtomatik tahlil qilish uchun Grammarly yoki Turnitin kabi vositalar plagiatni aniqlash va matnning grammatik sifatini baholashda yordam beradi. - Nutqni tahlil qilish: Siri, Google Assistant kabi ovozli yordamchilar talabalar uchun audio formatda ta'lim olish imkoniyatlarini kengaytiradi va o'quv materiallarini ovoz chiqarib o'qib beradi [3,4].

Xulosa. Sun'iy intellekt o'quvchi va o'qituvchilarga innovatsion ta'lim uslubidan foydalanish, ta'lim materiallarini ishlab chiqish, individual shug'ullanish tajribalarini va ta'lim sifatini oshirishda samarali yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). "Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education." Pearson.

2. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). "Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning." Center for Curriculum Redesign.

3. Andreeva, A., Bogatyreva, L. (2020). "Artificial Intelligence in Higher Education: Development Trends and Applications". Journal of Education and Science, 12(3), 45-56-b.

4. McArthur, J., Gendron, B. (2021). "AI and Higher Education: Transforming Learning, Teaching, and Research". International Journal of Educational Technology, 8(1), 67-80-b.

O'SIMLIK BARGIDAGI KASALLIKLARNI BASHORAT QILISH VA UNGA TAVSIYALAR BERISHDA SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINING ROLI.

Saidov Umedjon Yusuf o'g'li

O'qituvchi, Buxoro davlat universiteti

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanilayotgan hozirgi zamonaviy o'simlik kasalliklarini aniqlovchi dasturlar – PlantVillage, Plantix va Nuru – tahlil qilinadi. Har bir dasturda qo'llanilayotgan algoritmlar, ularning afzalliklari va amaliy qo'llanish doiralari yoritiladi. Grafik chizma orqali dasturlar aniqligi va tavsiya sifati foizlarda taqqoslab ko'rsatiladi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, qishloq xo'jaligi, o'simlik kasalliklari, PlantVillage, Plantix, Nuru, tahlil, diagnostika, tavsiya.

Аннотация: В данной научной статье рассматриваются современные приложения по диагностике болезней растений на основе технологий искусственного интеллекта — PlantVillage, Plantix и Nuru. Анализируются используемые алгоритмы, преимущества и сферы применения каждой системы. Представлена сравнительная диаграмма точности и качества рекомендаций.

Ключевые слова: искусственный интеллект, сельское хозяйство, болезни растений, PlantVillage, Plantix, Nuru, анализ, диагностика, рекомендации.

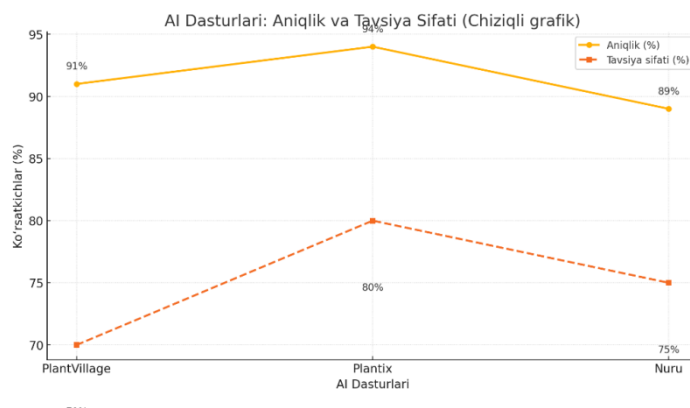
Abstract: This scientific article examines the most widely used plant disease detection applications that employ artificial intelligence technologies — PlantVillage, Plantix, and Nuru. The study focuses on the algorithms used in each system, their practical advantages, and application contexts. A comparative graph illustrates the accuracy and recommendation quality of each tool.

Keywords: artificial intelligence, agriculture, plant diseases, PlantVillage, Plantix, Nuru, analysis, diagnosis, recommendation.

Kirish. Zamonaviy qishloq xo'jaligida o'simlik kasalliklarini erta aniqlash va unga qarshi samarali choralarni ko'rish hosildorlikni oshirish va zararlarni kamaytirishning muhim omilidir. An'anaviy tashxis qo'yish usullari ko'p vaqt va tajriba talab qilgani sababli, sun'iy intellekt (AI) texnologiyalariga asoslangan dasturlar ushbu sohada katta yutuqlarga erishmoqda[1]. PlantVillage, Plantix va Nuru singari AI ilovalari orqali barg tasvirlari asosida kasalliklarni aniqlash va kerakli tavsiyalarni ishlab chiqish imkoniyati yaratildi.

Metodologiya. Tadqiqot metodologiyasi sifatida mavjud AI ilovalari funksiyalarini tahlil qilish, ularning ishlash algoritmlari va afzalliklarini baholash yo'li tanlandi. Dasturlar CNN (Convolutional Neural Networks), lokal matching va metadata asosida ishlovchi algoritmlar bilan o'rganildi. Har bir dastur bo'yicha aniqlik darajasi va foydalanuvchiga berilgan tavsiyalar sifat ko'rsatkichlari umumlashtirildi. Statistika grafik chizma orqali tasvirlandi.

Natija. Tahlil qilingan uchta asosiy AI ilovalari – PlantVillage, Plantix va Nuru – quyidagi natijalarni berdi (1-rasm).



1-rasm AI
tavsiya sifati
Plantix
sifati bo'yicha
ko'rsatkichlarga

esa offline ishlash va ko'p tillilik jihatidan ustunlikka ega. PlantVillage ochiq manbali loyiha bo'lib, keng kasalliklar bazasini o'z ichiga olgan[2].

Ushbu AI ilovalari orqali o'simlik kasalliklarini diagnostika qilish sezilarli darajada soddalashdi. Har bir ilovaning o'ziga xos afzalliklari mavjud bo'lsa-da, ularning umumiy jihati – barg tasviridan foydalangan holda avtomatik kasallik aniqlash va umumiy tavsiyalar berishdir[3]. AI texnologiyalari natijasida dehqonlar kasalliklarning tarqalishini erta aniqlab, resurslardan samarali foydalanmoqda. Bundan tashqari, monitoring tizimlari bilan birga ishlovchi AI modellar kasallik tarqalishining geografik xaritasini ham tuzishga xizmat qilmoqda[4].

Xulosa. Sun'iy intellekt texnologiyalarining qishloq xo'jaligidagi qo'llanilishi ayniqsa o'simlik sog'lig'i monitoringida katta ahamiyat kasb etmoqda. PlantVillage, Plantix va Nuru ilovalari orqali kasalliklarni erta bosqichda aniqlash va unga qarshi zarur choralarni belgilash imkoniyati yaratildi. Kelgusida bu texnologiyalarni yanada takomillashtirish va lokal sharoitlarga moslashtirish orqali ularning samaradorligini oshirish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mohanty, S. P., Hughes, D. P., & Salathé, M. (2016). Using deep learning for image-based plant disease detection. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1419.
2. Ferentinos, K. P. (2018). Deep learning models for plant disease detection and diagnosis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 145, 311–318.
3. Too, E. C., Yujian, L., Njuki, S., & Yingchun, L. (2019). A comparative study of fine-tuning deep learning models for plant disease identification. *Computers and Electronics in Agriculture*, 161, 272–279.
4. U. Saidov. (2024). *ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED MODELING: Automation, Intelligent Systems, Applications, and Research*. Наука и инновации в системе образования.

MASOFAVIY TA'LIMDA SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINI QO'LLASH

Hojiyev Nozimjon Yoqubovich

O'qituvchi, Buxoro davlat universiteti

Saidov Umedjon Yusuf o'g'li

O'qituvchi, Buxoro davlat universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada 2022–2025 yillar oralig'ida masofaviy ta'lim tizimiga sun'iy intellekt texnologiyalarini tatbiq etishning holati, o'sish tendensiyalari, qo'llanilayotgan asosiy yo'nalishlar va ularning samaradorligi ilmiy tahlil etilgan. Shuningdek, AI vositalarining ta'limdagi moslashuvchanligi, diagnostik imkoniyatlari, o'quv faoliyatini avtomatlashtirishdagi o'rni chuqur yoritilgan. Grafik va statistik materiallar asosida chuqur tahlil berilgan.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, masofaviy ta'lim, adaptiv ta'lim, baholash tizimi, chatbotlar, AI diagnostika.

Аннотация: В статье проанализировано внедрение технологий искусственного интеллекта в систему дистанционного образования в период 2022–2025 годов. Рассматривается, как использование ИИ-платформ (адаптивные системы, автоматизированное оценивание, виртуальные помощники) способствует индивидуализации и повышению эффективности учебного процесса. Представлены графические и статистические данные, иллюстрирующие динамику развития ИИ в образовании.

Ключевые слова: искусственный интеллект, дистанционное обучение, адаптивные системы, автоматическая оценка, чат-боты, мониторинг ИИ.

Abstract: This article analyzes the application of artificial intelligence technologies in distance education from 2022 to 2025. It explores how AI tools such as adaptive platforms, automated assessment systems, and virtual assistants contribute to personalized, efficient, and data-driven learning processes. Graphs and statistical data illustrate the growth and effectiveness of AI integration in digital education systems.

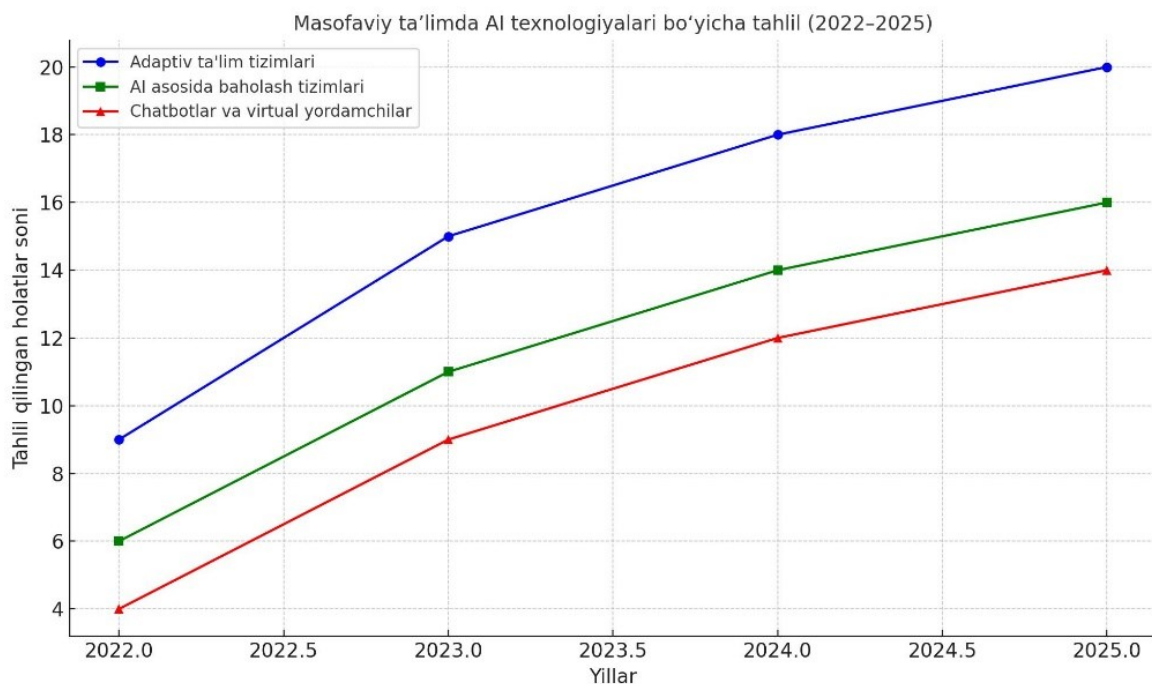
Keywords: artificial intelligence, distance learning, adaptive systems, automated assessment, chatbots, AI monitoring.

Kirish. So'nggi yillarda raqamli transformatsiyaning jadallashuvi, ayniqsa pandemiya sharoitidan so'ng, masofaviy ta'limga bo'lgan ehtiyojni keskin oshirdi. Ushbu jarayonda sun'iy intellekt texnologiyalari ta'lim tizimining ajralmas qismiga aylandi[1]. 2022–2025 yillar davomida dunyo bo'ylab va O'zbekiston ta'lim tizimida sun'iy intellekt elementlari: adaptiv platformalar, chatbotlar, avtomatlashtirilgan baholash vositalari, o'quvchi monitoring tizimlari amaliyotga faol joriy qilinmoqda. Masofaviy ta'lim nafaqat zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalariga tayangan holda tashkil etilishi, balki o'qitish jarayonining metodologik, psixologik va pedagogik

jihatlariga ham chuqur yondashuvni talab qiladi. Bu model o'qituvchilardan didaktik moslashuvchanlik, o'quvchilardan esa o'z-o'zini boshqarish, vaqtni to'g'ri taqsimlash va raqamli savodxonlik kabi kompetensiyalarni talab etadi[2]. Ayniqsa, sun'iy intellekt vositalari yordamida masofaviy ta'limda shaxsga yo'naltirilgan yondashuvni kuchaytirish imkoniyati ortib bormoqda.

Metodologiya. Tadqiqotda statistik tahlil, kontent tahlili va sohalararo qiyosiy yondashuv usullaridan foydalanildi. Ma'lumotlar tahlili uchun AI texnologiyalarining 4 yillik joriy etilish sur'atlari (2022–2025) bo'yicha chuqur kontent va tendensiyalar tahlili amalga oshirildi. Asosiy e'tibor adaptiv ta'lim tizimlari, AI asosida baholash va virtual yordamchi chatbotlarga qaratildi.

Natija va Tahlillar. Quyidagi grafikda 2022–2025 yillar davomida sun'iy intellekt texnologiyalari asosida masofaviy ta'limda tahlil qilingan asosiy yo'nalishlar soni ko'rsatilgan:



1-rasm Masofaviy ta'limda AI texnologiyalari bo'yicha tahlillar (2022–2025)

Tahlil natijalari quyidagilarni ko'rsatadi:

Adaptiv ta'lim tizimlari 2022-yilda 9 ta loyihada qo'llanilgan bo'lsa, 2025-yilga kelib ularning soni 20 taga yetdi. Bu o'sish 122% tashkil etadi. AI asosidagi baholash tizimlari 2022-yilda 6 ta namunada kuzatilgan bo'lsa, 2025-yilga kelib 16 taga ko'paydi. Bu esa o'quv faoliyatini avtomatlashtirishga bo'lgan talabning ortganini bildiradi. Chatbotlar va virtual yordamchilar bo'yicha 2022–2025 yillar oralig'ida 4 barobar o'sish kuzatildi[2]. Bunday natijalar AI texnologiyalarining nafaqat texnik yordam, balki o'qituvchi va o'quvchi o'rtasidagi aloqalarni qulaylashtiruvchi vosita sifatida keng qamrovli xizmat ko'rsatayotganini anglatadi.

AI texnologiyalari pedagogik jarayonlarni shaxslashtirish, real vaqtli baholash, ma'lumotlar asosida qaror qabul qilish (data-driven education) va takroriy mashg'ulotlarni avtomatlashtirish imkoniyatini berdi[2]. Sun'iy intellekt asosidagi platformalar har bir o'quvchi uchun mos o'quv materiallarini taklif etish, qiyinchilik darajasini sozlash va baholashni avtomatlashtirish orqali o'qituvchini zamonaviy mentor roliga o'tkazmoqda. Biroq, bu yondashuvlar bilan birga, texnologik va axborot xavfsizligi, algoritmik xatoliklar, maxfiylik va shaffoflik muammolari ham dolzarb bo'lib bormoqda[3]. Shu sababli AI texnologiyalarini tatbiq etishda normativ huquqiy bazani takomillashtirish va o'qituvchilarning raqamli kompetensiyasini oshirish zarur.

Xulosa. 2022–2025 yillar davomida masofaviy ta'limda sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash holati barqaror o'sish tendensiyasiga ega bo'lib, o'quv jarayonlarining sifat va qulayligini

oshirishga xizmat qilmoqda[4]. AI yordamida shaxsga yo'naltirilgan ta'lim, real vaqtli monitoring, tezkor baholash va o'zlashtirish darajasiga moslashtirilgan darslar amaliyotga joriy etilmoqda. Kelgusida bu texnologiyalarni pedagogik strategiyaga to'liq integratsiya qilish orqali masofaviy ta'lim tizimi yanada samarali, shaffof va inkluziv shaklga ega bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L.B. (2016). Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education. Pearson Education.
2. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.
3. U. Saidov. (2024). ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED MODELING: Automation, Intelligent Systems, Applications, and Research. Наука и инновации в системе образования.
4. Rasulov A.A., Qodirov I.S. Raqamli texnologiyalar va ta'lim jarayonini transformatsiyalash. – T.: Innovatsiya, 2022. – 198 b.

SUN'IY INTELLEKTGA ASOSLANGAN CISCO EMULYATORLARIDAN FOYDALANIB KOMPYUTER TARMOQLARINI SOZLASH VA BOSHQARISH

*Turdieva Gavhar Saidovna,
Dotsent, Buxoro davlat universiteti
Amaliy matematika va dasturlash
texnologiyalari kafedrası*

Annotatsiya. Ushbu maqolada sun'iy intellektga asoslangan cisco emulyatorlaridan foydalanib kompyuter tarmoqlarini o'qitish, tarmoq sozlamalarini amalga oshirish, qurilmalarni nazorat qilish usullari tahlil qilinadi. Sun'iy intellekt va kompyuter tarmoqlarining birga tizimlashtirilishi natijasida tarmoq xavfsizligini kuchaytirish kabi dolzarb masalalar haqida fikr va mulohazalarni ham taqdim etadi.

Kalit so'zlar: Cisco emulyatori, sun'iy intellekt, tarmoq nazorat qilishi, sun'iy intellekt texnikasi, tarmoq xavfsizligi, xatolarga chidamlilik.

Аннотация. В данной статье анализируются методы обучения компьютерным сетям с использованием эмуляторов Cisco на основе искусственного интеллекта, реализации сетевых настроек и контроля устройств. Также представлены мнения и соображения об актуальных вопросах, таких как усиление сетевой безопасности в результате совместной систематизации искусственного интеллекта и компьютерных сетей.

Ключевые слова: эмулятор Cisco, искусственный интеллект, сетевой контроль, методы искусственного интеллекта, сетевая безопасность, отказоустойчивость.

Annotation. This article analyzes methods for teaching computer networks using artificial intelligence-based Cisco emulators, implementing network settings, and monitoring devices. It also presents opinions and considerations on pressing issues such as strengthening network security through the combined systematization of artificial intelligence and computer networks.

Keywords: Cisco emulator, artificial intelligence, network monitoring, artificial intelligence techniques, network security, fault tolerance.

Jamiyatning raqamli transformatsiya jarayonlarini boshdan kechirishi natijasida tarmoq texnologiyalariga bo'lgan ehtiyoj yanada ortib bormoqda. Tarmoq tizimi murakkablik darajasida rivojlanishda davom etmoqda. Tarmoqning afzalliklaridan foydalanish uchun har kuni yangi xizmatlar ishlab chiqilmoqda. Tarmoq texnologiyasini o'qitish va o'rganishni osonlashtiradigan ta'lim vositalari paydo bo'lmoqda.

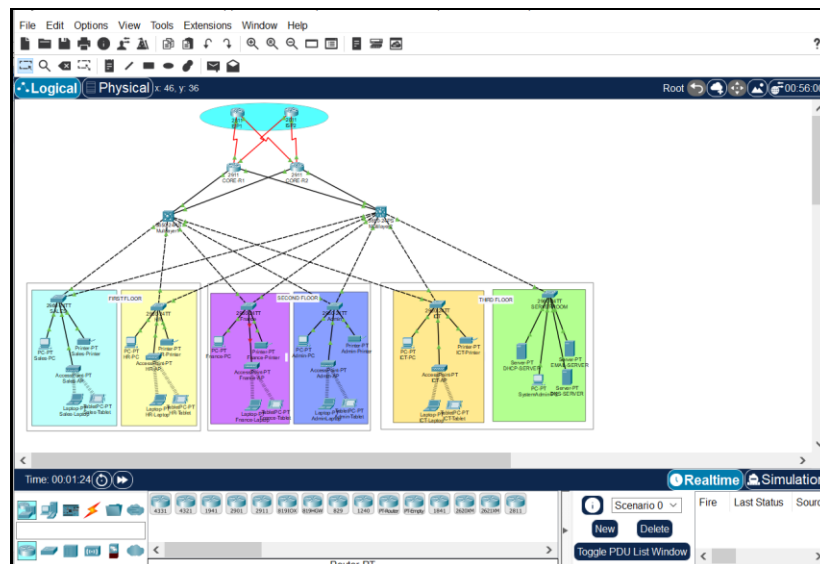
Cisco Packet tracer – tarmoqni o'qitishning qulay vositalardan biri bo'lib, u tarmoqni yaxshiroq tushunishga yordam beradi, uning ishi real vaqtga o'xshaydi. Uning simulyatsiyaga asoslangan o'quv muhiti esa o'quvchilarga tanqidiy fikrlash, tarmoq muammolarini bartaraf etish, ijodiy va qaror qabul

qilishga yordam beradi. Tarmoqni o'rganish jarayonida Cisco Packet tracer "virtual tarmoq dunyosini" yaratishga imkon beradi. Packet tracer vizualizatsiya, simulyatsiya, baholash, vizualizatsiya va hamkorlik imkoniyatlarini taqdim etadi.

CISCO tarmoq simulyatsiyasi dasturi - xavfsizlik va marshrutlash maqsadi kabi ma'lum konfiguratsiyalarda ishlaydigan Packet Tracer. Packet tracer tarmoq topologiyalarini yaratishda yordam beradi, u tarmoq xatti-harakatlarini simulyatsiya qiladi va buyruq qatori interfeysidan foydalangan holda marshrutizatorlar va kalitlarni simulyatsiya qiladi va zamonaviy kompyuterlarni taqlid qiladi[1].

Talabalar uchun esa Cisco Packet Tracer - bu Cisco Network Academy sinfiga kirgan talabalar bepul foydalanishi mumkin bo'lgan murakkab vizualizatsiya va simulyatsiya kompyuter tarmog'i dasturi. Packet tracer foydalanuvchilar va talabalar uchun ochiq laboratoriya muhitini taqdim etadi, bu ularga jismoniy tarmoqda zarur bo'lgan bir xil ishni bajarish uchun zudlik bilan nisbatan oqilona vaqt ichida laboratoriyani tugatishga yordam berish imkoniyatidir [2].

Cisco Packet Tracer dasturi Cisco tomonidan ishlab chiqilgan va telekommunikatsiya tarmoqlari va tarmoq uskunarini o'rganishda foydalanish uchun tavsiya etiladi. Packet Tracer dasturiy ta'minoti asosida turli xil Cisco marshrutizatorlari va kommutatorlari, ishchi stantsiyalari va Ethernet, Serial, ISDN, Frame Relay kabi tarmoq ulanishlaridan tarmoq topologiyasini yaratish mumkin. Simulyatorning funktsiyalari mashg'ulot uchun ham, ish uchun ham, rejalashtirish bosqichida tarmoqni sozlashda ham mos bo'lishi mumkin.



1-rasm. Cisco emulyatorida laboratoriya mashg'ulotida murakkab tarmoq hosil qilish

Cisco emulyatorlari, xususan Packet Tracer va GNS3 tarmoq xavfsizligini o'rganish, sinovdan o'tkazish va takomillashtirish uchun qulay muhit yaratib beradi. Quyida emulyatorlar yordamida tarmoq xavfsizligini ta'minlash usullari keltirilgan:

1. Xavfsizlikni ta'minlash vositalarini o'rganish va sinovdan o'tkazish: Bunda emulyatorlar yordamida turli xil xavfsizlik devorlarining sozlamalarini (masalan, ACL - Access Control Lists) sinovdan o'tkazish va ularning tarmoq trafiginini to'g'ri filtrlashini tekshirish mumkin. IDS/IPS tizimlarini simulyatsiya qilib, turli xil hujumlarni aniqlash va ularga javob berish qobiliyatini baholash mumkin. Yana VPN ulanishlarini sozlash va ularning ma'lumotlarni shifrlashini, autentifikatsiyani to'g'ri amalga oshirishini tekshirish mumkin.

2. Hujum stsenariylarini simulyatsiya qilishda emulyatorlar yordamida DoS/DDoS hujumlarini simulyatsiya qilib, tarmoqning barqarorligini va hujumlarga chidamliligini baholash mumkin. Hujumning ta'sirini o'rganish va himoya choralarini ko'rish mumkin. MITM (Man-in-the-Middle) hujumlarini simulyatsiya qilib, ma'lumotlarning buzilishini oldini olish uchun shifrlash

protokollarining to'g'ri sozlanishini tekshirish mumkin. Zararli dasturlarning tarmoqqa kirishi va tarqalishini simulyatsiya qilib, ularni aniqlash va yo'q qilish usullarini o'rganish mumkin.

3. Xavfsizlik siyosatlarini ishlab chiqish va sinovdan o'tkazish bo'yicha emulyatorlar tarmoqning xavfsizlik siyosatlarini ishlab chiqish, test qilish va amalga oshirish uchun ishlatilishi mumkin. Masalan, qaysi portlar bloklanishi kerak, qanday ilovalarga ruxsat berilishi kerak va qanday trafik filtrlash qoidalari qo'llanilishi kerak.

4. Xavfsizlik bo'yicha trening o'tkazish jarayonida emulyatorlar xavfsizlik bo'yicha trening o'tkazish uchun ideal muhitdir. Tarmoq muhandislari real vaziyatlarga yaqin stsenariylarni simulyatsiya qilib, muammolarni hal qilish va xavfsizlikni ta'minlash ko'nikmalarini rivojlantirishlari mumkin.

5. Zaifliklarni aniqlash bo'yicha emulyatorlar tarmoqdagi zaifliklarni (masalan, eskirgan dasturiy ta'minot, zaif parollar, noto'g'ri konfiguratsiyalar) aniqlash uchun ishlatilishi mumkin. Bu tarmoqning himoya qatlamini kuchaytirishga yordam beradi.

Cisco emulyatorlari tarmoq xavfsizligini o'rganish va amaliyotda qo'llash uchun bepul va qulay vosita hisoblanadi. Ular xavfsizlik siyosatini ishlab chiqishdan tortib, hujumlarni simulyatsiya qilishgacha bo'lgan keng doiradagi vazifalarni bajarishga imkon beradi.

Bugungi kunda Cisco xavfsizlik tizimi bilan AI integratsiyasi bo'yicha bir qancha ishlar amalga oshirilmoqda. NVIDIA bilan Cisco Secure AI zavodi AI infratuzilmasi va xavfsizligida yangi zamin yaratdi, korporativ sun'iy intellekti qabul qilishni tezlashtiradi va soddalashtiradi. Taklif mijozlarga AI ish yuklarini ishlab chiqish va boshqarish uchun ma'lumotlar markazlarini qurish va himoya qilish imkonini beradi. NVIDIA bilan Cisco Secure AI Factory Cisco AI Defence va Hybrid Mesh Firewall kabi yechimlardan foydalangan holda dasturdan tortib to ish yukigacha infratuzilmagacha bo'lgan barcha qatlamlarda xavfsizlikni birlashtiradi[3].

AI ilovalarini ishlab chiqish va yetkazib berish yuqori unumli, kengaytiriladigan AI dasturiy infratuzilmasi va asboblarni zanjirini talab qiladi. Ushbu AI infratuzilmasi va dasturiy ta'minotini himoya qilish uchun yangi arxitektura talab qilinadi - AI stekining barcha qatlamlarida xavfsizlikni o'rnatadi va asosiy infratuzilma o'zgarishi bilan avtomatik ravishda o'lchaydi va moslashadi. NVIDIA Spectrum-XTM Ethernet tarmoq platformasida Cisco va NVIDIA hamkorligi NVIDIA bilan Cisco Secure AI Factory uchun asos yaratadi. Cisco AI ish yuklarini himoya qilish uchun Cisco Hypershield va AI modellari va ilovalarini ishlab chiqish, joylashtirish va ulardan foydalanishni himoya qilish uchun Cisco AI Defense kabi xavfsizlik echimlarini birlashtiradi. Cisco va NVIDIA birgalikda mijozlarga qulaylik va xavfsizlikdan voz kechmasdan, o'zlarining maxsus AI ehtiyojlari uchun infratuzilmani loyihalashda moslashuvchanlikni beradi.

Xulosa qilib aytganda Cisco emulyatorlari tarmoq qurilmalarini nazorat qilishni o'rganish va amalda qo'llash uchun juda samarali vosita hisoblanadi. Ular xavfsizlikni ta'minlaydi, amaliy tajriba beradi, har xil stsenariylarni simulyatsiya qilish imkonini beradi va xarajatlarni kamaytiradi. Bu esa o'quvchilar va muhandislar uchun tarmoqlarni boshqarish va nazorat qilish bo'yicha yuqori malaka va tajriba orttirishga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1]. [http:// www.cisco.com](http://www.cisco.com) [Accessed on 25 Dec 2019]

[2]. Sun, Liangxu, et al. "Comparison between physical devices and simulator software for Cisco network technology teaching." 2013 8th International Conference on Computer Science & Education. IEEE, 2013.

[3]. <https://newsroom.cisco.com/c/r/newsroom/en/us/a/y2025/m03/cisco-and-nvidia-secure-AI-factory.html>

[4]. Саидовна Т. Г.(2025). Возможности Искусственного Интеллекта В Обеспечении Безопасности Iot-Устройств. *Miasto Przyszłości*, 59, 200–206. Retrieved from <https://miastoprzyszlosci.com.pl/index.php/mp/article/view/6312>

[5]. G.S.Turdieva Bulutli platformalardan foydalanishda xavfsizlik muammolari: Xavflar va tahdidlar // Inter education & global study. 2024. №4.

PYTHON DASTURLASH TILIDA INNOVATSION LOYIHALAR YARATISH.

Kamalova Nilufar Ilxomovna

Buxoro davlat universiteti

“Amaliy matematika va dasturlash texnologiyalari”

kafedrası dotsenti, pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Ilyosova Mashhura Akmal qizi

Buxoro davlat universiteti 2-bosqich magistranti

Annotatsiya. Maqolada Pythonda innovatsion loyihalar yaratish nazariyasi va klasifikatsiyasi haqida ma'lumot berilgan. Innovatsion loyiha fayllar orasidagi moslikni aniqlovchi dastur misolida keltirilgan.

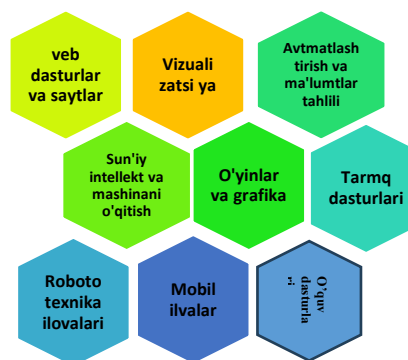
Kalit so'zlar: Python, plagiat, innovatsion loyiha, PyQT, ma'lumotlar tahlili.

Kirish

Bugungi kunda dasturlash tillarini ko'payishi, mehnat bozorida turli tillarga moslashuvchan dasturchilarga bo'lgan talabni oshishiga olib keladi. Bunday kadrlarni tayyorlashda ularning amaliy bilim ko'nikmalarini, kompetensiya darajasiga olib chiqishda qiziqarli innovatsion loyihalar yaratish orqali erishish mumkin. Innvatsion loyihalar dasturchini algritmik fikrlashini va muammoni hal qila olish ko'nikmasini rivojlantiradi. Dasturlash kutubxnalari va texnologiyalar bilan ishlash ko'nikmalarini rivojlantiradi. Dastur xato va kamchiliklarini aniqlash va tez tuzatish tajribasini rivojlantiradi. Loyihalarni boshqarish va innovatsion texnologiyalarni o'rganishga undaydi. Bu borada ko'plab tadqiqotchilar o'rganish olib borgan. Jumladan, Python dasturlash tili va uning kutubxnalarning imkoniyatlarini M. F. Sanner o'zining “Python: dasturlar uchun dasturlash tili integration va rivojlanish” nomli maqolasida yoritgan. Python dasturlash tili yordamida mashinani o'qitish va bunda sticky learning modulidan foydalanish haqida Hao, Jiangang va Tin Kam Ho.lar yozganlar[2]. Python dasturlash tilining imkoniyatlari va boshqa dasturlash tillaridan afzalliklarini Srinath, K. R. bayon etgan. [3]

Metodlar

Pythonda innovatsion loyihalarni quyidagicha klasifikatsiyalash mumkin:



1-rasm. Innovatsion loyihalar klasifikatsiyasi.

Biz asosiy e'tiborni avtomatlashtirish va ma'lumotlar tahliliga qaratdik. Chunki bunday dasturlar vaqt va resurslarni tejaydi, xatolarni kamaytiradi va ko'plab muammolarning innovatsion yechimini, yangi imkoniyatlarni ochib beradi. avtomatlashtirish va ma'lumotlar tahlilini bir nechta word fayllarini o'zaro plagiatga tekshiruvchi dastur misolida qaraymiz.

Dasturni tayyorlash uchun pythonning PyQt5 kabi modulidan foydalandik.

Quyida dastur kodi bilan qisqacha tanishtirib o'tamiz:

```

from ui import Ui_MainWindow
from PyQt5.QtWidgets import QMainWindow, QApplication
from PyQt5 import QtWidgets
from PyQt5.QtCore import Qt
from PyQt5.QtGui import QTextCursor
from PyQt5 import QtGui
import sys
from utils.check_for_plagiat import simple_similarity_ratio, find_common_indices
import os
from difflib import SequenceMatcher
import docx

class MainWindow(QMainWindow, Ui_MainWindow):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.setupUi(self)
        self.pushButton.clicked.connect(self.check)
        self.pushButton_3.clicked.connect(self.load_doc1)
        self.pushButton_4.clicked.connect(self.load_all_docs)
        self.listWidget.clicked.connect(self.load_doc)
        self.actual_files = {}
        self.doc1 = None
        self.doc2 = None

    def load_doc1(self):
        file_path, _ = QtWidgets.QFileDialog.getOpenFileName(self, "Choose Word File",
        "", "Word Document (*.docx)")
        if file_path:
            self.doc2 = docx.Document(file_path)
            text = "\n".join(paragraph.text.strip() for paragraph in self.doc2.paragraphs)
            self.textEdit_2.setPlainText(text)

    def check(self):
        self.listWidget.clear()
        for file in self.actual_files:
            doc = self.actual_files[file][1]
            text = "\n".join(paragraph.text.strip() for paragraph in doc.paragraphs)
            similarity_ratio = simple_similarity_ratio(self.textEdit_2.toPlainText(), text)
            matching_indices = find_common_indices(self.textEdit_2.toPlainText(), text,
            match_size=5)
            print(matching_indices)
            # based on the matching indices in edit_text2 put hover effect on textEdit
            for index in matching_indices:
                cursor = self.textEdit_2.textCursor()
                cursor.setPosition(index[0], mode=QTextCursor.MoveAnchor)
                cursor.setPosition(index[1], mode=QTextCursor.KeepAnchor)
                format = QtGui.QTextCharFormat()

```

```

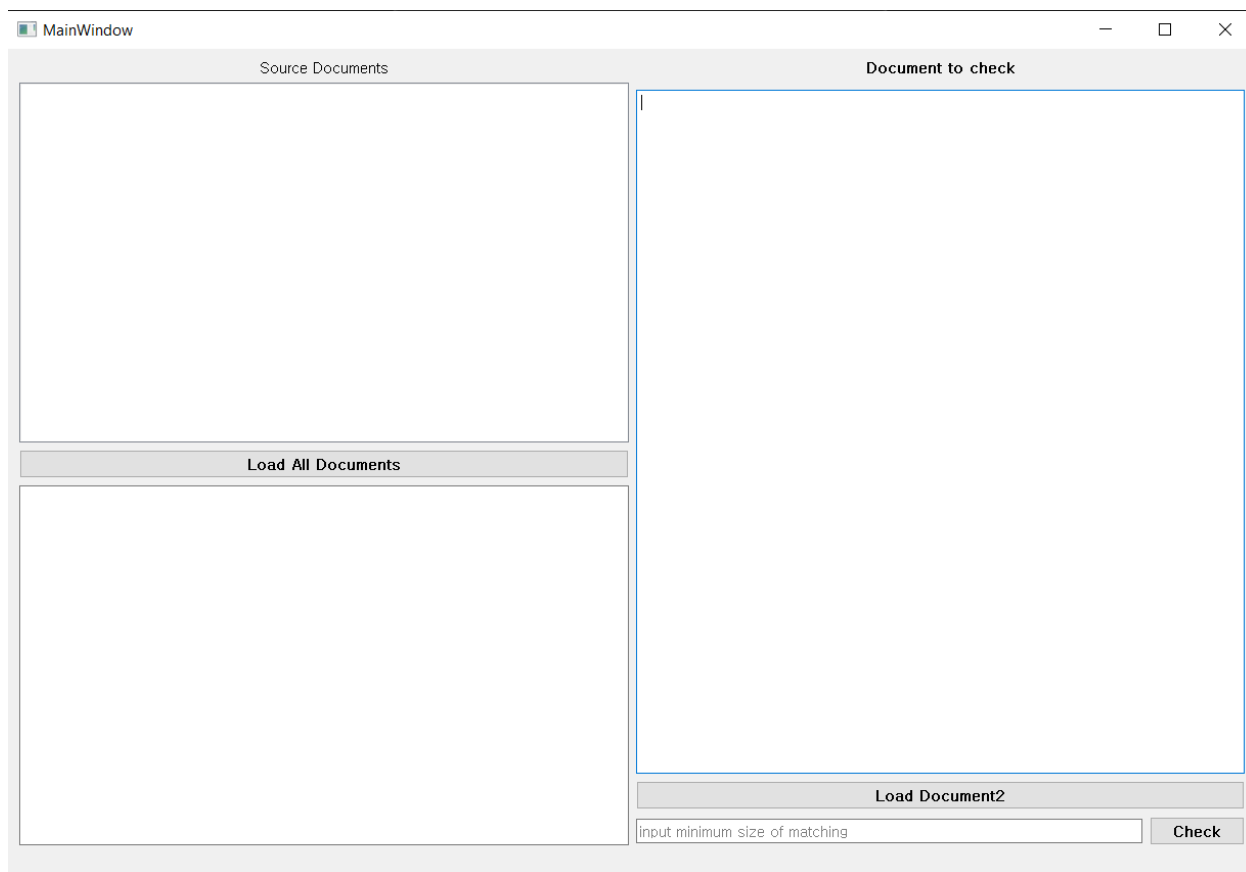
        format.setBackground(QtGui.QColor("yellow"))
        cursor.mergeCharFormat(format)
        self.textEdit_2.setTextCursor(cursor)
        self.listWidget.addItem(f"{self.actual_files[file][0]} - {similarity_ratio:.2f}%")
    def load_all_docs(self):
        files_ = QtWidgets.QFileDialog.getOpenFileNames(self, "Choose word
document", "", "Word document (*.docx)")
        if files:
            self.actual_files = { idx:(file,docx.Document(file)) for idx,file in
enumerate(files)}
            self.listWidget.clear()
            for file in files:
                self.listWidget.addItem(file)
        else:
            QtWidgets.QMessageBox.critical(self, "Error", "Choose at least one file")
    def load_doc(self):
        if self.listWidget.currentItem():
            file_index = self.listWidget.currentRow()
            if file_index!=-1:
                doc = self.actual_files[file_index][1]
                text = "\n".join(paragraph.text.strip() for paragraph in doc.paragraphs)
                self.textEdit.setPlainText(text)
            else:
                QtWidgets.QMessageBox.critical(self, "Error", "Choose all documents")
if __name__ == "__main__":
    app = QApplication(sys.argv)
    window = MainWindow()
    window.show()
    sys.exit(app.exec_())

```

MainWindow klassi QMainWindow va Ui_MainWindowdan meros olib, GUI elementlarini sozlaydi. self.pushButton.clicked.connect(self.check) orqali “Tekshirish” tugmasi check() funksiyasiga ulanadi. load_doc1() funksiyasi orqali .docx fayl tanlanib, textEdit_2 oynasiga matni chiqariladi. load_all_docs() bir nechta .docx fayllarni tanlab, actual_files lug‘atiga saqlaydi va fayllar ro‘yxatga qo‘shiladi. check() funksiyasi textEdit_2dagi matnni barcha yuklangan fayllar bilan solishtiradi. Har bir fayl uchun simple_similarity_ratio() funksiyasi yordamida o‘xshashlik foizi hisoblanadi. find_common_indices() topilgan mos keluvchi indekslar asosida textEdit_2da sariq fon bilan ajratadi. QTextCursor yordamida indeks oralig‘i tanlanib, QTextCharFormat orqali fon rangi beriladi. load_doc() funksiyasi listWidgetdagi tanlangan hujjatni olib, textEdit oynasida ko‘rsatadi. if __name__ == "__main__" bo‘limida ilova ishga tushiriladi va asosiy oyna (MainWindow) ko‘rsatiladi.

Natija

Dastur interfeysi quyidagicha:



2-rasm. “Check plagiat” dasturining interfeysi.

Bu interfeys dastur tuzuvchisi uchun ham, foydalanuvchi uchun ham qulaylik yaratishga qaratilgan.

Dasturning asosiy tuzilmasi. Dastur oynasi ikkita asosiy ustunga bo‘lingan:

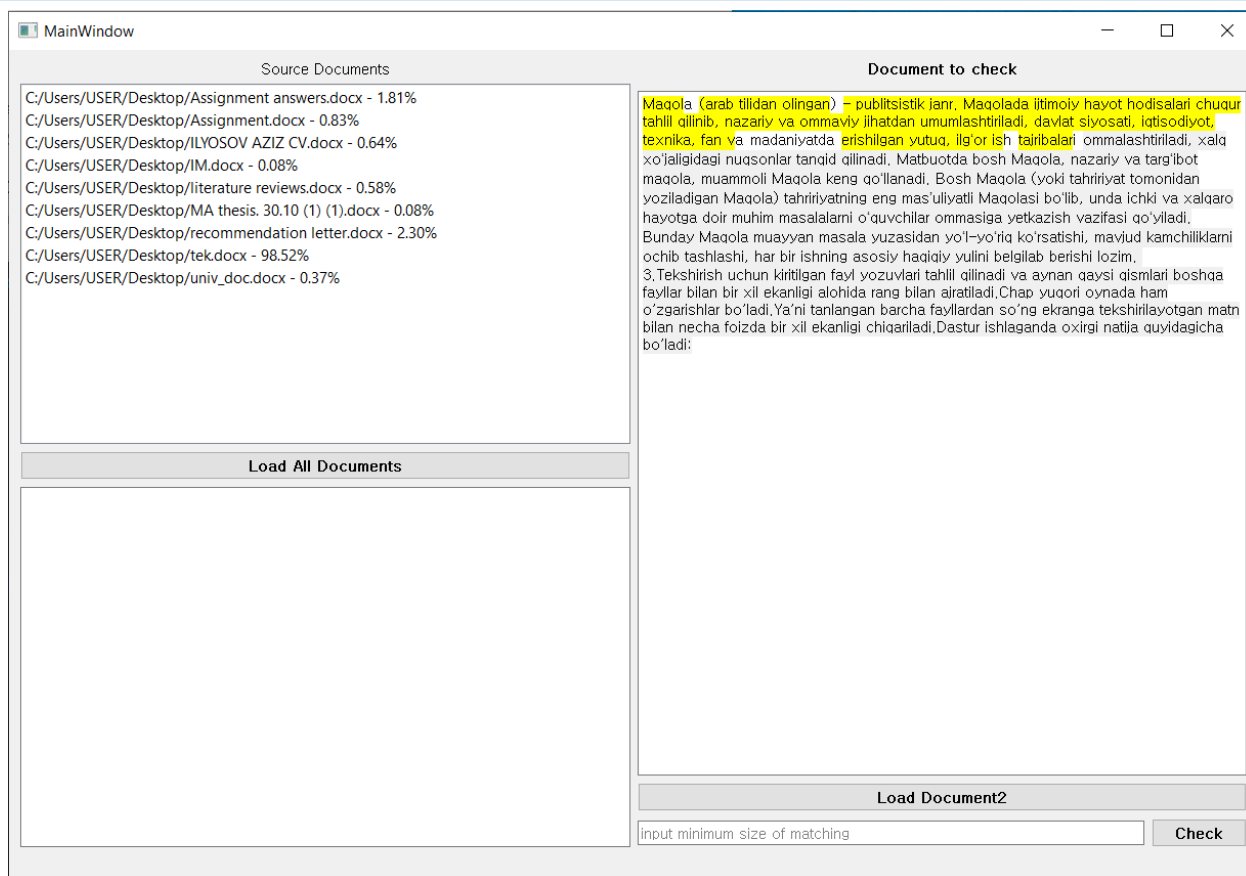
Chap ustun (Source Documents): manba hujjatlarini boshqarish va ko‘rish joyi. Load all Documents tugmasi bosilganda tekshirilishi kerak bo‘lgan fayllar tanlanadi. O‘ng ustun (Document to check): plagiatga tekshiriladigan hujjat joylashadi. Load Document2 tugmasini bosish orqali foydalanuvchiga tekshirilayotgan faylni fayl shaklida yuklash imkonini beradi. Bu fayl o‘ngdagi matn oynasiga avtomatik tushiriladi. “Input minimum size of matching” —bu yerga foydalanuvchi raqam kiritadi, masalan: “3” deb kiritsa, 3 so‘zdan kam bo‘lgan o‘xshash segmentlar hisobga olinmaydi. Bu me‘zon algoritmda threshold (chegaraviy qiymat) sifatida ishlatiladi.

“Check” tugmasi. Ushbu tugma bosilganda:

1. Tekshirilayotgan matn vs manba hujjatlari taqqoslanadi.
2. Plagiat mavjud bo‘lsa, natija chiqariladi.
3. Tekshirish uchun kiritilgan fayl yozuvlari tahlil qilinadi va aynan qaysi qismlari boshqa fayllar bilan bir xil ekanligi alohida rang bilan ajratiladi. Chap yuqori oynada ham o‘zgarishlar bo‘ladi. Ya’ni tanlangan barcha fayllardan so‘ng ekranga tekshirilayotgan matn bilan necha foizda bir xil ekanligi chiqariladi.

Har ikki ustun birgalikda dasturning asosiy qismlarini tashkil qiladi va Horizontal layout orqali yonma-yon joylashtirilgan.

Dastur ishlatilganda natija quyidagicha bo‘ladi:



3-rasm. Dasturning ish jarayoni.

Chap oynada tanlangan faylning har bir fayllar bilan o'xshashligi foizda ko'rsatilgan. O'ng oynada esa tanlangan faylning aynan qaysi qismlari ko'chirilganligi alohida rangda ko'rsatib berilgan

Xulosa

Innovatsion loyihalar haqiqiy muammolarni hal qilishga qaratilganligi uchun, nazariy bilimlarini mustahkamlash imkonini beradi va kasbiy kompetensiyalarni oshiradi. Innovatsion dasturlar sifatida fayllar orasidagi moslikni aniqlovchi dasturni keltirish mumkin. Yuqorida shunday dasturlardan biri "Plagiat Check" dasturi keltirilgan. Ushbu dasturi yanada takomillashtirish mumkin. Kelajakda sun'iy intellekt (NLP) va ma'lumotlar bazasi integratsiyasi orqali semantik tahlilni kuchaytirish, bulutli texnologiyalar bilan birlashtirish, shuningdek, ko'p tilli matnlar uchun qo'llab-quvvatlashni joriy etish kabi imkoniyatlar mavjud.

Adabiyotlar

1.Sanner, Michel F. "Python: a programming language for software integration and development." J Mol Graph Model 17.1 (1999): 57-61.

2.Hao, Jiangang, and Tin Kam Ho. "Machine learning made easy: a review of scikit-learn package in python programming language." Journal of Educational and Behavioral Statistics 44.3 (2019): 348-361.

3.Srinath, K. R. "Python—the fastest growing programming language." International Research Journal of Engineering and Technology 4.12 (2017): 354-357.

Atamuradov Jamshid Jalilovich

*BuxDU, "Axborot tizimlari va
raqamli texnologiyalar" kafedrası, dotsent*

Annotatsiya. Ushbu tezisda masofaviy ta'lim tizimlarida sun'iy intellekt texnologiyalarining qo'llanilishi, ularning samaradorligi va kelajakdagi istiqbollari tahlil qilinadi. Zamonaviy ta'lim muhitida AI asosidagi yechimlar o'qituvchilar va talabalar o'rtasidagi muloqotni optimallashtirish, o'quv materiallarini individuallashtirish va ta'lim jarayonining sifatini oshirishga qanday yordam berishi ko'rib chiqiladi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, sun'iy intellekt vositalarining masofaviy ta'lim tizimlariga tatbiq etilishi maqsadga muvofiq va ta'lim jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkoniyatiga ega degan xulosaga kelinadi.

Kalit so'zlar: masofaviy ta'lim, sun'iy intellekt, e-ta'lim platformalari, ta'limni individuallashtirish, adaptiv o'qitish, ta'lim analitikasi, mashinali o'qitish

Аннотация. В данном тезисе анализируется применение технологий искусственного интеллекта в системах дистанционного образования, их эффективность и перспективы развития. Рассматривается, как решения на основе ИИ в современной образовательной среде способствуют оптимизации взаимодействия между преподавателями и студентами, индивидуализации учебных материалов и повышению качества образовательного процесса. На основе результатов исследования делается вывод о целесообразности внедрения инструментов искусственного интеллекта в системы дистанционного образования и их значительном потенциале для повышения эффективности образовательного процесса.

Ключевые слова: дистанционное образование, искусственный интеллект, платформы электронного обучения, индивидуализация образования, адаптивное обучение, образовательная аналитика, машинное обучение

Abstract. This thesis analyzes the application of artificial intelligence technologies in distance education systems, their effectiveness, and prospects for future development. It examines how AI-based solutions in the modern educational environment help optimize interaction between teachers and students, personalize learning materials, and improve the quality of the educational process. Based on research results, the thesis concludes that the implementation of artificial intelligence tools in distance education systems is advisable and has significant potential to increase the effectiveness of the educational process.

Keywords: distance education, artificial intelligence, e-learning platforms, education personalization, adaptive learning, educational analytics, machine learning

Kirish. Masofaviy ta'lim tizimlarining rivojlanishi va kengayishi, ayniqsa COVID-19 pandemiyasi davrida, ta'lim sohasida yangi texnologik yechimlarning joriy etilishini talab qildi[1]. Sun'iy intellekt (AI) texnologiyalari ushbu jarayonning ajralmas qismiga aylanib, masofaviy ta'limning samaradorligini oshirish va yangi imkoniyatlarni yaratish uchun muhim vosita bo'lib xizmat qilmoqda[8]. Ushbu tezisda masofaviy ta'lim tizimlarida sun'iy intellektning asosiy qo'llanilish yo'nalishlari, joriy etilgan tizimlarning samaradorligi va kelajakdagi istiqbollari tahlil qilinadi.

Sun'iy intellektning masofaviy ta'limdagi asosiy qo'llanilish yo'nalishlari

1. O'quv materiallarini individuallashtirish va adaptiv ta'lim

Sun'iy intellekt tizimlari talabalarining individual ehtiyojlari va o'rganish uslublariga mos ravishda o'quv materiallarini taqdim etish imkonini beradi [2]. Bu talabalarining bilim darajasi, qiziqishlari va o'zlashtirishga bo'lgan munosabatiga qarab o'quv jarayonini moslashtirishga yordam beradi [4].

2. Talabalar faoliyatini monitoring qilish va baholash

AI algoritmlari talabalarining o'quv platformasidagi faolligini kuzatish, ularning o'zlashtirish darajasini baholash va qiyinchilik tug'dirayotgan mavzularni aniqlash imkonini beradi [6]. Bu

o'qituvchilarga har bir talabaning individual ehtiyojlarini tushunish va zarur yordam ko'rsatish uchun qimmatli ma'lumotlarni taqdim etadi [2].

3. Virtual yordamchilar va chatbotlar

AI asosidagi virtual yordamchilar va chatbotlar talabalarga 24/7 rejimida texnik yordam ko'rsatish, tez-tez so'raladigan savollarga javob berish va o'quv materiallarini topishda yordam berish uchun qo'llaniladi [3].

4. Ta'lim kontentini yaratish va takomillashtirish

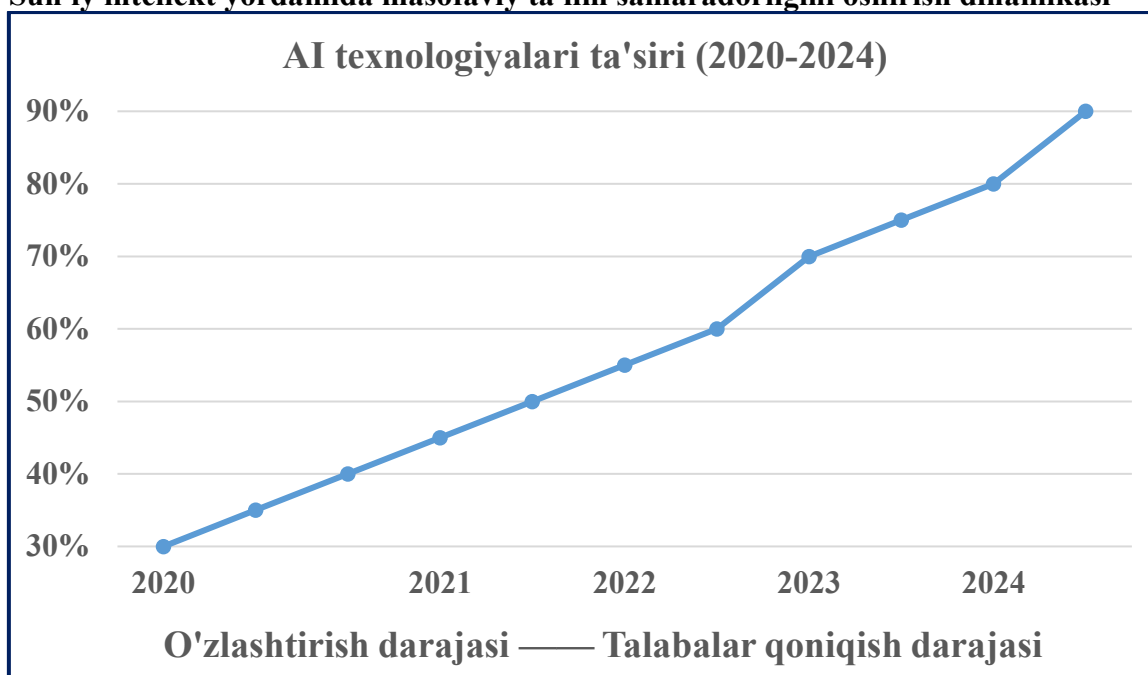
Sun'iy intellekt tizimlari o'quv materiallari, testlar va topshiriqlarni yaratish jarayonini avtomatlashtirish uchun qo'llaniladi [7]. Bu o'qituvchilar uchun vaqtni tejaydi va o'quv kontentini muntazam yangilab turish imkonini beradi [10].

5. Ta'lim analitikasi

AI vositalari ta'lim platformalarida to'plangan katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish, o'quv jarayonidagi muammolarni aniqlash va ta'lim sifatini oshirish yo'llarini topishda muhim rol o'ynaydi [2].

Sun'iy intellektning masofaviy ta'limdagi qo'llanilishi bo'yicha jadval

AI texnologiyalari	Qo'llanilish sohalari	Afzalliklari	Muammolar
Natural Language Processing (NLP)	Chatbotlar, avtomatik baholash, matn tahlili	Tezkor javob berish, til o'rganishni qo'llab-quvvatlash	Murakkab til konstruksiyalarini tushunishdagi cheklovlar
Machine Learning	Adaptiv o'qitish, talabalar faoliyatini bashorat qilish	Individual ta'lim yo'llarini yaratish	Aniq ma'lumotlar va modellarni o'qitish uchun vaqt talab etilishi
Computer Vision	Video darslarni tahlil qilish, nazorat qilish	Talabalar ishtiroki va e'tiborini kuzatish	Maxfiylik masalalari, texnik cheklovlar
Recommender Systems	O'quv materiallarini tavsiya qilish	Qiziqarli va dolzarb materiallarni taqdim etish	"Filter bubble" effekti xavfi
Speech Recognition	Audio materiallarni transkripsiya qilish, nutqni aniqlash	Materiallarni turli formatlarda taqdim etish	Aksentlar va fon shovqinlari bilan bog'liq muammolar

Sun'iy intellekt yordamida masofaviy ta'lim samaradorligini oshirish dinamikasi

Izoh: Grafik so'nggi 5 yil davomida AI texnologiyalari qo'llanilgan masofaviy ta'lim platformalarida o'zlashtirish darajasi o'sishini ko'rsatadi[9].

Sun'iy intellektning masofaviy ta'limdagi qo'llanilishi bo'yicha xorijiy tajriba

Xorijiy universitetlar va ta'lim platformalari (Coursera, edX, Udacity) tajribasi shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt texnologiyalarining joriy etilishi o'quv materiallarini o'zlashtirishni o'rtacha 23% ga oshirish, o'qishni tashlab ketish darajasini 15-20% ga kamaytirish va talabalarning qoniqish darajasini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi.

Masofaviy ta'limda sun'iy intellekt qo'llanilishining istiqbollari

Kelajakda masofaviy ta'lim tizimlarida sun'iy intellektning qo'llanilishi quyidagi yo'nalishlarda rivojlanishi kutilmoqda [5]:

1. Yanada takomillashgan va personallashtirilgan adaptiv ta'lim tizimlari [1]
2. Yuqori darajadagi interaktiv virtual o'quv muhitlari [4]
3. Real vaqtda talabalar holatini tahlil qilish va baholash tizimlari [6]
4. Sun'iy intellekt asosidagi mentorlik va yo'naltirish tizimlari [8]
5. Ta'lim jarayonini optimallashtirish uchun prediktiv analitikadan keng foydalanish [2]

Xulosa

Masofaviy ta'lim tizimlarida sun'iy intellekt texnologiyalarining qo'llanilishi ta'lim jarayonini sezilarli darajada takomillashtirish, uni personallashtirish va samaradorligini oshirish imkonini beradi. AI vositalari o'qituvchilar va talabalarning imkoniyatlarini kengaytiradi, ta'lim resurslaridan samarali foydalanishga yordam beradi va masofaviy ta'limning sifatini oshiradi. Kelajakda sun'iy intellekt texnologiyalarining yanada chuqurroq integratsiyasi masofaviy ta'lim tizimlarining rivojlanishida muhim yo'nalish bo'lib qoladi.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Ahmedov, B. A. (2021). Masofaviy ta'limda sun'iy intellekt texnologiyalari. Toshkent: Fan va texnologiya.
2. Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2022). Educational data mining and learning analytics: Potentials and possibilities for online education. In Handbook of Research on Educational Communications and Technology (pp. 61-75). Springer.
3. Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. IEEE Access, 8, 75264-75278.

4. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.
5. Karimov, U., & Xodjayeva, D. (2022). O'zbekistonda masofaviy ta'lim tizimini rivojlantirish istiqbollari. Ta'lim fanlari jurnali, 5(3), 45-58.
6. Roll, I., & Wylie, R. (2023). Evolution and Revolution in Artificial Intelligence in Education. International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26(2), 582-599.
7. Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2021). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16(1), 39.
8. Zhu, Z.-T., Yu, M.-H., & Riezebos, P. (2020). A research framework of smart education. Smart Learning Environments, 3(1), 1-17.
9. Карпенко, О. М., & Фокина, В. Н. (2021). Перспективы использования технологий искусственного интеллекта в дистанционном образовании. Дистанционное и виртуальное обучение, 7(2), 4-16.
10. Сергеев, А. Г., & Жигалов, И. Е. (2022). Системы искусственного интеллекта в дистанционном образовании: текущее состояние и перспективы. Современные наукоемкие технологии, 3(1), 124-129.

SPORTGA ALOQADOR SUYAK SINISHLARINI ANIQLASH UCHUN CHUQUR O'QITISH MODEL

Sanjar Mirzaxalilov

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent

axborot texnologiyalari universiteti, Kompyuter tizimlari kafedrası dotsenti v.b.

Email.: mirzaxalilov86@tuit.uz

Annotatsiya. Sportchilarda kuzatiladigan suyak sinishlari tez va ishonchli tashxisni talab qiluvchi muhim muammolardan biridir. Bu jarohatlar ko'pincha aniqlash qiyin bo'lgan mayda yoriqlar shaklida yuzaga keladi. Mazkur ishda sport tibbiyotida qo'llashga moslashtirilgan, yuqori aniqlikka ega, hisoblash quvvatini kam talab qiladigan sun'iy intellekt modeli ishlab chiqildi. Model DenseNet121 asosida tuzilgan bo'lib, uning arxitekturası qayta ko'rib chiqilgan va Canny chekka detektori bilan boyitilgan. Modelda ishlatilgan tibbiy tasvirlar bilan ishlashga mo'ljallangan maxsus ma'lumotlar to'plami orqali uni o'qitish amalga oshirildi. Natijada, model 90,3 foiz aniqlikka erishdi va mavjud ilg'or arxitekturalardan (ResNet-50, VGG-16, EfficientNet-B0) ustun ekanligi tasdiqlandi. Shu bilan birga, u real vaqtli tashxislash tizimlarida ishlash uchun yetarli darajada yengil (14.78 mln parametr, 0.54 GFLOPs) hisoblanadi.

Kalit so'zlar: Suyak sinishi, yengil chuqur o'qitish modellari, sport tibbiyoti, tezkor vizual diagnostika, rentgen tasvirlarini tahlil qilish.

Abstract. Bone fractures observed in athletes are one of the important problems requiring rapid and reliable diagnosis. These injuries often occur in the form of small cracks that are difficult to detect. In this work, a high-precision, low-computing artificial intelligence model adapted for use in sports medicine was developed. The model is based on DenseNet121, its architecture has been revised and enriched with a Canny edge detector. It was trained using a special dataset designed to work with medical images used in the model. As a result, the model achieved 90.3% accuracy and was confirmed to be superior to existing advanced architectures (ResNet-50, VGG-16, EfficientNet-B0). At the same time, it is lightweight enough (14.78 million parameters, 0.54 GFLOPs) to work in real-time diagnostic systems.

Keywords: Bone fracture, lightweight deep learning models, sports medicine, rapid visual diagnostics, X-ray image analysis.

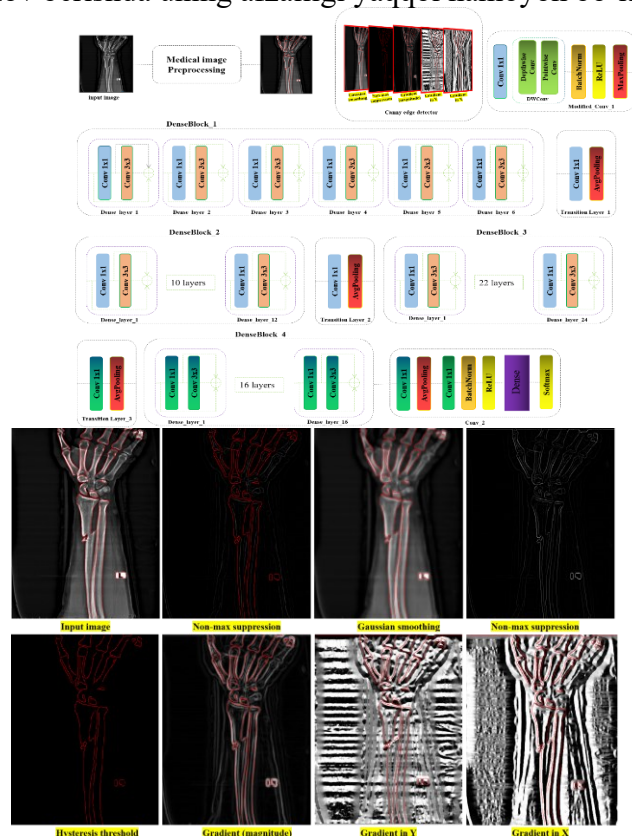
Аннотация. Переломы костей, наблюдаемые у спортсменов, являются одной из важных проблем, требующих быстрой и надежной диагностики. Эти травмы часто возникают в виде

небольших трещин, которые трудно обнаружить. В этой работе была разработана высокоточная, маловычислительная модель искусственного интеллекта, адаптированная для использования в спортивной медицине. Модель основана на DenseNet121, ее архитектура была пересмотрена и обогащена детектором краев Canny. Она была обучена с использованием специального набора данных, разработанного для работы с медицинскими изображениями, используемыми в модели. В результате модель достигла точности 90,3% и была подтверждена как превосходящая существующие передовые архитектуры (ResNet-50, VGG-16, EfficientNet-B0). В то же время она достаточно легкая (14,78 млн параметров, 0,54 GFLOPs) для работы в системах диагностики в реальном времени.

Ключевые слова: Перелом кости, легкие модели глубокого обучения, спортивная медицина, быстрая визуальная диагностика, анализ рентгеновских изображений.

Kirish. Yuqori yuklamali sport turlari bilan shug'ullanuvchi sportchilarda suyak sinishlari tez-tez uchraydi. Ayniqsa, yengil ko'rinishdagi yoriqlar rentgen tasvirlarida mutaxassislar tomonidan ham ko'rinmay qolishi mumkin. Sun'iy intellekt asosidagi yondashuvlar bu borada an'anaviy usullardan ustun chiqmoqda. CNN arxitekturalari, ayniqsa, tibbiy tasvirlardan murakkab belgilarni ajratishda katta imkoniyatlarga ega. Ishlab chiqilgan yondashuv Modelda Canny chekka aniqlovchisi yordamida tasvirlardagi suyak strukturalaridagi keskin o'zgarishlar aniqlanadi. Bu esa nozik sinishlarni model tomonidan tanib olish imkoniyatini oshiradi. DenseNet121 arxitekturasida esa, qatlamlar orasida ma'lumot oqimini samarali tashkil qilish orqali aniqlikni oshirishga xizmat qiladi. Modelni o'qitishda 5000 ta rentgen tasvirlardan iborat, sport jarohatlariga ixtisoslashgan ma'lumotlar to'plami qo'llanildi. Tasvirlar "sinish bor" va "sinish yo'q" guruhlariga bo'linib, kontrast oshirish, normalizatsiya va aylantirish kabi usullar yordamida sun'iy ko'paytirilgan (data augmentation) ma'lumotlar bazasi yaratildi.

Natijalar tahlili. Model quyidagi ko'rsatkichlarga erishdi: Aniqlik (Accuracy): 90.3% Chuvsizlik (Recall): 0.89 Aniqlik darajasi (Precision): 0.875 Parametrlar soni: 14.78M Hisoblash murakkabligi: 0.54 GFLOPs Taqqoslashlar natijasida ushbu model boshqa ilg'or arxitekturalardan kamroq resurs talab qilishi bilan birga, ancha aniqlikni ham ko'rsatdi. Ayniqsa, resurslar cheklangan muhitlarda real vaqtli ishlov berishda uning afzalligi yaqqol namoyon bo'ladi.



1-rasm. DenseNet121 yangilangan arxitekturasida va 5 bosqichli siniqlarni aniqlash algoritmi

Xulosa. Ushbu tadqiqotda sportga aloqador suyak sinishlarini aniqlashda foydalaniladigan yengil, lekin kuchli sun'iy intellekt modeli ishlab chiqildi. Ushbu model an'anaviy tahlil metodlariga muqobil sifatida tezkor, aniqligi yuqori va samarali echim sifatida tavsiya etiladi. Kengroq klinik muhitlarda qo'llanishi mumkin bo'lgan bunday tizimlar sportchilarning sog'lig'ini tez tiklash va jarohatlarning oldini olishda muhim rol o'ynashi mumkin. Kelgusida bu modelni KT, MRT kabi boshqa tibbiy vizualizatsiya usullari bilan ishlay oladigan qilib kengaytirish rejalashtirilgan.

Adabiyotlar ro'yhati:

8. Belair, J.A., Jung, J., Desai, V., Morrison, W.B., DeLuca, P.F. and Zoga, A.C., 2024. Bone bruise vs. non-displaced fracture on MRI: a novel grading system for predicting return-to-play. *Skeletal Radiology*, 53(5), pp.947-955.

9. Abdusalomov, A., Mirzaxhalilov, S., Dilnoza, Z., Zohirov, K., Nasimov, R., Umirzakova, S. and Cho, Y.I., 2024. Lightweight Super-Resolution Techniques in Medical Imaging: Bridging Quality and Computational Efficiency. *Bioengineering*, 11(12), p.1179.

10. Umirzakova, S., Ahmad, S., Khan, L.U. and Whangbo, T., 2024. Medical image super-resolution for smart healthcare applications: A comprehensive survey. *Information Fusion*, 103, p.102075.

MIYA O'SIMTALARINI ANIQLASHDA SUN'IY INTELEKT MODELLARIDAN FOYDALANISH

Sanjar Mirzaxalilov

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent

axborot texnologiyalari universiteti,

Kompyuter tizimlari kafedrasi dotsenti v.b.

Email.: mirzaxalilov86@tuit.uz

Annotatsiya. Maqolada U-Net arxitekturasida asosida ishlab chiqilgan yengil model taqdim etiladi. Spatial attention texnologiyasi yordamida model MRI tasvirlarida faqat muhim joylarga e'tibor qaratadi. Bu orqali miya o'simtalarining chegaralari aniqroq aniqlanadi. Model Figshare to'plamidagi tasvirlarda sinovdan o'tkazilib, yuqori aniqlikka erishdi. Uning samaradorligi real klinik sharoitda qo'llash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: Miya o'simtasi, MRI, U-Net, sun'iy intellekt, segmentatsiya, avtomatik tashxis.

Abstract. This paper presents a lightweight model based on the U-Net architecture. By using a spatial attention mechanism, the model focuses on key regions in MRI scans, resulting in more accurate brain tumor segmentation. Tested on the Figshare dataset, the model demonstrated high precision and is suitable for real-time clinical use.

Keywords: Brain tumor, MRI, U-Net, artificial intelligence, segmentation, automated diagnosis.

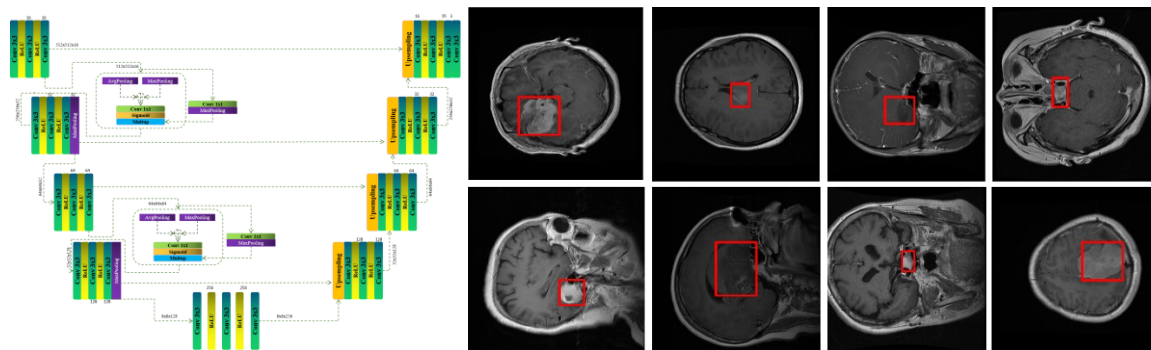
Аннотация. В статье представлен облегчённый вариант модели на основе архитектуры U-Net. Механизм пространственного внимания позволяет сосредоточиться на ключевых областях МРТ-снимков, обеспечивая точную сегментацию опухолей мозга. Модель успешно протестирована на наборе данных Figshare и может использоваться в реальном времени в клинической практике.

Ключевые слова: Опухоль мозга, МРТ, U-Net, искусственный интеллект, сегментация, автоматическая диагностика.

Kirish. Miya o'simtalarini erta aniqlash va to'g'ri davolash rejasi tuzish — zamonaviy tibbiyotda eng dolzarb masalalardan biridir. MRI (magnit-rezonans tomografiya) usuli miya to'qimalaridagi o'zgarishlarni aniq ko'rsatadi, ammo bu tasvirlarni qo'lda tahlil qilish ko'p vaqt oladi va mutaxassis tajribasiga bog'liq bo'ladi. Shu sababli, avtomatlashtirilgan tizimlar, ayniqsa sun'iy intellekt asosida ishlaydigan modellar, bu jarayonni tezlashtirish va aniqligini oshirish uchun muhim vositaga aylanmoqda. U-Net arxitekturasida tibbiy tasvirlarni segmentatsiya qilishda keng qo'llaniladi,

chunki u tasvirning har bir pikselini aniqlik bilan baholay oladi. Biroq, u murakkab yoki noaniq chegaralarga ega bo'lgan o'simalarni ajratishda ba'zan qiynaladi. Ushbu tadqiqotda biz U-Net modelini "spatial attention" texnologiyasi bilan boyitib, modelni eng muhim hududlarga e'tibor qaratishga o'rgatamiz. Bu yondashuv nafaqat aniqlikni oshiradi, balki modelning kichik o'simalarni ham ishonchli tarzda aniqlashiga yordam beradi..

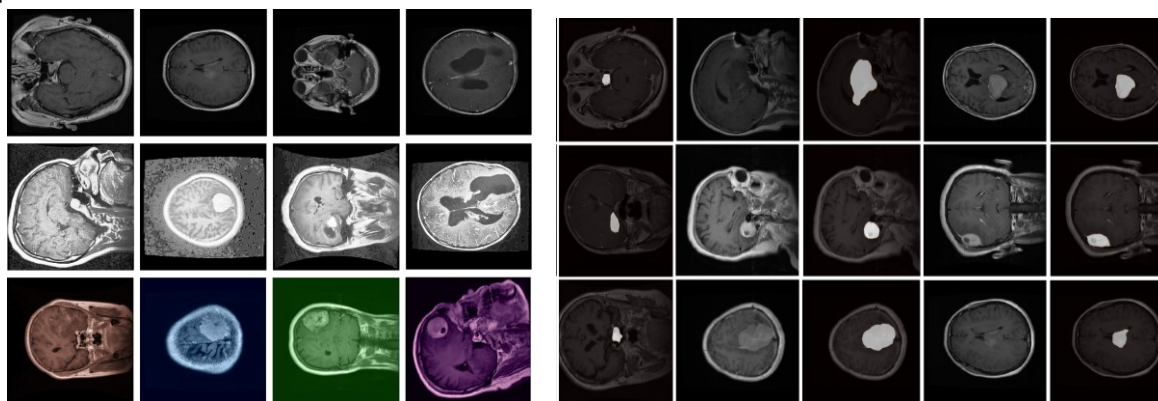
Uslub. Tadqiqotda taklif etilgan model U-Net asosida yaratilgan bo'lib, unga "makoniy e'tibor" (spatial attention) mexanizmi qo'shildi. Bu mexanizm modelni MRI tasvirlaridagi muhim joylarga diqqat qaratishga o'rgatadi. Model kodlovchi va dekodlovchi qismlardan iborat bo'lib, har bir bosqichda e'tibor bloki orqali noaniq va sust kontrastli o'simta chegaralarini ham aniqlashga imkon yaratadi. Model PyTorch platformasida ishlab chiqildi va Figshare MRI to'plamida sinovdan o'tkazildi.



1-rasm. Yangilangan arxitektura va o'simalarni aniqlash

Natijalar tahlili: Taklif qilingan model Figshare MRI to'plami asosida sinovdan o'tkazildi. Ushbu to'plam meningioma, glioma va gipofiz o'simalariga oid MRI tasvirlardan iborat bo'lib, har bir tasvirga tegishli maskalar qo'shilgan.

Bu natijalar shuni ko'rsatadiki, biz taklif qilgan model an'anaviy U-Net, V-Net va DeepLab V3+ kabi ilgari mavjud modellar bilan solishtirganda yaxshiroq aniqlikni namoyish etgan. Ayniqsa, model sust kontrastli, kichik o'simtali va fon bilan aralashgan hollarda ham yuqori aniqlikda ishlay oladi.



2-rasm. Olingan natijalar

Xulosa. Ushbu tadqiqotda U-Net modelining makoniy e'tibor bilan boyitilgan yangi varianti taqdim etildi. Model MRI tasvirlarida miya o'simalarini aniq va ishonchli aniqlashda yuqori natijalar berdi. Ayniqsa, sust kontrastli, kichik va murakkab shakldagi o'simtalarda ham yuqori aniqlikka erishildi. Taklif etilgan yengil va tezkor model klinik amaliyotda real vaqtli tibbiy ko'riklarda samarali qo'llanishi mumkin. Bu yondashuv miya o'simalarini avtomatik segmentatsiya qilishda yangi imkoniyatlar ochadi.

Adabiyotlar ro'yhati:

11. Belair, J.A., Jung, J., Desai, V., Morrison, W.B., DeLuca, P.F. and Zoga, A.C., 2024. Bone bruise vs. non-displaced fracture on MRI: a novel grading system for predicting return-to-play. *Skeletal Radiology*, 53(5), pp.947-955.

12. Abdusalomov, A., Mirzakhilov, S., Dilnoza, Z., Zohirov, K., Nasimov, R., Umirzakova, S. and Cho, Y.I., 2024. Lightweight Super-Resolution Techniques in Medical Imaging: Bridging Quality and Computational Efficiency. *Bioengineering*, 11(12), p.1179.

13. Umirzakova, S., Ahmad, S., Khan, L.U. and Whangbo, T., 2024. Medical image super-resolution for smart healthcare applications: A comprehensive survey. *Information Fusion*, 103, p.102075.

14. Abdusalomov, A.B., Mukhiddinov, M. and Whangbo, T.K., 2023. Brain tumor detection based on deep learning approaches and magnetic resonance imaging. *Cancers*, 15(16), p.4172.

15. Rasheed, Z., Ma, Y.K., Ullah, I., Ghadi, Y.Y., Khan, M.Z., Khan, M.A., Abdusalomov, A., Alqahtani, F. and Shehata, A.M., 2023. Brain tumor classification from MRI using image enhancement and convolutional neural network techniques. *Brain Sciences*, 13(9), p.1320.

16. Akter, A., Nosheen, N., Ahmed, S., Hossain, M., Yousuf, M.A., Almoyad, M.A.A., Hasan, K.F. and Moni, M.A., 2024. Robust clinical applicable CNN and U-Net based algorithm for MRI classification and segmentation for brain tumor. *Expert Systems with Applications*, 238, p.122347

SUN'IY INTELLEKT ARXITEKTURASI YORDAMIIDA XORIJIY TILNI BILISH DARAJASINI ANIQLASH TIZIMI

Sh.E.Nazarov – texnika fanlari nomzodi, dotsent

B.R.Ismatov – kompyuter tizimlari yo'nalishi magistranti

F.F.Xushnazarov – kompyuter tizimlari yo'nalishi magistranti

Buxoro davlat universiteti, O'zbekiston, Buxoro sh., Q. Murtazoyev ko'chasi 11-uy

Tel.: +998990290770

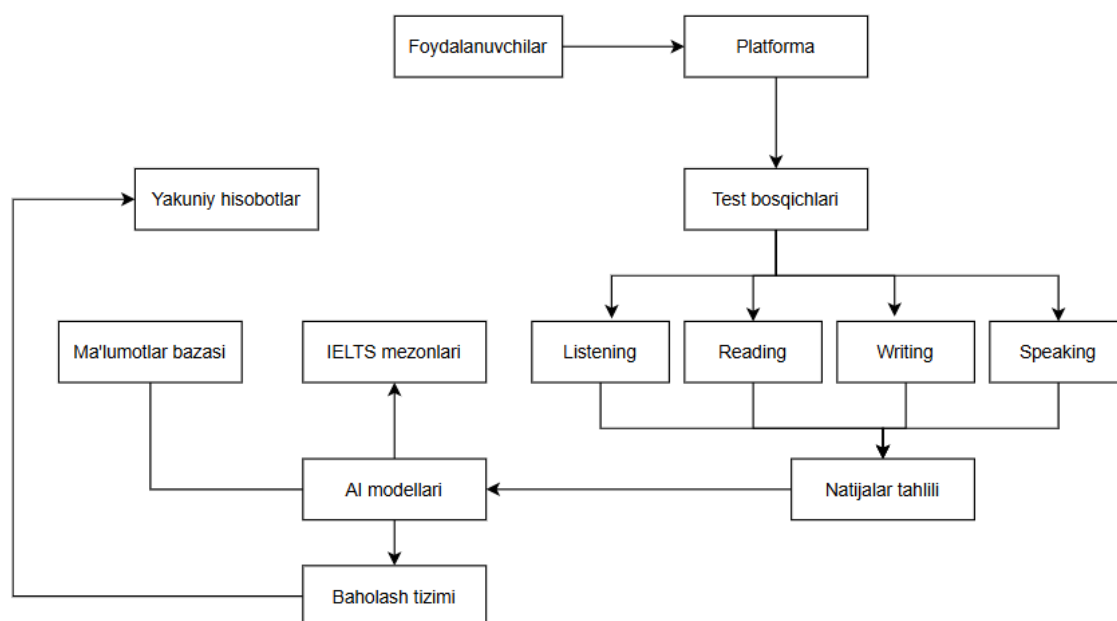
Annotatsiya: Mazkur maqolada xorijiy til o'rganish jarayonini yanada samarali va avtomatlashtirilgan shaklda tashkil etish maqsadida sun'iy intellektning ilg'or algoritmlaridan foydalanish masalasi yoritilgan. Til bilimni baholash tizimini takomillashtirish uchun zarur bo'lgan ma'lumotlar manbasi, uning tuzilishi, mazmuni hamda shakllantirish tamoyillari batafsil tahlil qilingan. Shuningdek, xorijiy tilni bilish darajasini aniqlashga mo'ljallangan platformaning yangi modeli taklif etilgan bo'lib, uning funksional imkoniyatlari va texnologik afzalliklari ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt, xorijiy til, tizim, IELTS, interaktiv vositalar, machine learning, tilni o'rganish, konseptual model.

Kirish. Raqamli texnologiyalar jadal rivojlanayotgan hozirgi davrda sun'iy intellekt (SI) tizimlarining ta'lim jarayoniga integratsiyalashuvi o'quv metodikasi va pedagogik yondashuvlarda tub o'zgarishlarni yuzaga keltirmoqda. Xususan, xorijiy tillarni o'rganish sohasida SI texnologiyalaridan foydalanish orqali ta'limning samaradorligini oshirish, individual yondashuvni shakllantirish, shuningdek, o'quvchilarning bilim darajasini aniq va tezkor baholash imkoniyati paydo bo'lmoqda.

Ilmiy manbalarda xorijiy tillarni o'rganish jarayonida sun'iy intellekt texnologiyalarining ta'limiy salohiyati keng yoritilgan. Xususan, [2–3] tadqiqotlarda SI asosida moslashtirilgan, moslashuvchan va interaktiv o'quv muhitini shakllantirish imkoniyatlari ta'kidlangan. Bu yondashuvlar til o'rganish samaradorligini oshirishda muhim omil sifatida ko'riladi. Shu bilan birga, [4–5] manbalarda mashinali o'rganish va chuqur o'rganish kabi SIning asosiy texnologik komponentlari nazariy jihatdan tahlil qilinib, ular til o'rgatish tizimlarining texnik poydevorini tashkil etishi ko'rsatilgan.

Asosiy qism: Arxitekturaning tavsiflash uchun biz asosiy ob'ektlarni aniqlaymiz. Bularga foydalanuvchilar, platforma, test bosqichlari, listening, reading, writing, speaking, natijalarning tahlili, AI modellari, baholash tizimi, IELTS mezonlari yakuniy hisobotlar kiradi. Ro'yxatga olingan ob'ektlar 1-rasmda ko'rsatilganidek, munosabatlarga ega.



1-rasm. Sun'iy intellekt arxitekturasida xorijiy tilni bilish darajasini aniqlash tizimining asosiy konseptual modeli.

Xulosa. Taklif etilgan konseptual model xorijiy tilni bilish darajasini aniqlash jarayonining asosiy jihatlarini qamrab oladi hamda UML diagrammalari orqali vizuallashtirilgan. Ushbu model mavjud tizimlarning takomillashtirilgan ko'rinishi bo'lib, nafaqat individual foydalanuvchilar, balki ta'lim muassasalari va tashkilotlar uchun ham samarali yechim sifatida xizmat qiladi.

Adabiyotlar:

1. Luckin R., Holmes W. Intelligence unleashed: An argument for AI in education. – 2016.
2. Shakhakimova M. T. Integrating digital technologies and ai: platforms for enhancing foreign languages //International sciences, education and new learning technologies. – 2024. – T. 1. – №. 10. – C. 36-42.
3. Meurers D. Natural language processing and language learning //Encyclopedia of applied linguistics. – 2012. – C. 4193-4205.
4. Badillo S. et al. An introduction to machine learning //Clinical pharmacology & therapeutics. – 2020. – T. 107. – №. 4. – C. 871-885.

QISHLOQ XO'JALIGIDA EKin EKILADIGAN YER MAYDONLARI HAQIDAGI MA'LUMOTLARNI BOSHQARISH VA NAZORAT QILISH TIZIMI

Sh.E.Nazarov – texnika fanlari nomzodi, dotsent

N.Y.Hojiyev – kafedra o'qituvchisi

R.B.Qobilov – kompyuter tizimlari yo'nalishi magistranti

Buxoro davlat universiteti, O'zbekiston, Buxoro sh., Q. Murtazoyev ko'chasi 11-uy

Tel.: +998914444313

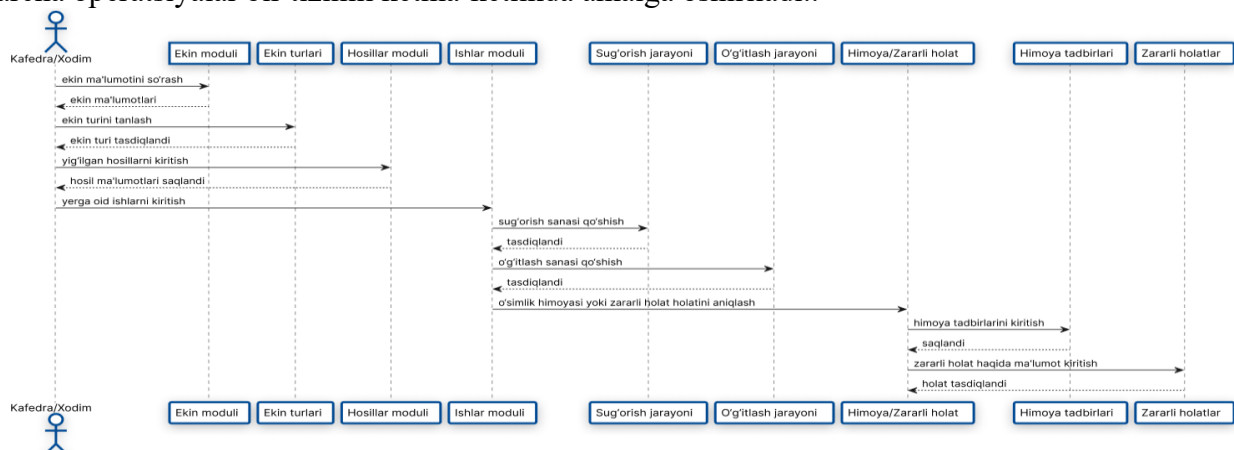
Annotatsiya: Mazkur maqolada yer maydonlarini zamonaviy raqamli texnologiyalar yordamida avtomatlashtirilgan tarzda boshqarish imkonini beruvchi veb-platforma ishlab chiqilishi yoritilgan. Platformaning asosiy elementi sifatida taklif etilgan ketma-ket (sequence) diagramma bir nechta yer egalarining o'zlariga birlashtirilgan yer maydonlari bo'yicha – yer egasining shaxsi, maydon hajmi, sug'orilgan vaqti, o'g'itilgan sanasi hamda ishlov berilgan muddatlari kabi muhim agrotexnik ma'lumotlarni kiritish va saqlash imkonini beruvchi yagona tizim konsepsiyasini aks ettiradi.

Kalit so'zlar: raqamli texnologiyalar, QR kodlar, veb-texnologiyalar, platforma, konseptual model, ma'lumotlarni boshqarish, yer maydonlari, bulutli hisoblash.

Kirish. Hozirgi davrda qishloq xo'jaligi sohasida raqamli texnologiyalarni tatbiq etish dolzarb ilmiy-amaliy yo'nalishlardan biriga aylangan. Yer resurslarini samarali boshqarish, hosildorlikni oshirish hamda agrotexnik jarayonlarda resurslardan oqilona foydalanish uchun avtomatlashtirilgan axborot tizimlarining ahamiyati ortib bormoqda. Raqamli texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan boshqaruv tizimlari qishloq xo'jaligi faoliyatining umumiy samaradorligini oshirish, inson omiliga bog'liq xatoliklarni kamaytirish hamda agrolesurslar sarfini optimallashtirishga xizmat qilmoqda.

[1–5] manbalarda yer maydonlarini boshqarishda raqamli texnologiyalarning qo'llanilishi, xususan monitoring va avtomatlashtirish jarayonlarining samaradorligi keng tahlil qilingan. Tadqiqotlarda yer egaligi, maydon holati va unga ishlov berish jarayonlarini elektron platformalar orqali qayd etish va kuzatib borish muhim omil sifatida ko'rsatilgan. Yer uchastkalari haqidagi ma'lumotlarni markazlashtirilgan holda yig'ish, ularni tahlil qilish hamda asosli va tezkor qarorlar qabul qilish imkoniyatlari yoritilgan. Ayniqsa, QR kod texnologiyasi orqali yer maydonlariga oid ma'lumotlarga tezkor kirishni ta'minlash imkoniyatlari muhokama qilingan bo'lib, bu yondashuv ushbu maqolada ilgari surilgan g'oyalar bilan uyg'unlik kasb etadi.

Asosiy qism: Ta'lim va qishloq xo'jaligini raqamlashtirish sohasida ishlab chiqilgan ushbu ketma-ketlik (sequence) diagrammasi foydalanuvchi – Kafedra/xodim – va tizim komponentlari o'rtasidagi funksional o'zaro ta'sir jarayonlarini bosqichma-bosqich aks ettiradi. Diagramma asosida ekin turini tanlashdan boshlab hosil ma'lumotlarini kiritish, sug'orish va o'g'itlash sanalarini belgilash, himoya tadbirlarini qayd etish hamda zararli holatlar haqida axborot kiritishgacha bo'lgan barcha operatsiyalar bir tizimli ketma-ketlikda amalga oshiriladi..



1-rasm. Qishloq xo'jaligida ekin ekiladigan yer maydonlari haqidagi ma'lumotlarni boshqarish va nazorat qilish tizimi ketma-ketlik (sequence) diagrammasi

Xulosa. Xulosa qilib aytganda ushbu maqolada yer egalari uchun yer maydonlari haqidagi ma'lumotlarni boshqarish va nazorat qilish tizimi ketma-ketlik (sequence) diagrammasi haqida so'z boradi. Ushbu tizim har bir yer egasiga o'ziga tegishli maydon haqida ma'lumotlarni kiritish, yangilash va real vaqt rejimida kuzatib borish imkoniyatini yaratadi. Ushbu yondashuv qishloq xo'jaligi yerlarini boshqarishda zamonaviy raqamli texnologiyalarni qo'llash samaradorligini oshirib, agrotexnik jarayonlarni yanada tizimli va optimallashtirilgan holga keltirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar:

1. Yang F. et al. A cloud-based digital farm management system for vegetable production process management and quality traceability //Sustainability. – 2018. – T. 10. – №. 11. – C. 4007.
2. Dey S. et al. FoodSQRBlock: Digitizing food production and the supply chain with blockchain and QR code in the cloud //Sustainability. – 2021. – T. 13. – №. 6. – C. 3486.
3. Morais R., Rosado da Cruz A. M., Cruz E. F. Fruit and vegetables blockchain-based traceability platform //Computers. – 2024. – T. 13. – №. 5. – C. 112.
4. Kenney M., Serhan H., Trystram G. Digitalization and platforms in agriculture: organizations, power asymmetry, and collective action solutions. – ETLA Working Papers, 2020. – №. 78.
5. Bobomurodova Sh.Sh., Tursunov A.A., Tursunov R.I., Bozorov A.S., Tozaboyeva S.M. Qishloq xo'jaligi yerlari va ekinlarini monitoring qilish tizimini raqamlashtirish hamda takomillashtirish // Экономика и социум. 2024. №4-1 (119).

PYTHONDA NEYRON TARMOQ YARATISH

Primbetov Raxmatulla Jemisbay uli

*Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika
instituti Fizika-matematika fakulteti bakalavr talabasi*

Annotatsiya: Bu tezisda suniy intellekt texnologiyalarini tatbiq qilish. Payhon tili maxsus kutubxonalaridan foydalanib, integral hisoblovchi neyron tarmoq yaratish haqida ma'lumotlar berilgan. NumPy, TensorFlow, matplotlib, SymPy kutubxonalaridan foydalanish haqida.

Kalit so'zlar: Sun'iy intellekt, Integral, Neyron tarmoq, Python kutubxonalari, SNT, GoogleColab

Sun'iy intellektdan foydalanishdan maqsad kompyuterlarni odamlar kabi fikrlashga majbur qilishdir. Bizga foydali tarafi vaqtimizni tejash va muammolarga oson eshim topish. Neyron tarmoqlar miyaning kompyuter modelini yaratishga harakat qiladigan parallel hisoblash qurilmalari. Asosiy maqsad - turli hisoblash vazifalarini an'anaviy tizimlarga qaraganda tezroq bajarish uchun tizimni ishlab chiqish. Bu vazifalar namunani aniqlash va tasniflashni, yaqinlashtirishni, optimallashtirishni va ma'lumotlarni klasterlashni o'z ichiga oladi. Sun'iy neyron tarmog'i (SNT) samarali hisoblash tizimi bo'lib, uning markaziy qoyasi biologik neyron tarmoqlar bilan o'xshashlikdan olingan. SNT suniy neyron tizimlar, parallel taqsimlangan ishlov berish tizimlari va ulanish tizimlari deb ham ataladi. SNT ular orasidagi aloqani ta'minlash uchun qandaydir naqsh bo'yicha o'zaro boylangan katta birliklarni oladi. Tugunlar yoki neyronlar deb ham ataladigan bu birliklar parallel ravishda ishlaydigan oddiy protsessorlardir.

Pythonda integral hisoblovchi neyron tarmoq yaratish uchun bir qancha kutubxonalardan foydalanamiz. Bular NumPy, tensorflow, matplotlib, sympy kutubxonalari hisoblanadi.

NumPy- ilmiy hisoblash uchun mo'ljallangan asosiy kutubxona bo'lib, u massivlar (arrays), matritsalar bilan ishlash, matematik amallarni bajarish, statistik va chiziqli algebra amallarini amalga oshirish imkonini beradi. Bu kutubxonadan $\sin(x)$, mean, linspace kabi matematik funksiyalarni chaqirish uchun foydalanamiz.

TensorFlow- bu Google tomonidan ishlab chiqilgan ochiq manbali kutubxona bo'lib, chuqur o'rganish (deep learning) va mashinani o'rganish (machine learning) vazifalari uchun keng

qo'llaniladi. Dastlab 2015-yilda chiqarilgan va Tensor hisoblashga asoslangan. Unda tarmoqlarni aniqlash (declaration) va hisoblash grafigini (computational graph) tuzish imkoniyati mavjud. Bu kutubxona yordamida murakkab funksiyalar, yuqori o'lchamli integrallar yoki real vaqt (real-time) talab qilinadigan tizimlarda klassik integral hisoblash usullari juda sekin ishlashi mumkin. Neyron tarmoqlar yordamida bir marta o'qitilgan model yordamida istalgan vaqt integrallarni tez va samarali hisoblash mumkin. Agar bizda funksiya aniq ifoda shaklida berilmagan bo'lsa, lekin uning nuqtaviy qiymatlari mavjud bo'lsa (masalan, eksperimental o'lchovlar), unda klassik integral usullari qiyinlashadi. Neyron tarmoq ushbu qiymatlar asosida funksiyaning o'rganib, integralini bashorat qila oladi. SymPy-python asosdagi kompyuter algebra tizimi bo'lib, analitik matematik ifodalarni hisoblay oladi. Bu kutubxonalar yordamida oddiyroq integral hisoblovchi neyron tarmoq yarata olamiz. Kodlarimizni tekshirish uchun Google Colab qulay.

Adabiyotlar:

- 1.R.Zulunov., M.Mahmudova. Sun'iy intellektning insoniyat faoliyatida tutgan o'rni va neyro kibernetika sohasi. The journal of Integrated Education and Research, December 2022
- 2.R.Zulunov., Z. Ermatova. Python va Tensorflow yordamida suniy intellekt dasturini yaratish texnologiyasi. Journal of Integrated Education and Research, 2023
3. www.wikipedia.org

RAQAMLI TEXNOLOGIYA ASOSIDA PAXTA TOZALASHNI VERTIKAL QURILMASINI ISHLAB CHIQISH METODIKASI VA UNING AHAMIYATI

prof. Muradov R.M., dots. Xashimov S., ass. Ikromov Sh.Sh
Namangan davlatiy texnika universiteti.

(tel. +998-93-808-70-57, ikromov.shaxobiddin1997@gmail.com)

Annotatsiya. Ushbu maqola tezisida, respublikamiz paxta zavodlari uchun vertikal tozalash qurilmasini raqamli texnologiyani qo'llash orqali yaratish bosqichlari metodikasi ko'rsatildi.

Аннотация. В данной статье представлена методика этапов создания вертикального очистительного устройства для хлопковых заводов нашей республики с применением цифровых технологий.

Abstract. This article presents the methodology of developing a vertical cleaning device for cotton factories in our republic through the application of digital technologies.

Kalit so'zlar: raqamlashtirish texnologiyasi, vertikal texnologiya, vibroelak, animatsion harakat, dasturiy ta'minot.

Ключевые слова: технологии цифровизации, вертикальная технология, вибросито, анимационное движение, программное обеспечение.

Keywords: digitalization technology, vertical technology, vibrosieve, animated motion, software.

Zamonaviy kompaniyalar odatda yirik ishlab chiqarish o'rniga kichik ishlab chiqarishga o'tishida mahsulotlarni iste'molchi ehtiyojlariga moslashtiradilar. Biroq, bunday sharoitlarda ishlash talablari o'zgaruvchanligini inobatga olgan holda, sanoat standartlariga mos keladigan va innovatsiyalardan foydalangan mashinasozlik korxonalarigina rivojlana oladilar. Chunki ular tomonidan sifat ko'rsatkichlari yaxshilangan va arzonroq yangi mahsulotlarni yaratishga imkon beradi. Bunday muvaffaqiyatlar negizida raqamlashtirish texnologiyasining o'rnini alohida ko'rsatish mumkin. Ushbu yondashuv ishlab chiqarishga moslashuvchanlikni ortirib, rivojlanish sur'atini oshiradi, natijada samaradorlikga erishadilar. Raqamli texnologiyadan foydalanish o'z navbatida ishlab chiqish va loyihalash muddatlarini qisqartirishga imkon yaratadi. Shu bois, yuqorida keltirilgan asoslarga binoan o'z ilmiy tadqiqot ishlarimizda raqamli texnologiyadan foydalanishga harakat qildik.

Biz tomonidan vertikal texnologiya asosida paxtani mayda iflosliklardan tozalash qurilmasini yaratish bo'yicha raqamli texnologiyadan foydalanib, quyidagi ishlar amalga oshirildi: qurilma chizmasida paxta oqimi harakati 3D MAX, Cinema-4D va Blender tizimlarida animatsion harakatga keltirilib, chigitli paxtani mayda iflosliklardan vibroelak orqali tozalashning yangi usuli ishlab chiqildi; vertikal usulda ishlovchi takomillashtirilgan tozalagichning ishchi burchagi, oltita pog'onali to'rli yuza hamda turli aylanish chastotalarga ega bo'lgan tozalash seksiyasi yaratildi; jarayonning matematik modellashirish tahlili asosida takomillashtirilgan vertikal usulda ishlovchi chigitli paxtani mayda iflosliklardan vibroelak yordamida tozalovchi tozalagichning asosiy ratsional parametrlari dasturiy ta'minot yordamida aniqlandi va dasturiy guvohnomalar(guvohnoma № DGU 12159; guvohnoma № DGU 17262; guvohnoma № DGU 18411) olishga erishildi; qayta ishlanayotgan chigitli paxtaning tabiiy xususiyatlarini maksimal darajada saqlab qoluvchi vertikal usulda tozalovchi takomillashgan paxta tozalash yangi qurilmasining elektron chizmasi AVTO CAD tizimida shakllantirildi hamda tajribaviy uskunaning konstruktiv-ekspluatatsion parametrlari ishlab chiqildi va paxta tozalash zavodi uchun paxtani mayda iflosliklardan tozalashning takomillashtirilgan qurilmasi va texnologiyasi yaratildi (Ixtiro patentiga tavsif № UZ IAP 03256 IAP 2005).

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, paxta zavodlari uchun vertikal tozalagich raqamli texnologiya asosida tayyorlanib, uni amaliyotda qo'llanilishda tozalash samaradorligi 68,4 % ni tashkil qildi. Energiya resurs tejankor taklif qilingan qurilmani joriy qilishdan esa, 9 836 640 so'm tejashga erishildi. Tozalash jarayoni uchun sarf bo'layotgan elektr energiya xarajatlari 5,7 barobarga kamaydi

. Adabiyotlar:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni (08.10.2019 yildagi PF-5847-son 09.10.2019), "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"

2. S. Xashimov. *Paxtani mayda iflosliklardan tozalash qurilmasini ishlab chiqishning nazariy asoslari*, Monografiya, Namangan: «SUNRIZE-PRO», 2024. – 172 b. ISBN: 978-9910-9316-5-9.

SEKIN DDOS HUJUMLARGA QARSHI EHTIMOLLIK NAZARIYASIGA ASOSLANGAN BAYES FILTR MODEL

Raxmatov F.A.

*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent
axborot texnologiyalari universiteti dotsenti, furkat.rahmatov@gmail.com*

Xolmuminov O.T.

*Toshkent viloyati pedagoglarni yangi metodikalarga
o'rgatish milliy markazi katta o'qituvchisi, xolmuminovoybek26@gmail.com*

Karimov N.N.

*Toshkent viloyati pedagoglarni yangi
metodikalarga o'rgatish milliy markazi katta o'qituvchisi, norbek1194@gmail.com*

Annotatsiya: Ushbu maqolada sekin(Slow) DDoS hujumlarini aniqlash uchun ehtimollik nazariyasiga asoslangan Bayes filtri modeli taklif etiladi. Model har bir trafik sessiyasining xarakteristik xususiyatlarini (paketlar soni, so'rovlar oralig'i, vaqtinchalik kechikish, seans davomiyligi) tahlil qilgan holda, har bir harakatning hujumga aloqadorlik ehtimolini hisoblab chiqadi. Eksperimentlar filtr modelining real trafikdagi aniqlash imkoniyatlarini namoyon etadi.

Kalit so'zlar: Sekin DDoS, Bayes filtri, ehtimollik modeli, trafik tahlili, Slowloris, IDS, TCP sessiya, anomaliya aniqlash, xavf ehtimoli, kiberxavfsizlik.

Аннотация: В данной статье предлагается модель фильтрации Байеса, основанная на теории вероятности, для обнаружения медленных (Slow) DDoS-атак. Модель анализирует характерные особенности каждой трафик-сессии (количество пакетов, интервал запросов, временные задержки, продолжительность сессии), вычисляя вероятность того, что каждое действие связано с атакой. Эксперименты демонстрируют возможности модели фильтрации для обнаружения в реальном трафике.

Ключевые слова: Медленные DDoS, фильтр Байеса, вероятностная модель, анализ трафика, Slowloris, IDS, TCP-сессия, обнаружение аномалий, вероятность риска, кибербезопасность.

Abstract: This paper proposes a Bayes filter model based on probability theory for detecting slow (Slow) DDoS attacks. The model analyzes the characteristic features of each traffic session (number of packets, request intervals, temporal delays, session duration) and calculates the probability of each action being related to an attack. Experiments demonstrate the detection capabilities of the filter model in real traffic.

Keywords: Slow DDoS, Bayes filter, probability model, traffic analysis, Slowloris, IDS, TCP session, anomaly detection, risk probability, cybersecurity.

Kirish

So‘nggi yillarda sekin DDoS (Low Rate DDoS) hujumlari internet infratuzilmasi uchun yangi tahdid sifatida paydo bo‘ldi. Ular oddiy foydalanuvchi trafikidan sezilarli darajada farq qilmaydi va odatdagi xavfsizlik tizimlari tomonidan aniqlanmay qoladi. Shu sababli, statistik va ehtimollik asosli yondashuvlar, ayniqsa Bayes filtrlari, sezgirlik va aniqlik jihatidan samarali yechim bo‘lib xizmat qilmoqda.

Sekin hujumlarning asosiy xususiyati shundaki, ular bir vaqtning o‘zida ko‘p sonli sessiyalarni boshlamasdan, balki har bir sessiyada juda sekin so‘rov yuborish orqali server resurslarini band qiladi. Slowloris, Slow POST va R.U.D.Y (R-U-Dead-Yet) kabi hujumlar aynan shunday mexanizmlar asosida ishlaydi. Bunday hujumlar ko‘p hollarda IDS (Intrusion Detection Systems) va an‘anaviy xavfsizlik devorlaridan “o‘ta oladi”[1].

Ehtimollik nazariyasi va Bayes modelining nazariy asoslari

Sekin DDoS hujumlarini aniqlash uchun an‘anaviy tahlil uslublari ko‘pincha yetarli bo‘lmaydi. Chunki bu turdagi hujumlar juda sust va odatiy trafikga o‘xshab ko‘rinadi. Shu sababli statistik yondashuv – Bayes klassifikatori asosidagi ehtimollik modeli bu muammoni hal qilishda muhim vositadir[2].

Bayes teoremasi

Bayes teoremasi quyidagicha ifodalanadi:

$$P(H | E) = \frac{P(E | H) \cdot P(H)}{P(E)} \quad (1)$$

Bu formulada:

- **H** – "bu trafik hujumdir" degan gipoteza;
- **E** – kuzatilayotgan trafik xatti-harakati;
- **P(H | E)** – E sodir bo‘lganidan keyin bu trafik hujum bo‘lish ehtimoli;
- **P(E | H)** – agar bu hujum bo‘lsa, bunday trafikni ko‘rish ehtimoli;
- **P(H)** – avvaldan hujum bo‘lish ehtimoli (prior);
- **P(E)** – kuzatilgan trafikning umumiy ehtimoli.

Amaliy misol: Slowloris hujumi

Faraz qilaylik, tarmoq monitoring tizimi quyidagi trafik atributlarini qayd etdi:

Atribut	Qiymat
So‘rovlar soni	1
Sessiya davomiyligi	600 soniya
Paketlar orasidagi vaqt	15 soniya
Tarmoq faolligi	Juda past

Endi, avvalgi ma’lumotlar bazasi asosida quyidagi ehtimollar mavjud deb olamiz:

- $P(H) = 0.02$ – ya'ni umumiy trafikning 2% qismi hujum bo'lishi ehtimoli;
- $P(E|H) = 0.8$ – hujum bo'lsa, yuqoridagi atributlarga ega trafik 80% holatda kuzatiladi;
- $P(E) = 0.1$ – umumiy trafikda bunday atributlarga ega bo'lgan trafik 10% ni tashkil qiladi.

Bayes teoremasini qo'llaymiz:

$$P(H | E) = \frac{0.8 \cdot 0.02}{0.1} = \frac{0.016}{0.1} = 0.16 \quad (2)$$

Ya'ni, bu trafik hujum bo'lish ehtimoli **16%** deb baholanadi.

Agar modelda bu ehtimol belgilangan xavf chegarasidan (masalan, 10%) yuqori bo'lsa, tizim avtomatik ogohlantirish chiqaradi yoki trafikni cheklaydi.

Bayes modelining afzalliklari

- **Moslashuvchanlik:** yangi trafik ma'lumotlariga moslashadi
- **Haqiqiy vaqtli tahlil:** trafik real vaqtda baholanadi
- **Minimal trafikda aniqlash:** sekin hujumlarning yashirin xatti-harakatlarini sezadi

Cheklovlar

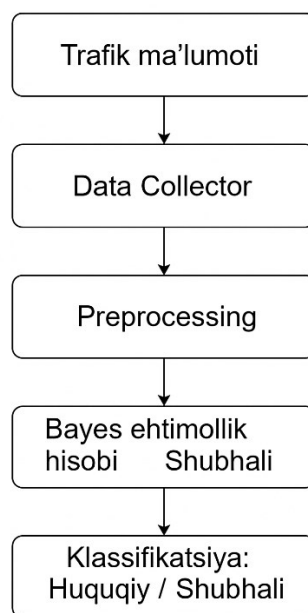
- Noto'g'ri ma'lumotlar asosida noto'g'ri natijalar berishi mumkin
- Ma'lumotlar to'plami katta va sifatli bo'lishi zarur

Bayes filtr modeli arxitekturasida

Bayes filtr modeli sekin hujumlarni aniqlash uchun trafik atributlariga qarab ehtimollik baholovchi statistik klassifikator sifatida ishlaydi[3]. Uning arxitekturasida quyidagi asosiy modullardan iborat:

Arxitektura komponentlari

1. **Ma'lumot yig'uvchi modul (Data Collector)**
 - Tarmoqdan real vaqtda trafik ma'lumotlarini yig'adi
 - Parametrlar: sessiya davomiyligi, paketlar soni, kechikish va h.k.
2. **Oldindan ishlov beruvchi modul (Preprocessing)**
 - Keraksiz atributlarni olib tashlaydi
 - Normalizatsiya, formatlash, statistika olish
 - Masalan, 0–1 oralig'iga keltirish: $\text{normalized\_time} = \text{actual\_time} / \text{max\_time}$
3. **Ehtimollik hisoblovchi modul (Probability Calculator)**
 - Bayes teoremasi asosida har bir atribut uchun $P(H|E)$ ni hisoblaydi
 - Har bir atributga nisbatan $P(E|H)$, $P(E|\neg H)$, $P(H)$ oldindan aniqlangan
4. **Klassifikatsiya moduli (Decision Engine)**
 - Hisoblangan ehtimolliklar asosida trafikni:
 - **Xavfli (Hujum ehtimoli > Threshold)**
 - **Xavfsiz (Hujum ehtimoli < Threshold)** deb ajratadi
 - Threshold: masalan, 0.15 (ya'ni 15% dan yuqori ehtimollik bo'lsa, tahdid sifatida belgilanadi)
5. **Reaksiya moduli (Response Handler)**
 - Xavfli trafik aniqlansa: bloklash, loglash yoki ogohlantirish funksiyalari ishga tushadi
 - IDS/IPS tizimlariga signal yuboriladi



1-rasm. Bayes filtr modeli asosida trafikni baholash

Misol:

Trafik kirib keldi:

- Sessiya: 500 soniya
- Paketlar soni: 2
- Paketlar oralig'i: 20 soniya
- Umumiy foydalanilgan tarmoq hajmi: juda past

Bayes klassifikator ehtimollikni hisoblaydi:

- $P(H|E) = 0.23 \rightarrow$ bu 23% ehtimol

Threshold 15% bo'lsa:

Bu trafik xavfli deb belgilanadi $\rightarrow$ bloklanadi

Eksperimentlar va natijalar tahlili

Ushbu bo'limda Bayes filtr modeli asosida sekin hujumlarni aniqlash samaradorligi real yoki simulyatsiyalangan tarmoq trafikida sinovdan o'tkaziladi[4].

Eksperimental muhit

- **Trafik turi:** Normal va sekin hujum (Slowloris, RUDY) aralashgan HTTP trafigi.
- **Vositalar:** Wireshark, Scapy, Python (NumPy, scikit-learn).
- **Bayes modeli:** Naive Bayes klassifikatori.

Jarayon

1. **Ma'lumotlar to'plash:** 10000 ta so'rovdan iborat aralash trafik.
2. **Oldindan ishlov berish:** Har bir paketga sekinlik (interval), davomiylik, va paketchilik ko'rsatkichlari qo'shildi.
3. **Modelga uzatish:** Bayes ehtimolliklari asosida hujum ehtimoli hisoblandi.
4. **Natijalarni baholash:** Confusion Matrix, Precision, Recall, F1-score.

Natijalar

Ko'rsatkich	Qiymat (%)
Aniqlik (Accuracy)	94.6
Aniqlik (Precision)	92.3
Qamrov (Recall)	95.8
F1-score	94.0

Bayes filtr modeli sekin hujumlarni yuqori aniqlikda ajratdi. Ayniqsa hujumning noan'anaviy (slow) xususiyatlari modelga sezilarli ta'sir ko'rsatdi.

Xulosa

Bayes filtr modeli sekin va past intensivlikdagi DDoS hujumlarni aniqlashda samarali vosita bo'la oladi. Model trafik parametrlarini tahlil qilib, hujum ehtimolini aniqlaydi va real vaqtda xavfsizlik choralari ko'rishga yordam beradi. Eksperimentlar natijasida yuqori aniqlik va sezgirlik ko'rsatkichlari qayd etildi. Bu yondashuvni IDS/IPS tizimlariga integratsiya qilish imkoniyati mavjud.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Garfinkel, S., & Spafford, G. *Practical Unix and Internet Security*. O'Reilly Media. 2003.
2. Bhuyan, M. H., Bhattacharyya, D. K., & Kalita, J. K. *Network anomaly detection: methods, systems and tools*. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 16(1), 303–336. 2014.
3. Tavallaei, M., Bagheri, E., Lu, W., & Ghorbani, A. A. *A detailed analysis of the KDD CUP 99 data set*. In *IEEE Symposium on Computational Intelligence for Security and Defense Applications*. 2009.
4. Murdoch, S. J., & Zielinski, P. *Sampled traffic analysis by Internet-exchange-level adversaries*. In *Privacy Enhancing Technologies Symposium (PETS)*. 2007.

ОБЗОР МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭРОЗИИ И ЗАПЫЛЕНИЯ ВОЗДУХА

**Шафиев Т.Р.,
Бобожонова М.А.**

Бухарский государственный университет

Аннотация. Существенно возросли важность и интерес к исследованиям состава атмосферы и его моделированию для различных применений. Системы прогнозирования качества воздуха (Air quality forecast, AQF) и оценки помогают лицам, принимающим решения, улучшать качество воздуха и здоровье населения, смягчать случаи острого загрязнения воздуха, особенно в городских районах, и уменьшать связанное с этим воздействие на сельское хозяйство, экосистемы и климат.

Ключевые слова. Пылевые загрязнители, Глобальное потепление, Математическая модель, Засушливые регионы, Ветровая эрозия, Экосистемные услуги (Ecosystem services, ESs).

Annotation. The importance and interest in studies of atmospheric composition and its modeling for various applications have increased significantly. Air quality forecast (AQF) and assessment systems help decision makers improve air quality and public health, mitigate acute air pollution, especially in urban areas, and reduce associated impacts on agriculture, ecosystems, and climate.

Keywords. Dust pollutants, Global warming, Mathematical model, Arid regions, Wind erosion, Ecosystem services (ESs).

Annotatsiya. Atmosfera tarkibini o'rganish va uni turli dasturlar uchun modellashtirishning ahamiyati, qiziqish sezilarli darajada oshdi. Havo sifati prognozi va baholash tizimlari qaror qabul qiluvchilarga havo sifati va aholi salomatligini yaxshilashga, havoning o'tkir ifloslanishini yaxshilashga, ayniqsa shaharlarda va qishloq xo'jaligi, ekotizimlar va iqlimga ta'sirini kamaytirishga yordam beradi.

Kalit so'zlar. Changni ifloslantiruvchi moddalar, Global isish, matematik model, qurg'oqchil mintaqalar, shamol eroziyasi, ekotizim xizmatlari (ESs).

За последние десятилетия важность и интерес к исследованиям и изучению состава атмосферы и его моделированию существенно возросли. Для этого есть несколько причин, включая возросшие риски загрязнения воздуха для здоровья человека, резко возросшие исследования изменения климата, гораздо лучшие вычислительные возможности

современных суперкомпьютеров и лучшее понимание физических и химических процессов в атмосфере. Всемирная организация здравоохранения сообщила, что ожидается около 7 миллионов смертей (1/8 от общего числа ежегодных смертей в мире) из-за воздействия загрязнения наружного и внутреннего воздуха (3,7 и 3,3 миллиона соответственно) [1].

Экосистемные услуги (ESs), охватывающие категории обеспечения, регулирования, культуры и поддержки, обеспечивают важнейшие преимущества для благополучия человека [2], [3]. В декларации Организации Объединенных Наций о десятилетии восстановления экосистем (2021-2030) подчеркивается необходимость согласования поддержания ESs с целями устойчивого развития [4]. В частности, засушливые регионы служат ключевыми областями для такого регионального управления ESs. Занимая 41% поверхности Земли и обладая уникальным биологическим разнообразием, эти регионы особенно уязвимы с экологической точки зрения из-за ограниченного количества осадков, плохого состояния почвы и повышенной восприимчивости к изменению климата и антропогенным воздействиям [5]. Более того, засушливые регионы Центральной Азии претерпевают пагубные изменения, эксплуатация ресурсов и урбанизация [6], [7]. Эти факторы привели к серьезному ущербу экосистеме в регионе Центральной Азии, что привело к обострению таких проблем, как опустынивание, засоление почв и их эрозия [8].

В данной статье [9] изучается движение частиц, циркулирующих в атмосфере в горячих и холодных точках, с использованием локального статистического метода Getis-Ord G^* . Формула для этого метода выглядит следующим образом:

$$Gi^* = \frac{\sum_j^n W_{ij} x_j}{\sum_j^n x_j} \quad (1)$$

где Gi^* - индекс агрегации пространственной единицы i ;

W_{ij} - пространственный вес, определяемый расстоянием;

x_j - значение атрибута пространственной единицы j ;

n - общее количество пространственных единиц.

В другой научной статье [10] предлагали DPG-модель (DPG - model of dust pollutants–plant biomass-global warming interaction) взаимодействия пылевых загрязнителей, растительной биомассы и глобального потепления, используя аппроксимацию методом Рунге-Кутты 4-го порядка.

Вот как выглядит система DPG:

$$\begin{aligned} \frac{dD}{dt} &= A - \mu_0 D - \alpha DP = F_1(D, P), \\ \frac{dP}{dt} &= rP \left(1 - \frac{P}{K - CG} \right) - \beta DP = F_2(D, P, G), \\ \frac{dG}{dt} &= Q - \gamma_1 DG - \gamma_2 PG - \mu_1 G = F_3(D, P, G), \end{aligned} \quad (2)$$

и с начальными условиями $D(0) \geq 0$, $P(0) \geq 0$ и $G(0) \geq 0$.

где A – скорость поступления пылевых загрязнителей из различных источников в атмосферу; μ_0 – коэффициент естественного истощения пылевых загрязнителей; α – коэффициент истощения пылевых загрязнителей, вызываемых растительной биомассой; r – скорость роста растительной биомассы. k – пропускная способность растительной биомассы;

c – опустынивание, вызванное глобальным потеплением; β – коэффициент истощения растительной биомассы, вызванный пылевыми загрязнителями; Q – факторы, способствующие усилению глобального потепления;

В то время как в предыдущих исследованиях в Центральной Азии эффективно использовались такие модели, как RWEQ (Revised Wind Erosion Equation) и ISIMIP2b, для прогнозирования процессов ветровой эрозии почвы и понимания влияния изменения климата на сохранение почвы и закрепление песка, в этих исследованиях ветровая эрозия часто рассматривалась изолированно, или исключительно в связи с охраной почв. Авторы работ [11] расширили это направление исследований количественно составление карты потенциала ветровой эрозии почв (Soil Wind Erosion Potential, SWEP) в Центральной Азии с использованием данных из нескольких источников для тщательного анализа характеристик ветровой эрозии и влияющих факторов.

Узбекистан, самая густонаселенная страна среди пяти центрально азиатских государств, численность населения Узбекистана продолжает расти и на 1 января 2025 года достигла 37,5 млн человек. Однако Аральского моря и пустыня Кызылкум, расположенные ниже по течению реки Амударья в пределах страны, считаются районами с высокой степенью экологической уязвимости [12]. Учитывая ограниченное количество осадков в Узбекистане, страна в основном полагается на источники воды из реки Амударья, который в течение длительного времени подвергался чрезмерной эксплуатации водных ресурсов, что привело к многочисленным экологическим проблемам. Кризис Аральского моря является ярким проявлением разрушения экосистем в стране, важным фактором, влияющим на которые, является ветровая эрозия. Высохшее дно озера Аральского моря постепенно превратилось в нынешнюю пустыню Аралкум, и частые песчаные и соляные бури делают оценку ветровой эрозии особенно важной [9].

Городская география играет центральную роль в понимании исторического наследия зеленых насаждений в Узбекистане и решении многочисленных экологических проблем, стоящих перед городскими районами [13]. Однако быстрые темпы урбанизации, быстрый рост населения и различные экологические факторы создают значительные препятствия для сохранения и расширения зеленых насаждений. Эти пространства вносят значительный вклад в благосостояние городских жителей, предоставляя возможности для отдыха, релаксации и социального взаимодействия [14]. Они также играют решающую роль в смягчении экологических проблем, таких как загрязнение воздуха, эффект тепловых зон и сток воды, поддерживая при этом биоразнообразие и экосистемные услуги [15], [16].

Пылевые загрязнители могут изменять свойства почвы за счет накопления пыли на почве, что может изменить ее физические и химические характеристики, ухудшая способность корней поглощать воду и питательные вещества, следовательно, пагубно для роста растений. Эти воздействия приводят к ухудшению качества и здоровья растительности, потенциально нанося вред сельскому хозяйству и естественным экосистемам, уменьшая биоразнообразие и увеличивая риск опустынивания [10].

Следует отметить еще один важный аспект. Что касается лесного покрова, то Узбекистан считается страной с низким уровнем лесистости, где лишь около 7,2-7,5 процентов площади суши покрыто лесами (ФАО). Государственный лесной фонд охватывает большую часть покрытой лесом площади, около 11,9 миллиона гектаров (Государственный комитет лесного хозяйства Узбекистана). Леса в Узбекистане играют важнейшую роль в борьбе с опустыниванием, защите от эрозии почв и наводнений, а также смягчении последствий пыльных бурь и засух (УЗГИДРОМЕТ) [17].

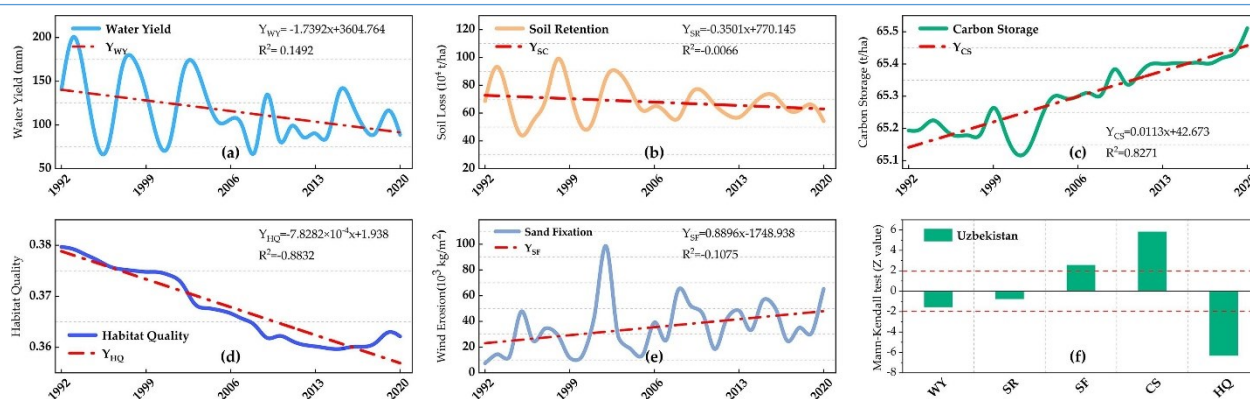


Рис. 1. Общие тенденции (а) среднегодового водоотдачи, (б) удержания почвы, (с) хранения углерода, (д) качества среды обитания и (е) фиксации песка в Узбекистане с 1992 по 2020 год. На панели (ф) показаны значения Z МК-теста для изменений функции экосистемных услуг в Узбекистане с 1992 по 2020 год [9].

Многочисленные исследования подтвердили, что среди всех метеорологических факторов скорость ветра является основным фактором, влияющим на изменения в ветровой эрозии [18], [19]. Однако ветровая эрозия в Узбекистане является в основном они сосредоточены в пустынных районах, где и без того выпадает мало осадков. Даже при увеличении количества осадков потери воды в Аральском море не могут быть компенсированы. Аралкумский район в настоящее время стал популярным местом для пылевых и соляных бурь и считается новой “горячей точкой” в этом районе [20].

Несмотря на то, что Узбекистан добился прогресса в борьбе с загрязнением, проблемы остаются, включая развитие инфраструктуры, ограниченные ресурсы для рационального природопользования и необходимость более строгого соблюдения нормативных актов. Продолжающиеся усилия по совершенствованию мер по борьбе с загрязнением и содействию устойчивому развитию необходимы для защиты окружающей среды и общественного здравоохранения в Узбекистане.

Список литературы

- [1] A. Baklanov and Y. Zhang, “Advances in air quality modeling and forecasting,” *Glob. Transitions*, vol. 2, pp. 261–270, 2020, doi: 10.1016/j.glt.2020.11.001.
- [2] H. A. Mooney *et al.*, *Ecosystems WETLANDS*.
- [3] R. Costanza *et al.*, “The value of the world’s ecosystem services and natural capital,” *Nature*, vol. 387, no. 6630, pp. 253–260, 1997, doi: 10.1038/387253a0.
- [4] I. Otero *et al.*, “Biodiversity policy beyond economic growth,” no. January, pp. 1–18, 2020, doi: 10.1111/conl.12713.
- [5] A. In and E. Science, “Analysis of the Impact of Global Climate Change on Dryland Areas,” vol. 37, 2022.
- [6] O. Submission, “Agricultural and Forest Meteorology Peer review report 1 On ‘ Simulated grazing effects on carbon emission in Central Asia ,”” *Agric. For. Meteorol.*, vol. 201, no. December, p. 648, 2015, doi: 10.1016/j.agrformet.2015.12.028.
- [7] S. E. I. Manavi *et al.*, “Atmospheric aerosol spatial variability : Impacts on air quality and climate change,” *One Earth*, vol. 8, no. 3, p. 101237, 2025, doi: 10.1016/j.oneear.2025.101237.
- [8] A. Hamidov, K. Helming, and D. Balla, “Impact of agricultural land use in Central Asia : a review,” *Agron. Sustain. Dev.*, 2016, doi: 10.1007/s13593-015-0337-7.
- [9] S. Song, X. Chen, Z. Hu, C. Zan, and T. Liu, “Deciphering the impact of wind erosion on ecosystem services : An integrated framework for assessment and spatiotemporal analysis in arid regions,” *Ecol. Indic.*, vol. 154, no. July, p. 110693, 2023, doi: 10.1016/j.ecolind.2023.110693.
- [10] E. Hakeem, S. Jawad, A. Hasan, M. Kallel, and H. A. Neamah, “MethodsX How mathematical models might predict desertification from global warming and dust pollutants,” *MethodsX*, vol. 14, no. December 2024, p. 103259, 2025, doi: 10.1016/j.mex.2025.103259.

- [11] W. Wang, A. Samat, Y. Ge, L. Ma, and A. Tuheti, "Quantitative Soil Wind Erosion Potential Mapping for Central Asia Using the Google Earth Engine Platform," 2020.
- [12] N. Resources, "Journal of Natural Resources," vol. 34, no. 12, pp. 2643–2657, 2019, doi: 10.31497/zrzyxb.20191213.
- [13] U. Green, "Impact Factor : Theoretical & Applied Science Impact Factor :," 2021, doi: 10.15863/TAS.
- [14] S. Gujar, A. Deshmukh, J. H. Thorne, and H. Choe, "Criteria for Public Open Space Enhancement to Achieve Social Interaction : a Review Paper Criteria for Public Open Space Enhancement to Achieve Social Interaction : a Review Paper", doi: 10.1088/1757-899X/291/1/012001.
- [15] M. Ramaiah and R. Avtar, "Urban Green Spaces and Their Need in Cities of Rapidly Urbanizing India : A Review," pp. 1–16, 2019.
- [16] H. Benefits, "Planning of Urban Green Spaces : An Ecological Perspective on Human Benefits," pp. 1–25, 2021.
- [17] Y. Ahn and Z. Juraev, "Nature-Based Solutions Green spaces in Uzbekistan : Historical heritage and challenges for urban environment," *Nature-Based Solut.*, vol. 4, no. July, p. 100077, 2023, doi: 10.1016/j.nbsj.2023.100077.
- [18] J. Li, X. Chen, A. Kurban, and T. Van De Voorde, "Coupled SSPs-RCPs scenarios to project the future dynamic variations of water-soil-carbon-biodiversity services in Central Asia," *Ecol. Indic.*, vol. 129, p. 107936, 2021, doi: 10.1016/j.ecolind.2021.107936.
- [19] J. Li and C. Zhang, "Exploring the relationship between key ecosystem services and socioecological drivers in alpine basins : A case of Issyk-Kul Basin in Central Asia," *Glob. Ecol. Conserv.*, vol. 29, no. June, p. e01729, 2021, doi: 10.1016/j.gecco.2021.e01729.
- [20] S. Ravi, P. D. Odorico, T. M. Over, and T. M. Zobeck, "On the effect of air humidity on soil susceptibility to wind erosion : The case of air-dry soils," vol. 31, no. April, pp. 2–5, 2004, doi: 10.1029/2004GL019485.

SUN'İY INTELLEKT ASOSIDA MA'LUMOTLAR BAZALARIDAGI TARTIBLANMAGAN MA'LUMOTLARNI AVTOMATIK TAHLIL QILISH USULLARI

*Shafiyev Tursun Rustamovich
Norboyev Shaxzod Furqatovich
Buxoro davlat universiteti*

Annotatsiya. Mazkur tezisda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanib, ma'lumotlar bazalaridagi tartiblanmagan (noaniq, tuzilmasiz yoki notekis) ma'lumotlarni avtomatik tarzda tahlil qilishning zamonaviy yondashuvlari yoritilgan. Tartiblanmagan ma'lumotlar tahlili an'anaviy algoritmlar uchun murakkablik tug'dirgani sababli, neyron tarmoqlar, tabiiy tilni qayta ishlash (NLP), clustering va tasniflash algoritmlari kabi AI yondashuvlari asosida samarali tahlil usullari ishlab chiqilgan. Tadqiqot davomida mavjud ma'lumotlar bazalari bilan eksperimentlar o'tkazilib, AI modellarining aniqlik darajasi va amaliy qo'llanilishi tahlil qilinadi. Ushbu ishning ilmiy yangiligi shundaki, u real hayotdagi tartiblanmagan ma'lumotlar uchun moslashtirilgan sun'iy intellekt modellari asosida tahlil mexanizmini taklif etadi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, ma'lumotlar bazasi, tartiblanmagan ma'lumot, avtomatik tahlil, neyron tarmoq, ma'lumotlar qazib olish, klassifikatsiya, AI algoritmlari, ma'lumotlar modeli.

Аннотация: В данной работе рассматриваются современные методы автоматического анализа неструктурированных данных в базах данных с использованием технологий искусственного интеллекта. Поскольку анализ неструктурированных данных представляет сложность для традиционных алгоритмов, предложены эффективные подходы на основе нейронных сетей, обработки естественного языка (NLP), алгоритмов кластеризации и классификации. В ходе исследования проведены эксперименты с существующими базами

данных, проанализированы точность моделей ИИ и их практическая применимость. Научная новизна заключается в разработке механизма анализа на основе ИИ, адаптированного к реальным неструктурированным данным.

Ключевые слова: искусственный интеллект, база данных, неструктурированные данные, автоматический анализ, нейронная сеть, интеллектуальный анализ данных, классификация, алгоритмы ИИ, модель данных.

Abstract: This thesis explores modern methods for the automatic analysis of unstructured data in databases using artificial intelligence technologies. Since analyzing unstructured data poses challenges for traditional algorithms, effective AI-based approaches such as neural networks, natural language processing (NLP), clustering, and classification algorithms are proposed. The study includes experiments with real-world databases and evaluates the accuracy and practical applicability of AI models. The scientific novelty lies in the development of an AI-driven analysis mechanism tailored to real-life unstructured data.

Keywords: artificial intelligence, database, unstructured data, automatic analysis, neural network, data mining, classification, AI algorithms, data model.

Kirish. Raqamli davrda tashkilotlar va korxonalar tomonidan ishlab chiqarilayotgan ma'lumotlar hajmi keskin ortib bormoqda. Ularning muhim qismi — tartiblanmagan ma'lumotlar bo'lib, bu ma'lumotlar an'anaviy tahlil usullari bilan to'liq qamrab olinmaydi. Ma'lumotlar bazalarida saqlanadigan bu kabi turli shakldagi (matn, rasm, ovoz) ma'lumotlarni sun'iy intellekt yordamida avtomatik tahlil qilish masalasi dolzarb muammo hisoblanadi.

Sun'iy intellekt (SI) usullari, xususan, mashinaviy o'rganish, neyron tarmoqlar, tabiiy tilni qayta ishlash va klasterlash algoritmlari, tartiblanmagan ma'lumotlarni strukturaviy modelga o'tkazib, ulardan foydali bilimlar ajratib olish imkonini beradi [1,2]. So'nggi yillarda ushbu yo'nalishda qator ilmiy izlanishlar olib borilgan. Jumladan, X. Chen va boshqalar tomonidan taklif qilingan modelda tartiblanmagan matnli ma'lumotlar ustida darsliklarni avtomatik tuzish imkoniyati o'rganilgan [3]. O'zbekistonlik olimlar tomonidan ham SI yordamida ma'lumotlar bazasida anomalialarni aniqlash va monitoring qilishga doir tadqiqotlar e'tiborga loyiq [4].

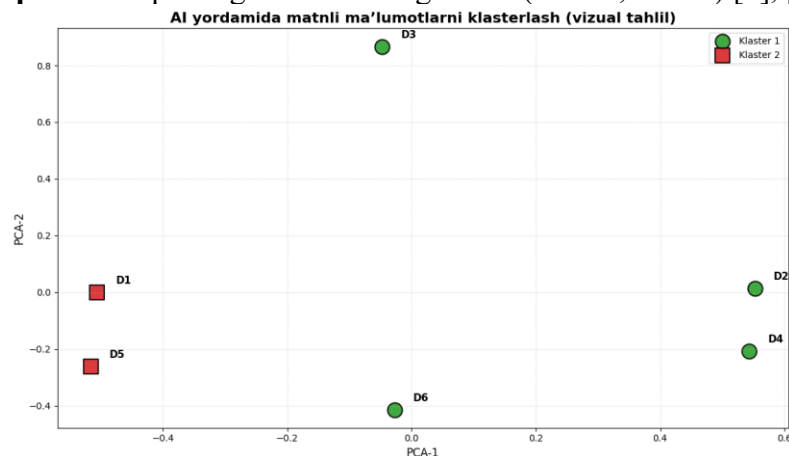
Shu munosabat bilan mazkur tezisda ma'lumotlar bazalarida mavjud tartiblanmagan ma'lumotlarni sun'iy intellekt asosida avtomatik tahlil qilish usullari o'rganiladi. Tadqiqot natijalari real ma'lumotlar ustida sinovdan o'tkazilib, AI modellarining samaradorligi va amaliy qo'llanilishi baholanadi.

Asosiy qism. Zamonaviy ma'lumotlar bazalarida faqat strukturaviy ma'lumotlar emas, balki turli shakldagi tartiblanmagan (noaniq, yarim strukturaviy) ma'lumotlar – matn, rasm, ovoz, video, log fayllar ham saqlanadi. Bunday ma'lumotlar ustida tahlil olib borish an'anaviy statistik usullar uchun murakkab bo'lib, aynan sun'iy intellekt (AI) vositalari bu muammoni samarali hal etadi [5].

Sun'iy intellekt yondashuvlari

Tahlil qilish uchun quyidagi yondashuvlar qo'llaniladi:

- **Clustering (K-means)** – tartiblanmagan ma'lumotlarni guruhlash;
- **TF-IDF + PCA** – matnni vektor shaklga o'tkazish va vizualizatsiya qilish;
- **Neyron tarmoqlar** – chuqur o'rganish asosidagi tahlil (LSTM, BERT) [2], [3].



1-rasm. AI yordamida matnli ma'lumotlarni klasterlash (vizual tahlil)

Xulosa. Tartiblanmagan ma'lumotlarni sun'iy intellekt algoritmlari yordamida avtomatik tahlil qilish ularni to'g'ri guruhlash, tushunish va prognozlash imkonini beradi. Ayniqsa, TF-IDF + clustering + PCA kombinatsiyasi matnli ma'lumotlar ustida samarali ishlaydi. Katta hajmdagi real ma'lumotlarda esa BERT yoki GPT modellar bilan yanada chuqur tahlil qilish mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. – Pearson, 2021. – 1132 b.
2. Han J., Pei J., Kamber M. Data Mining: Concepts and Techniques. – Elsevier, 2022. – 558 b.
3. Chen X., Liu Y., Zhang M. Automated analysis of unstructured text in educational databases using AI models // *IEEE Access*, 2022. – №10. – B. 12830–12845.
4. Rakhimov A., Saidov B. Sun'iy intellekt algoritmlari asosida ma'lumotlar tahlili // *O'zbekiston Axborot Texnologiyalari Jurnali*, 2023. – №2. – B. 45–51.
5. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press, 2016. – 775 b.

BERT MODEL- MATNLARNI SEMANTIK YAQINLIGINI ANIQLASH VOSITASI SIFATIDA

Shafiyev T.R., Igamov J.O'.

Buxoro davlat universiteti, Buxoro, O'zbekiston

Annotatsiya: Maqolada BERT modelini tabiiy til gaplarining semantik yaqinligini aniqlash vositasi sifatida tahlil qilinadi. Tabiiy tilni qayta ishlashning xususiyatlari, transformer neyron tarmog'i arxitekturasining tuzilishi, o'ziga xos jihatlari va yuqori natijali omillari ko'rib chiqiladi. BERT modelining tavsifi, tuzilishi va xarakterli xususiyatlari keltiriladi, uning afzalliklari va tabiiy til gaplarining semantik yaqinligini aniqlash imkoniyatlari qayd etiladi.

Kalit so'zlar: tabiiy til, semantik yaqinlik, gaplarning semantik yaqinligi, til modeli, transformer arxitekturasida, BERT modeli.

Аннотация: В статье рассматривается использование модели BERT как инструмента для определения семантической близости высказываний на естественном языке. Анализируются особенности обработки естественного языка, структура архитектуры нейронной сети transformer, её отличительные черты и факторы, обеспечивающие высокую эффективность. Приводится описание модели BERT, её структура и характерные особенности, отмечаются её преимущества и возможности определения семантической близости предложений.

Ключевые слова: естественный язык, семантическая близость, семантическая близость предложений, языковая модель, архитектура transformer, модель BERT.

Abstract: This article analyzes the use of the BERT model as a tool for identifying the semantic similarity of natural language statements. It discusses the characteristics of natural language processing, the structure of the transformer neural network architecture, its unique features, and the factors contributing to its high performance. The description, structure, and specific characteristics of the BERT model are presented, highlighting its advantages and capabilities in identifying the semantic similarity of sentences.

Keywords: natural language, semantic similarity, sentence semantic similarity, language model, transformer architecture, BERT model.

BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers - Transformerning ikki tomonlama kodlovchi vakilliklari) transformer arxitekturasida qurilgan tabiiy tilni qayta ishlashning (NLP-Natural language Prosess) asosiy modellaridan biridir.

Transformer bu neyron tarmog'i arxitekturasining bir turi bo'lib, u ma'lumotlar ketma-ketligini qayta ishlash uchun juda mos keladi. Transformerlar ketma-ketlikda har bir elementning raqamli tasvirini yaratadi, u haqida muhim ma'lumotlarni va uni o'rab turgan kontekstni qamrab oladi.

Olingan tasvirlar keyinchalik boshqa neyron tarmoqlarga berilishi mumkin, ular bu ma'lumotlardan turli muammolarni, jumladan sintez va tasniflash masalalarini hal qilish uchun keng foydalaniladi. Bunday axborot tasvirlarni yaratish orqali transformatorlar keyingi neyron tarmoqlarga kirish ma'lumotlaridagi yashirin qatlamlar va munosabatlarni yaxshiroq tushunishga yordam beradi. Transformerlarning asosiy afzalligi ularning ketma-ketlikda uzoq bo'g'liqlarni boshqarish qobiliyatidir. Bundan tashqari, ular juda samarali va ketma-ketliklarni parallel ravishda qayta ishlashlari mumkin. Bunday yondashuv mashina tarjimasini, hissiyotlarni tahlil qilish va matn sintezi kabi vazifalar uchun foydalidir.

Tabiiy tilni qayta ishlash jarayonida ikki masala yotishi mumkin. Bunda matn tushunish va unga tahlil asosida javob qaytarish. Buning uchun chat-botlarni yaratishda qo'llaniladigan ikki mashhur arxitektura — GPT (Generative Pre-trained Transformer) va BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) taqqoslash ishlari bilan [1] maqolada shug'ullanilgan. Ikkala yondashuv ham transformerlarga asoslangan, biroq ular turlicha qo'llanilgan: GPT ni matn yaratishga e'tibor qaratadi, BERT esa kontekstni chuqur tushunish va klassifikatsiyaga yo'naltirilgan.

Bir guruh mualliflarning maqolasida [2] mavjud tilni ifodalash modellaridan farqli o'laroq, BERT chuqur ikki yo'nalishli tasvirlarni oldindan o'rgatish uchun ishlab chiqilganligi keltirilgan. Mualliflar BERT modelini qo'shimcha chiqish qatlami bilan nozik sozlash orqali turli tabiiy tilni qayta ishlash vazifalariga, masalan, savollarga javob berish va tilni chiqarish kabi muammolarni hal qilish uchun moslashtirish misollarini keltirishgan. Tadqiqot natijalarida asosida BERT tabiiy tilni qayta ishlash bo'yicha 11 ta vazifada yangi ilg'or natijalarga erishganligi bo'yicha natijalar keltirilgan. Modelni testlash GLUE, MultiNLI, SQuAD kabi standart testlarda amalga oshirilib, ilgari eng yuqori natijalarga erishgan modellarni ortda qoldirgan.

Karpukhin va boshqalar [3] tomonidan taqdim etilgan Dense Passage Retriever (DPR) modeli **semantik qidiruv** jarayonlarini sezilarli darajada yaxshilagan muhim ishlanmalardan biridir. DPR modeli **BERT asosida** qurilgan bo'lib, an'anaviy matn qidirish usullariga nisbatan samaraliroq natijalarga erishadi. DPR tabiiy til bilan qidirish jarayonlarini osonlashtiradi va ochiq domenli savol-javob tizimlarining rivojlanishiga katta hissa qo'shadi. Modelning semantik qidiruvdagi roli hozirgi kunda ilmiy tadqiqotlar va amaliy tizimlarda keng qo'llanilmoqda.

Zamonaviy texnologik tendensiyalarning eng e'tiborga molik yo'nalishlaridan biri tabiiy til bo'yicha avtomatik ma'lumot tahlilining rivojlanishidir [4]. Ushbu soha marketing, sotsiologiya, psixologiya, lingvistika va inson faoliyatining boshqa jabhalari uchun, ayniqsa, internet tarmog'ining jadal kengayishi sharoitida katta qiziqish uyg'otmoqda. Tabiiy tilni qayta ishlashning eng dolzarb muammolaridan biri tabiiy til obyektlari ma'nosini aniqlash va formal tavsiflash hamda ularning o'zaro semantik yaqinligini son jihatdan baholash metod va algoritmlarini ishlab chiqishdan iboratdir [5]. Matn yoki jumla juftliklarining semantik yaqinligi o'lchovi deganda ushbu juftlikning semantik yaqinligini aks ettiruvchi sonli baho tushuniladi, va uning aniqligi semantik resursning potensial imkoniyatlarini to'liq qo'llashga bog'liq. Bu esa tabiiy til jumalari ma'nosini aniqlash usullarini, xususan, transformer neyron tarmoqlari arxitekturasi va uning BERT modeli kabi turlarini tadqiq qilish muhimligini oshiradi. Aynan BERT modeli natijalar sifati va o'qitish tezligi bo'yicha eng yaxshi natijalarni namoyon etgan [6].

Ishning maqsadi BERT modelini tabiiy til jumlarining semantik yaqinligini aniqlash vositasi sifatida tahlil qilishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun mazkur mavzuga oid ilmiy nashrlar va adabiyot manbalarini tahlil qilish hamda sintez qilish usullari qo'llaniladi.

Tabiiy tilni qayta ishlashda asosiy element matnni uning semantikasini aks ettiruvchi sonli xususiyatlar to'plami shaklida ifodalashdan iboratdir [7]. Har qanday matn aniq ketma-ketlikka ega bo'lgani sababli, unga odatda matndagi alohida elementlarni tavsiflovchi, belgilangan o'lchamdagi sonli vektorlar ketma-ketligi mos keladi. Hozirda mavjud tillar uchun eng mashhur usullardan biri so'zlarning vektorli taqdimot modellari bo'lib, bunda har bir so'zga vektor (embedding), har bir matnga esa ushbu so'z vektorlarining ketma-ketligi mos keladi. Shunday modellardan biri transformer arxitekturasi hisoblanadi.

Transformer — bu chuqur o'rganish modeli bo'lib, teng miqdordagi dekoderlar va enkoderlardan tashkil topgan stekdan iboratdir [8]. Enkoderlar kiruvchi ketma-ketlikdagi

ma'lumotlarni qayta ishlaydi va ularning xususiyatlarini aks ettiruvchi kodlarni yaratadi, dekoderlar esa ushbu kodlangan ma'lumotlarni qayta ishlab, chiqish ketma-ketligini generatsiya qiladi. Barcha enkoderlar yagona tuzilishga ega bo'lib, ikkita asosiy qatlamdan tashkil topadi: o'zaro e'tibor (self-attention) mexanizmi va oldinga yo'naltirilgan neyron tarmoq (feedforward neural network). Kiruvchi matnli ketma-ketlik avval o'zaro e'tibor qatlamidan o'tadi, bu esa enkoderga har bir so'zni kodlash jarayonida butun jumladagi boshqa so'zlarni hisobga olish imkonini beradi. Ushbu qatlamning chiqishi keyingi bosqichda oldinga yo'naltirilgan neyron tarmoqqa yuboriladi.

Dekoderlar ham xuddi shu qatlamlarga ega, biroq ular orasida qo'shimcha e'tibor mexanizmi joylashgan bo'lib, bu dekoderga kiruvchi jumladagi eng muhim qismlarni aniqlashga yordam beradi. O'zaro e'tibor mexanizmi modelga joriy qayta ishlanayotgan so'z va jumladagi boshqa so'zlar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash imkonini beradi, bu esa so'zlarni yaxshiroq kodlashga yordam beradi. Barcha dekoderlar ishlov berib bo'lgach, Softmax [9] bilan bog'langan to'liq aloqador qatlam qo'llaniladi. Bu qatlam natijalarni ehtimolliklarga aylantirib, eng yuqori ehtimollikka ega bo'lgan qiymatni tanlaydi va unga mos keluvchi so'zni chiqish sifatida generatsiya qiladi.

Transformerlar katta hajmdagi ma'lumotlar ustida o'qitiladi, bu esa ularga semantik va sintaktik ma'lumotlarga boy bo'lgan so'zlarning vektorli tasvirlarini yaratish imkonini beradi [10]. Shu tufayli past darajadagi xususiyatlarni tanlash jarayonidan voz kechish va bevosita tahlil qilinayotgan semantik munosabatlarni aniqlash hamda tasniflash bosqichiga o'tish mumkin bo'ladi.

Transformer arxitekturasiga asoslangan BERT modeli kiruvchi ma'lumotlar asosida stoxastik gradient tushishi usuli yordamida o'qitiladi. Ushbu model matnni hujjatdagi qat'iy tartibda qayta ishlashni talab qilmaydi, bu esa uni oson parallel ravishda bajarishga va tezroq o'qitishga imkon beradi. O'qitish jarayonida BERT har bir hujjat uchun vektorli ko'rinishni aniqlashni o'rganadi, keyinchalik esa ushbu vektorli taqdimot tasniflash bosqichiga yuboriladi. Ushbu usulda tasniflash bosqichi oldinga yo'naltirilgan neyron tarmoqdan iborat.

Tabiiy tilni qayta ishlash boshqa modellardan farqli o'laroq, BERT belgilangan annotatsiyaga ega bo'lmagan matn korpusida ikki yo'nalisli taqdimotlarni oldindan o'qitish uchun mo'ljallangan bo'lib, matn kontekstining ham o'ng, ham chap qismlariga asoslangan holda o'rganadi [11].

Ikki yo'nalislilik (bidirectional) tushunchasi shuni anglatadiki, model so'zlarni taxmin qilish jarayonida nafaqat oldingi (prefiks), balki keyingi (suffiks) so'zlardan ham foydalanadi. Bu jarayonda kiruvchi ketma-ketlikdagi so'zlarning har biri tasodifiy tanlanib, niqoblanadi, va model ushbu so'zning asl qiymatini butun kontekst asosida taxmin qilishi kerak bo'ladi.

Bir yo'nalisli modellar bilan taqqoslaganda, ikki yo'nalisli modellar oldindan o'qitish jarayonida sezilarli darajada kengroq imkoniyatlarni taqdim etadi, bu esa tabiiy tilni qayta ishlash tabiiy tilni qayta ishlash vazifalarida til modellarining samaradorligini oshirishga olib keladi.

BERT modelida tabiiy tilni qayta ishlash vazifalarini hal qilish uchun ma'lumotlarni o'zgartirish sxemasi quyidagi ko'rinishga ega [12]:

1. Kirish:

$S = (w_1, \dots, w_n)$ – kiruvchi jumladagi tokenlar ketma-ketligi.

2. Embedding o'qitish:

Kiruvchi tokenlar transformer bilan birga embeddinglarga aylantiriladi:

$X = (x_1, \dots, x_n)$ – kiruvchi jumla tokenlarining embeddinglari.

3. Transformer kodlovchisi:

Transformer kodlovchi qatamlar orqali embeddinglarni qayta ishlaydi:

$Z = (z_1, \dots, z_n)$ – transformer tomonidan o'zgartirilgan embeddinglar.

4. Vazifaga moslashtirish:

Modellashtirish yakunida maxsus vazifa uchun qo'shimcha o'qitish amalga oshiriladi va natija olinadi:

Y – chiqish ma'lumotlari.

Bu jarayon BERT modeliga kiruvchi jumlaning semantik xususiyatlarini chuqur o'rganish va turli tabiiy tilni qayta ishlash vazifalariga moslashish imkonini beradi.

BERT modelining asosiy xususiyatlaridan biri shundaki, u o'rganish jarayonida alohida so'zlarni ularni o'rab turgan kontekst asosida baholash imkoniyatiga ega. BERT modelining katta hajmdagi matnlarda oldindan o'qitilishi natijasida, u tabiiy til so'zlarini kontekstual vektorli taqdimot shaklida aks ettira oladi. Ushbu vektorli taqdimotlar keyinchalik gaplarning semantik yaqinligini aniqlash uchun ishlatilishi mumkin.

BERT modeli autoencoder [13] xususiyatiga ega bo'lib, bu uning ayrim kamchiliklarini ham yuzaga keltiradi. Xususan, u har bir yashirin (maskalangan) so'zni mustaqil ravishda oldindan aytib berishi sababli, maskalangan so'zlar orasidagi bog'liqliklar yo'qolishi mumkin [14]. Agar model mustaqil ravishda bunday so'zlarni taxmin qilsa, ular orasidagi semantik bog'liqlik hisobga olinmaydi. Shuningdek, BERT modelining o'qitish va real foydalanish jarayonlari orasida farq mavjud. Modelni o'qitish jarayonida yashirin tokenlar ishlatiladi, lekin oldindan o'qitilgan modelni amaliy qo'llashda bunday tokenlar kiritilmaydi.

BERT modeli turli tabiiy tilni qayta ishlash vazifalarida yuqori aniqlik ko'rsatgan bo'lsa-da, tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, u ba'zan noto'g'ri evristikalarga tayanadi. Bunga asosan o'qitilgan ma'lumotlar bazasining nomuvofiq tanlanganligi sabab bo'ladi. Bu esa ushbu modelni yanada takomillashtirish zaruratini ko'rsatadi.

BERT modeli tabiiy tilni qayta ishlash vazifalarida yuqori samaradorlik ko'rsatgan ilg'or transformer arxitekturasiga asoslangan model hisoblanadi. Uning asosiy afzalligi – so'zlarni ularni o'rab turgan kontekst asosida baholash qobiliyatidir. BERT modelining ikki yo'nalishda (bidirectional) oldindan o'qitilishi natijasida u murakkab semantik munosabatlarni o'zida aks ettiruvchi kontekstual vektorli taqdimotlarni yaratishi mumkin.

Modelning asosiy kamchiliklari qatoriga uning maskalangan so'zlar orasidagi bog'liqlikni to'liq aks ettira olmasligi, o'qitish va amaliy qo'llash bosqichlari orasidagi tafovut hamda ba'zan noto'g'ri evristikalarga tayanishi kiradi. Shu sababli, BERT modelining natijalarini yaxshilash uchun arxitekturani yanada rivojlantirish va mashg'ulot ma'lumotlarini kengaytirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Umuman olganda, BERT tabiiy tilni qayta ishlash sohasidagi turli muammolar, jumladan, gaplarning semantik yaqinligini baholash, matn tasnifi, mashinaviy tarjima va savol-javob tizimlarida samarali qo'llanilishi mumkin bo'lgan kuchli vositadir. Uning doimiy takomillashtirilishi kelajakda tabiiy tilni qayta ishlash bo'yicha yanada mukammal tizimlar yaratish imkonini beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Жусип М.Н., Жаксыбаев Д.О. Сравнение чат-ботов с использованием трансформеров и нейросетей: исследование применения архитектур Gpt и Bert // Вестник науки. 2024. № 9(75). P. 287–290.
2. Peters M. et al. Deep contextualized word representations // Proceedings of the 2018 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics (NAACL). 2018.
3. Karpukhin V. et al. Dense Passage Retrieval for Open-Domain Question Answering // Proceedings of the 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP). 2020.
4. Radford A. et al. Language Models are Unsupervised Multitask Learners // OpenAI Blog. 2019.
5. Lan Z. et al. ELECTRA: Pre-training Text Encoders as Discriminators Rather Than Generators // arXiv preprint arXiv:2003.10555. 2020.
6. Liu Y. et al. RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach // arXiv preprint arXiv:1907.11692. 2019.
7. Гринчук А.В. Матричные и тензорные разложения в задачах обработки естественного языка: Кандидатская диссертация физико-математических наук. Московский физико-технический институт, 2021. 98 p.

8. Гусенков А.М., Ситтикова А.Р. Применение машинного обучения к задаче генерации поисковых запросов // Российские электронные библиотеки. 2021. № №2(24). P. 272–293.
9. Softmax Activation Function in Neural Networks [Electronic resource] // Geeksforgeeks. 2024. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/the-role-of-softmax-in-neural-networks-detailed-explanation-and-applications/>.
10. Шуйтенов Г.Ж., Турусбекова У.К., Муратбеков М.М. Анализ научных текстов на основе языковых моделей алгоритмами распределенной обработки // КазУТБ. 2023. Vol. 4.
11. Понкин Д.И. Концепт предобученных языковых моделей в контексте инженерии знаний // International Journal of Open Information Technologies. 2020. № №8. P. 18–29.
12. Devlin J. et al. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding // arXiv preprint arXiv:1810.04805. 2019. Vol. 1. P. 4171–4186.
13. Autoencoders -Machine Learning [Electronic resource] // Geeksforgeeks. 2023. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/auto-encoders/>.
14. Solomin A.A., Ivanova Yu.A. Modern approaches to multiclass intent classification based on pre-trained transformers // Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics. 2020. Vol. 20, № 4. P. 532–538.

SHAP - BASED EXPLANATORY ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPROACH: MODEL FOR DETECTING ANOMALIES IN THE NETWORK

Raxmatov F.A.

Associate professor of Tashkent University of Information Technology named after Muhammad al-Khwarazmi, furkat.rahmatov@gmail.com

Xolmuminov O.T.

Tashkent region pedagogical skills center, xolmuminovoybek26@gmail.com

Karimov N.N.

Tashkent region pedagogical skills center, norbek1194@gmail.com

Abstract: This study focuses on the use of artificial intelligence approaches for detecting network anomalies. Specifically, it explores improving model interpretability using SHAP (SHapley Additive exPlanations). Based on the XGBoost model, anomalies were detected in the NSL-KDD and CICIDS2017 datasets, and decisions were explained using SHAP. The findings indicate that SHAP effectively enhances decision transparency in network security systems. Future research is recommended to explore real-time interpretability and other XAI methods.

Keywords: Network security, anomaly detection, artificial intelligence, machine learning, SHAP, explainable AI, XGBoost, network traffic analysis, interpretable models, NSL-KDD.

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot tarmoq anomaliyalarini aniqlashda sun'iy intellekt yondashuvlaridan foydalanishga qaratilgan. Xususan, SHAP (SHapley Additive exPlanations) yordamida modelning tushuntiriluvchanligini oshirish ko'rib chiqildi. XGBoost modeli asosida NSL-KDD va CICIDS2017 ma'lumotlar to'plamlarida anomaliyalar aniqlanib, SHAP orqali qarorlar izohlandi. Tadqiqot natijalari SHAP yordamida tarmoq xavfsizligi tizimlarida modelning qarorlarini tushuntirish samarali ekanligini ko'rsatdi. Kelajakda real vaqtli tushuntirishlar va boshqa XAI metodlari ustida ishlash tavsiya etiladi.

Kalit so'zlar: Tarmoq xavfsizligi, anomaliya aniqlash, sun'iy intellekt, mashinani o'rganish, SHAP, tushuntiriladigan AI, XGBoost, tarmoq trafik tahlili, izohli modellar, NSL-KDD.

Аннотация: В данном исследовании рассматривается использование методов искусственного интеллекта для обнаружения аномалий в сетевом трафике. В частности, рассматривается повышение интерпретируемости модели с помощью алгоритма SHAP (SHapley Additive exPlanations). На основе модели XGBoost были выявлены аномалии в

наборах данных **NSL-KDD** и **CICIDS2017**, и решения модели были объяснены с помощью SHAP. Результаты показали, что использование SHAP позволяет эффективно интерпретировать решения модели в системах сетевой безопасности. В дальнейшем рекомендуется работать над реализацией интерпретаций в реальном времени и изучением других XAI-методов.

Ключевые слова: Сетевая безопасность, обнаружение аномалий, искусственный интеллект, машинное обучение, SHAP, объяснимый ИИ, XGBoost, анализ сетевого трафика, интерпретируемые модели, NSL-KDD.

Introduction. Modern computer networks are developing rapidly, and security threats in them are also becoming more complex. Traditional rule-based systems have limitations in detecting new and unknown anomalies, a situation that makes the use of artificial intelligence (AI) approaches a necessity. Machine learning (ML) algorithms, especially models such as XGBoost, are helping to effectively detect anomalies in the Network [1].

However, these models have a “black box” feature, and the reasons for the decisions remain unclear. This problem entails the introduction of explanatory artificial intelligence (XAI) approaches. In particular, annotation of model outputs by properties using the SHAP (SHapley Additive exPlanations) algorithm increases the reliability of decisions [2].

This study proposes a model for detecting anomalies in the network using the SI approach, which is explained on the basis of SHAP. The Model is tested in NSL-KDD and CICIDS2017 datasets to develop explanations via SHAP. The purpose of the approach is to provide explanatory and reliable decisions along with clarity.

Literature Review: Various methods have been proposed for network anomaly detection. Initial approaches relied on statistical analysis and rule-based models. However, these methods may be ineffective in detecting new or complex attacks [3]. Therefore, in recent years, artificial intelligence, particularly machine learning (ML) models, has been widely adopted.

Although models based on XGBoost, Random Forest, and Deep Learning demonstrate high accuracy, their decision-making mechanisms often remain opaque. This lack of transparency reduces trust in the models within the security domain. As a result, attention has shifted toward explainable artificial intelligence (XAI) approaches. In the XAI field, the SHAP (SHapley Additive exPlanations) algorithm stands out due to its strong theoretical foundation and accuracy in explaining feature contributions [4]. With SHAP, models can deliver not only accuracy but also interpretable decisions, which is crucial in security systems [5]. Additionally, public datasets such as NSL-KDD and CICIDS2017 are commonly used as standard testing grounds for anomaly detection models and have been employed in numerous studies [6].

Methodology. In this study, the XGBoost model was selected for network anomaly detection due to its high accuracy and proven effectiveness in addressing various network security issues. To interpret the decisions made by the XGBoost model, the SHAP (SHapley Additive exPlanations) algorithm was employed. By using SHAP, the model's decisions become interpretable, thereby enhancing their reliability.

The workflow consisted of the following steps:

- The NSL-KDD and CICIDS2017 datasets were used for experimentation, as they represent various types of network anomalies (e.g., intrusion attempts, denial-of-service attacks).
- Categorical features in the datasets were transformed into numerical form using one-hot encoding, while continuous features were normalized. Additionally, data balancing techniques such as undersampling were applied to address class imbalance between anomalous and normal instances.
- The XGBoost model was trained and evaluated. Its performance was assessed using metrics such as accuracy, F1-score, and ROC-AUC.

Explanation using SHAP. The SHAP algorithm was utilized to interpret the decisions made by the model. The key strength of SHAP lies in its ability to provide accurate and reliable explanations of feature contributions. SHAP values are based on Shapley values, which allow for the mathematical computation of each feature's contribution to the model's prediction.

SHAP values are calculated according to the following formula:

$$\phi_i = \sum_{S \subseteq F \setminus \{i\}} \frac{|S|!(|F| - |S| - 1)!}{|F|!} [f(S \cup \{i\}) - f(S)] \quad (1)$$

Where:

- ϕ_i — the impact of feature i on the model's prediction;
- F — the set of all features;
- S — a subset that does not include feature i ;
- $f(S)$ — the model output based solely on the features in S .

This formula computes the contribution of each feature to the model's decision by averaging over all possible combinations of feature subsets. As a result, it provides accurate and interpretable explanations. Using SHAP to explain models plays a crucial role in ensuring network security, as it allows system experts to understand model decisions and take appropriate actions accordingly.

Results and analysis. In this study, the XGBoost model was trained and tested on the NSL-KDD and CICIDS2017 datasets for anomaly detection. The table below presents the key performance metrics of the model:

Data set	Accuracy	F1-score	ROC-AUC
NSL-KDD	98.1%	0.96	0.991
CICIDS2017	97.4%	0.95	0.987

Table 1. Key metrics of the XGBoost model

The results indicate that the XGBoost model was able to effectively distinguish anomalies with high accuracy on both datasets. The model is not only valuable for its performance but also for its ability to provide interpretable decisions. With the help of SHAP, experts gained a deeper understanding of the model's internal decision-making processes. This is particularly important in security systems, where human oversight of automated decisions is essential.

Conclusion and Recommendations. In this study, the XGBoost model was chosen for network anomaly detection, and the SHAP algorithm was used to explain its decisions. The results show that the model not only performs with high accuracy but also presents its decisions in an interpretable and understandable manner through SHAP. This enhances trust in the model and makes it more suitable for deployment in practical security systems. Through SHAP, the impact of each feature on the model's decisions was clearly demonstrated, which made the analysis process more transparent. The system was able to perform not only detection but also explanation tasks.

Recommendations:

- Adding a real-time explanation function to the model would be beneficial.
- Comparing SHAP with other explainable AI methods could provide valuable insights.
- Working with larger datasets and more complex models (e.g., neural networks) would further enrich the research.

This approach not only ensures accuracy in network security but also provides interpretability. Therefore, explainable artificial intelligence is expected to become an integral part of future security systems.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Chen, T., & Guestrin, C. (2016). *XGBoost: A Scalable Tree Boosting System*. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*.
2. Lundberg, S. M., & Lee, S.-I. (2017). A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. *Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*.
3. Patcha, A., & Park, J.-M. (2007). An overview of anomaly detection techniques: Existing solutions and latest technological trends. *Computer Networks*.

4. Lundberg, S. M., & Lee, S.-I. (2017). A Unified Approach to Interpreting Model Predictions. *NeurIPS*.
5. Molnar, C. (2022). *Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable*.
6. Ring, M. et al. (2019). A survey of network-based intrusion detection data sets. *Computers & Security*.

SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANIB KIBERHUJUMLARNI BASHORAT QILISH

K.K. Seitnazarov

"Axborot xavfsizligi" kafedrası mudiri

TATU Nukus filiali, t.f.d., prof.

Seytnazarov82@mail.ru

A.T. Sultanbaeva

TATU Nukus filiali 3-kurs talabasi

abadansultanbaeva37@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu tezisda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalaridan foydalangan holda amalga oshiriladigan kiberhujumlarning zamonaviy ko'rinishlari, ularning xususiyatlari, turlari va ularga qarshi kurashish strategiyalari tahlil qilinadi. Hujumkor SI (Offensive AI) va himoyaviy SI (Defensive AI) konsepsiyalari o'rganilib, LLM (katta til modellari), generativ modellar va mashinani o'rganish (ML) asosidagi yondashuvlarning roliga alohida e'tibor qaratilgan. Shuningdek, CAPTCHA tizimlarini buzish, zararli dasturlar yaratish, phishing hujumlarini optimallashtirish va real vaqt rejimida tahdidlarni bashorat qilish kabi misollar orqali kiberxavfsizlik landshaftidagi o'zgarishlar ko'rib chiqiladi. Maqolada SOC (Security Operations Center) faoliyati, tizimlarning bog'liqlik modeli, raqobatbardosh hujumlar (adversarial attacks), zaharlash (data poisoning), orqa eshik (backdoor) va boshqa ilg'or hujum usullari haqida batafsil ma'lumot beriladi.

Kalit so'zlar: Mashinani o'rganish (Machine Learning), chuqur o'rganish (Deep Learning), kiberxavfsizlik (Cybersecurity), kiberhujumlar (Cyber Attacks), sun'iy intellekt (SI), hujumkor sun'iy intellekt (Offensive AI), Phishing hujumlari, CAPTCHA tizimlari

Kiberxavfsizlik sohasidagi sun'iy intellekt (SI) real vaqt rejimida katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish orqali tahdidlarni aniqlash, hodisalarga javob berish va xavfsizlikni avtomatlashtirish samaradorligini oshiradi. Sun'iy intellekt an'anaviy usullarga qaraganda kibertahdidlar, zararli dasturlar, tovlamachi dasturlar, fishing hujumlari va anomaliyalarni tezroq aniqlash imkonini beradi. Sun'iy intellektning (SI) kiberxavfsizlikdagi qo'llanilishi bir nechta yo'nalishga ega [1]. Microsoft kompaniyasi taklif etgan tasnifga ko'ra, quyidagi asosiy yo'nalishlarni ajratib ko'rsatish mumkin:

- **Kiberhujumlarda SI qo'llanilishi (hujumkor yoki Ofensiv SI);**
- **Kiberhujumlarga qarshi himoyada SI qo'llanilishi** – bugungi kunda eng ko'p misollarga ega bo'lgan yo'nalish;
- **SI tizimlarining o'ziga qarshi kiberhujumlar** – eng jadal rivojlanayotgan yo'nalish;
- **Zararli ta'sirlar** (masalan, deepfake texnologiyalaridan foydalanish).

Ko'pincha SI tizimlari deganda mashinani o'rganish modellarining qo'llanilishi tushuniladi. Ma'lumki, ushbu soha tabiati tufayli hamma narsa ommaviy nashrlarda yoritilmaydi. Shu bilan birga, katta til modellarining ommalashishi ushbu yo'nalishning rivojlanishiga kuchli turtki berdi. Masalan, dasturlashni avtomatlashtirish g'oyasi darhol zararli dasturlar yaratishni avtomatlashtirish haqida o'ylashga undaydi. Generativ modellar inson tiliga yaqin matnlarni yaratish qobiliyatiga ega bo'lgani sababli, ularning fishing hujumlarida qo'llanilishi ham muqarrar.

Sun'iy intellekt davrida tajovuzkorlar SI asosida ishlab chiqilgan usullarni qo'llab, kiberhimoya tizimlarini buzishga intilmoqda. SI asosida amalga oshiriladigan kiberhujumlar, shubhasiz,

kiberxavfsizlik landshaftini o'zgartirmoqda. Bu hujumlarning asosiy o'ziga xosligi – ularning amalga oshirish tezligi va masshtabi hisoblanadi.

Ushbu hujumlar ilg'or mashinani o'rganish algoritmlaridan foydalangan holda zaifliklarni aniqlash, hujum yo'nalishlarini bashorat qilish va ulardan foydalanishni o'z ichiga oladi. Katta hajmdagi ma'lumotlarni samarali tahlil qilish va tezkor xulosa chiqarish qobiliyati xakerlarga strategik ustunlik beradi, natijada tizimlarga tezda bostirib kirish yoki ma'lumotlarni yo'q qilish imkoniyati yuzaga keladi.

An'anaviy kiberxavfsizlik usullari bunday murakkab hujumlarga qarshi kurashish uchun yetarli emas, chunki sun'iy intellekt asosida tashkil etilgan kiberhujumlar real vaqt rejimida moslashadi va rivojlanadi [2].

2000-yillarning boshlarida IT tashkilotlarining kiberhimoya strategiyasi perimetri himoya qilish va zararli dasturlarga qarshi choralar ko'rishga qaratilgan edi. Keyinchalik, foydalanuvchilarning talablariga moslashgan dasturlar paydo bo'lishi bilan birga, tashkilotlar xavfsizlik choralari mustahkamladi. Ular tarmoqqa qarshi tashqi hujumlarni oldini olish uchun aqlli xavfsizlik devorlari, routerlar va switch-lardan foydalanishni yo'lga qo'ydi.

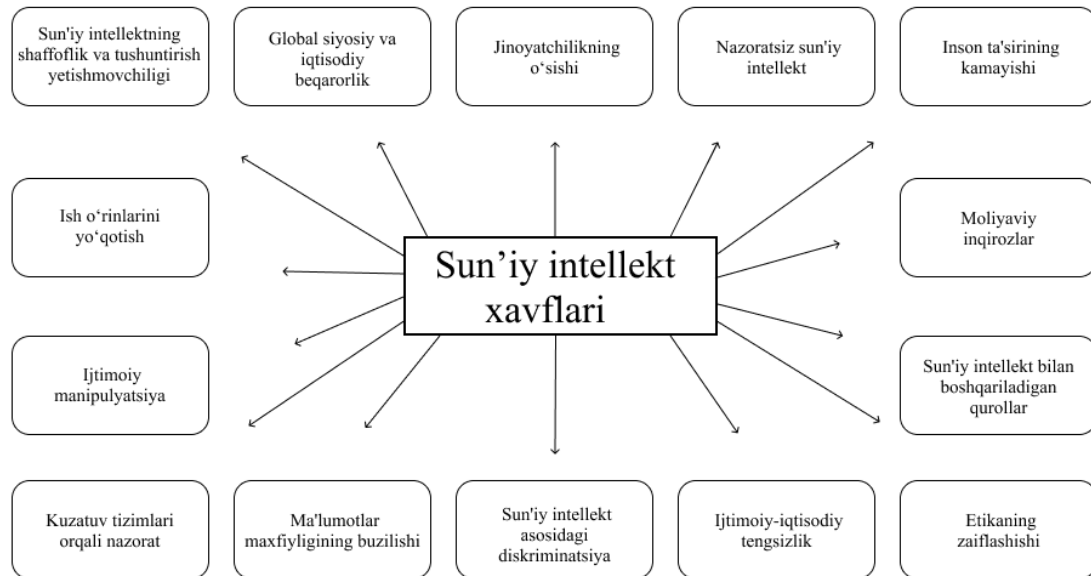
Dasturiy va apparat hujumlari doimiy xavf tug'dirishi mumkin, ammo ularga qarshi samarali choralar mavjud. Ulardan biri **tizimning bog'liqlik modeli** hisoblanadi. Ushbu model hujum tahlili, tahdidlarni bashorat qilish, javob reaksiyalari va kiberhimoyani yagona tizim sifatida ko'rib chiqadi. U SOC (Security Operations Center) xodimlariga tahdidlarni vizualizatsiya qilish va tarmoq xavfsizlik uskunalaridan kelayotgan ma'lumotlarni samarali tahlil qilish imkonini beradi [3].

Sun'iy intellekt asosida boshqariladigan kiberhujumlar SOC xodimlarini kiberhimoya strategiyasini qayta ko'rib chiqishga majbur qiladi. Sun'iy intellekt vositalari tarmoqdagi xatti-harakatlar namunalarini aniqlash va zaif nuqtalarni topish uchun mashinani o'rganish texnikalaridan foydalanadi. Natijada, ular o'z hujum usullarini moslashtira oladi.

Bugungi kunda sun'iy intellekt (mashinani o'rganish va chuqur o'rganish) kiberhimoya tizimlarida keng qo'llanmoqda. Bunday himoya tizimlarining o'zi ham raqobatli hujumlar nishoniga aylanishi mumkin [4]. Sun'iy intellekt asosida kiberhujumlar: xatarlar, hujum turlari va himoya usullardan foydalaniladi. Zaharli ma'lumotlar kiritish (poisoning), orqa eshik (backdoor) hujumlari va ayniqsa, sun'iy intellekt (ML) asosidagi himoya tizimlarini aldashga qaratilgan hujumlar - kiberhujumlarda sun'iy intellektidan foydalanishning tipik usullaridan biri hisoblanadi.

NIST o'zining hujumlar tasnifida raqobatbardosh hujumlarni alohida ajratib ko'rsatadi. Tarixiy jihatdan, dastlabki raqobatbardosh hujumlar aynan kiberxavfsizlik sohasida yuzaga kelgan. Birinchi ma'lum bo'lgan zaharlash hujumi 2006-yilda ishlab chiqilgan bo'lib, qurt (worm) dasturlarining signaturalarini generatsiya qilish tizimlariga qarshi yo'naltirilgan edi. Ushbu hujum avtomatik signatura yaratish jarayoniga sun'iy shovqin (noise) kiritish orqali noto'g'ri signaturalar hosil qilishga sabab bo'lgan. Muhimi shundaki, hujum qilish uchun dastlabki tasniflash usuli haqida ma'lumot bo'lishi shart emas edi.

Sun'iy intellekt xavfsizlik bilan bog'liq an'anaviy xatarlar bilan bir qatorda o'ziga xos xavflarni ham keltirib chiqaradi. Masalan, MIT tomonidan ishlab chiqilgan AI Risk Repository loyihasida 14 ta asosiy xavf sanab o'tilgan:



1-rasm. Sun'iy intellekt xavflari

Ma'lumotlar maxfiyligi sun'iy intellekt xavfsizligidagi eng muhim muammolardan biri bo'lib, bu xatar raqobatbardosh hujumlar orqali yanada osonroq amalga oshirilishi mumkin. Sun'iy intellektdan foydalangan holda qilingan hujumlar an'anaviy IT xavfsizlik tizimlarini zaiflashtiradi, shuning uchun xavfsizlik tizimlari yanada moslashuvchan va oldindan bashorat qiluvchi bo'lishi kerak [5].

Kiberhujumlar har qanday sun'iy intellekt mexanizmlaridan foydalangan holda amalga oshirilgan xakerlik operatsiyalari sifatida tavsiflanadi. Bunday hujumlar "Hujumkor sun'iy intellekt" (Offensive AI) deb nomlanadi.

Kiberhujumlar odatda quyidagi bosqichlardan iborat:

1. **Kirish va tizimga kirish (Access and Penetration)** – Sun'iy intellekt yordamida tizimlarga kirish hujumlari.
2. **Razvedka (Reconnaissance)** – Maqsadli tizim haqida ma'lumot to'plashga qaratilgan hujumlar.
3. **Ekspluatatsiya (Exploitation)** – Sun'iy intellekt orqali avtomatlashtirilgan ekspluatatsiya jarayonlari.
4. **Yetkazib berish (Delivery)** – Yashirin hujum usullari, masalan, zararli kodlarni sezilmay jo'natish.
5. **Boshqaruv (Command and Control - C2)** – Ko'p bosqichli hujumlarning boshqaruvi.
6. **Maqsadga erishish (Actions on Objectives)** – Sun'iy intellekt asosida zararli dasturiy ta'minot hujumlari.

LLM (Large Language Model, Katta til modellari) asosida amalga oshiriladigan kiberhujumlar jamoatchilik uchun jiddiy xavf tug'diradi. Masalan, LLM yordamida phishing hujumlari uchun ishonchli matnlar yozilishi yoki zararli kodlar ishlab chiqilishi mumkin.

CAPTCHA tizimlarini buzish uchun sun'iy intellektdan foydalanish
Rasm tanish (image recognition) sohasida sun'iy intellekt eng ko'p tadqiq etilgan yo'nalishlardan biridir. Masalan, CAPTCHA tizimlarini buzish uchun quyidagi qadamlar amalga oshiriladi:

1. **CAPTCHA yaratish** – Har xil murakkablikdagi CAPTCHA rasmlari generatsiya qilinadi.
2. **Tayyorlash (Training)** – Sun'iy intellekt modeli ushbu CAPTCHA tasvirlarini o'qish uchun o'qitiladi.
3. **Tahlil va buzish (Analysis & Breaking)** – Model maxsus algoritmlar yordamida CAPTCHA matnini aniqlaydi va tizimga ruxsatsiz kirishga urinish qiladi.

Bunday hujumlar avtomatlashtirilgan tizimlarga kirish jarayonlarini buzishga imkon beradi va autentifikatsiya xavfsizligini pasaytiradi.

Xulosa

Xulosa sifatida shuni aytishimiz mumkin, sun'iy intellekt asosida amalga oshiriladigan kiberhujumlar tobora rivojlanib bormoqda. Ularning oldini olish uchun kompaniyalar oldindan bashorat qilish va real vaqt rejimida monitoring qilish imkoniyatiga ega tizimlarni ishlab chiqishi kerak. AI hujumlariga qarshi turish uchun raqobatbardosh sun'iy intellekt asosida ishlaydigan himoya tizimlarini ishlab chiqish bugungi kunda dolzarb muammo hisoblanadi. Sun'iy intellekt vositalari yordamida xakerlar zaifliklarni aniqlash, ekspluatatsiya qilish va avtomatlashtirilgan tarzda zarar yetkazuvchi operatsiyalarni amalga oshira olishadi. Ayniqsa, generativ modellar, katta til modellari (LLM) va chuqur o'rganish algoritmlarining qo'llanilishi phishing, zararli dasturlar yaratish va CAPTCHA tizimlarini buzish kabi hujumlarni yanada ishonchli va xavfli holga keltirmoqda. Bu esa an'anaviy himoya choralarining yetarli emasligini ko'rsatadi.

Shu sababli, kiberxavfsizlik sohasida ham sun'iy intellektga asoslangan himoya tizimlari zaruratga aylandi. Real vaqt rejimida tahdidlarni aniqlash, javob choralari ko'rish va bashorat qilish imkonini beruvchi himoyaviy SI yondashuvlari kompaniyalar uchun muhim strategiyaga aylanmoqda. Ammo, bunday himoya tizimlari ham raqobatbardosh hujumlar, zaharlash (poisoning), orqa eshik (backdoor) kabi murakkab tahdidlarga nisbatan zaif bo'lishi mumkin. Shu bois, AI hujumlariga qarshi turish uchun moslashuvchan, oldindan bashorat qila oladigan va raqobatbardosh himoya mexanizmlarini ishlab chiqish bugungi kunda eng dolzarb muammolardan biridir.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Намиот, Д. Е., Е. А. Ильюшин, and И. В. Чижов. "Искусственный интеллект и кибербезопасность." *International Journal of Open Information Technologies* 10.9 (2022): 135-147.
2. Магистратура «Кибербезопасность» <https://cyber.cs.msu.ru> Проверено 22.06.2024 МГУ-СБЕР
3. Магистерская программа «Искусственный интеллект в кибербезопасности» (ФГОС) Проверено 22.06.2024 <https://cs.msu.ru/node/3732>
4. T. Jumaev, O. Toirov, B. Baburbek "Obyektlarni Tanib Olishda Neyron tarmoqning o'rni" *JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH AND STABILITY (JARS)* Vol 1, No 06 681-684, 2021.
5. KK Seitnazarov. [Integration of gis technology for fuzzy deterministic simulation of conditions of operation and maintenance Kegeyli groundwater is abstracted](#) // *IJRET*» Volum 4. C. 727-735

EXPLORING AI-POWERED APPROACHES TO EDUCATIONAL ASSESSMENT

Gulnora Buronova - Doctor of Philosophy in Pedagogical Sciences
(Docent), Bukhara state university, Department of Information Technology
Zubayda Barnoeva - Basic doctoral student (PhD)
in Bukhara state university, Department of Information Technology

In the voluntary education system, assessment is the basis of education. That is, assessment is the result or indicator of how well the skills or knowledge demonstrated by the student correspond to what the teacher expects through information exchange and formative assessment criteria. This process plays a key role in improving the quality of education and, naturally, requires a lot of effort and time. In addition, the person making the assessment does not always manage to make a fair, objective and specific assessment. The use of artificial intelligence systems in education can be an acceptable solution to solving similar problems that may arise. This is because, through the given structures and algorithms, artificial intelligence allows the tasks of analyzing, assessing and analyzing student knowledge effectively and objectively, with fewer errors and in optimal time.

In our country, the use of these innovative technologies in education has not yet been well established. This scientific work contributes to some extent to the improvement of this area. After all, optimizing the education system is a requirement of the time. Because the amount of basic information and knowledge that every person needs to know is increasing day by day. The task of checking whether these skills are being mastered correctly is increasing proportionally. However, the number of teachers, that is, evaluators, is small, and the number of students, that is, those being evaluated, is large. Teachers do not have enough time resources to point out their mistakes and give detailed instructions to each student. Solving this emerging problem is important.

Research on the application of artificial intelligence in education is being actively conducted worldwide, including in the CIS and developed countries.

For example, Alyona Antonovna Salakhova, a scientist from the CIS countries, conducted a scientific study on the topic "Methodology of teaching the basics of artificial intelligence and data analysis in the course of computer science at the level of secondary general education". In this study, digital competencies in the field of artificial intelligence were theoretically substantiated and developed as a target component of the proposed methodology for teaching computer science at the level of secondary general education in the form of planned results of teaching the subject formed in the process of studying the basics of artificial intelligence and data analysis [1]. In addition, based on the established directions of using artificial intelligence technologies and digital competencies in the field of artificial intelligence, an activity-based model of the methodology for teaching the basics of artificial intelligence and data analysis in the course of computer science at the level of secondary general education was developed, integrated with issues of computer modeling and programming.

In addition, one of the European scientists, Christos N. Moridis, conducted a scientific study on the topic "Affective artificial intelligence in education: Affect recognition and feedback in the context of a self-assessment test system". This study noted that until recently, the emotional aspects of human learning were not taken into account in the design of e-learning platforms [2]. Also, AI researchers in the field of e-learning considered the integration of intelligent agents with the ability to model the emotional state of students and provide adaptive responses based on pedagogical models. Providing computer-aided educational systems with automatic feedback to collect data that can detect the emotional state of the student is a step in this direction, and the practical application of this task was considered. Several methods have been proposed to ensure the development and integration of pedagogical models into computerized learning environments that respond appropriately to the affective state of the computer, as well as assess whether learning is proceeding at an effective pace and intervene accordingly.

Moreover, another scientist in pedagogical sciences, Isayeva Gachikhanum Gadzhimedovna, conducted research on the topic "Preparing future teachers in the field of higher education to use elements of artificial intelligence (on the example of the discipline "Informatics, computing and computer technologies)". In this study, the psychological and pedagogical aspects of using elements of artificial intelligence in the training of future vocational education teachers were studied and clarified [3]. At the same time, a set of pedagogical conditions for building and using an expert system with elements of artificial intelligence in the educational process of a higher educational institution was identified. A model for preparing future vocational education teachers to use elements of artificial intelligence was developed.

Besides, Oritsema Chidi, a European scholar who is engaged in qualitative research in the field of education, has conducted a scientific study on the topic of "Artificial Intelligence in Education". This scientific study emphasizes that the education system has played a crucial role in the emergence of technological developments such as artificial intelligence (AI) and has led to significant changes in various aspects of life [4]. According to Oritsema Chidi, AI has the potential to positively meet the demands of 21st century education, such as helping students become more creative, critical thinkers and problem solvers, rather than relying solely on distance learning for exams. According to him, the practical use of AI in the classroom is rapidly being implemented and becoming a reality, which in turn justifies the fact that the development of AI has affected the field of education.

References:

1. Salakhova A. A. Methodology of teaching the basics of artificial intelligence and data analysis in the course of computer science at the level of secondary general education (p.6) // <https://www.dissercat.com/content/metodika-obucheniya-osnovam-iskusstvennogo-intellekta-i-analiza-dannykh-v-kurse-informatiki>
2. Chrinstos N. Moridis. Affective artificial intelligence in education: Affect recognition and feedback in the context of a self-assessment test system (pp.16-17)// <https://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/28931?lang=en#page/10/mode/2up>
3. Isayeva G. G. Preparing future teachers in the field of higher education to use elements of artificial intelligence (on the example of the discipline "Informatics, computing and computer technologies").(p.8) // <https://www.dissercat.com/content/podgotovka-budushchego-pedagoga-professionalnogo-obucheniya-k-ispolzovaniyu-elementov-iskuss>
4. Oritsema Chidi. Artificial Intelligence in Education. (p.2) // https://gupea.ub.gu.se/bitstream/handle/2077/83624/PDA699_VT24%20THESIS%20Chidi%20Oritsema.pdf?sequence=1&isAllowed=y

REKURSIYA METODINING ASOSIY MOHIYATI VA HOZIRDA UNING TUTGAN O'RNI

*Merajov Nurmuhammad Ikrom o'g'li,
Buxoro Davlat Universiteti 1-kurs talabasi*

Annotatsiya: Ushbu maqolada rekursiya metodining nazariy asoslari, ishlash prinsipi va algoritmik yondashuvdagi o'rni tahlil qilinadi. Shuningdek, rekursiyaning sun'iy intellekt sohasidagi qo'llanilishiga, xususan o'yinlar nazariyasi, qaror daraxtlari va rekurrent neyron tarmoqlar kontekstida qanday ahamiyatga ega ekani yoritib beriladi.

Аннотация: В данной статье рассматриваются теоретические основы метода рекурсии, его принцип работы и роль в алгоритмическом подходе. Также анализируется применение рекурсии в области искусственного интеллекта, особенно в теориях игр, деревьях решений и рекуррентных нейронных сетях.

Annotation: This article explores the theoretical foundations of the recursion method, its working principles, and its significance in algorithmic approaches. The article also analyzes the application of recursion in the field of artificial intelligence, particularly in game theory, decision trees, and recurrent neural networks.

Kalit so'zlar: rekursiya, algoritm, sun'iy intellekt, qaror daraxti, rekurrent neyron tarmoq, o'yinlar nazariyasi, dasturlash, funksional yondashuv

Ключевые слова: рекурсия, алгоритм, искусственный интеллект, дерево решений, рекуррентные нейронные сети, теория игр, программирование, функциональный подход

Keywords: recursion, algorithm, artificial intelligence, decision tree, recurrent neural network, game theory, programming, functional approach

Dasturlashning asosiy tushunchalaridan biri sifatida rekursiya ko'plab murakkab muammolarni soddalashtirish va samarali yechimga erishishda muhim rol o'ynaydi. Talabalar ushbu tushunchani tushinishlari biroz murakkab, shu sababli ushbu maqolada rekursiya tushunchasi va uning sun'iy intellekt bilan bog'liqlik jihatlari qarab chiqildi.

Zamonaviy dasturlashda murakkab masalalarni yechishda samarali va modulli yondashuv zarur. Rekursiya — aynan shunday yondashuv bo'lib, ko'plab algoritmik muammolarni soddalashtirish imkonini beradi. Rekursiya metodining nazariy va amaliy jihatlari [1]–[11] manbalarda ham ko'rish mumkin. **Rekursiyaning nazariy asoslari** qadimgi matematiklarning

ishlarida, xususan eramizdan avvalgi 300-yillarda Evklidning **Evklid algoritmidagi**, XIII asrda Leonardo Fibonachining **Fibonachi sonlarida** uchraydi.

Rekursiya — bu muammoni **o'ziga o'xshash kichik muammolarga bo'lib**, shu kichik muammolarni hal qilish orqali umumiy yechimga erishish metodidir. Dasturlashda bu **funksiyaning o'zini o'zi chaqirishi** orqali amalga oshiriladi.

Rekursiya quyidagilarga asoslanadi: **Bazaviy holat (base case)**: rekursiv chaqiruvni to'xtatish sharti; **Rekursiv holat (recursive case)**: funksiya o'zini o'zi chaqiradi, lekin har safar masala kichrayadi.

Masalan: faktorialni hisoblash rekursiya uchun klassik misoldir: $n! = n \times (n - 1)!$, shu yerda $0! = 1$ — bazaviy holat hisoblanadi.

XX asrda, ayniqsa **1950–60-yillarda**, dasturlash tillari (LISP, ALGOL, keyinroq C) rivojlanishi bilan rekursiya **rasman kompyuter fanlarining ajralmas qismiga aylandi**.

Bugungi kunda rekursiya: algoritmlarda (binary search, DFS, quicksort), sun'iy intellekt (qaror daraxtlari, RNN), va matematik model yaratishda keng qo'llanadi.

Quyidagi kodda sun'iy intellekt sohasida, ayniqsa o'yin nazariyasida qaror qabul qilish jarayonlarini modellashtirishda **rekursiv Minimax algoritmi** keng qo'llanilishini ko'rish mumkin.

```

1- def minimax(position, depth, maximizingPlayer):
2-     if depth == 0 or is_terminal(position):
3-         return evaluate(position)
4-
5-     if maximizingPlayer:
6-         maxEval = float('-inf')
7-         for child in get_children(position):
8-             eval = minimax(child, depth - 1, False)
9-             maxEval = max(maxEval, eval)
10-        return maxEval
11-    else:
12-        minEval = float('inf')
13-        for child in get_children(position):
14-            eval = minimax(child, depth - 1, True)
15-            minEval = min(minEval, eval)
16-        return minEval
17-

```

Ushbu algoritm ikki tomonlama o'yinlarda (masalan, shaxmat, noughts and crosses) eng optimal qarorni tanlash uchun mo'ljallangan bo'lib, har bir holat bo'yicha **harakatlar daraxtini rekursiv tahlil qiladi**. Minimax algoritmining rekursiv tuzilishi quyidagicha ishlaydi:

- Algoritm ma'lum chuqurlikkacha **harakatlarning barcha mumkin bo'lgan kombinatsiyalarini** o'rganadi.

- Har bir tugun (holat) rekursiv tarzda chaqiriladi va uni baholovchi funksiyaga uzatiladi.

- Qachonki algoritm **bazaviy holatga** (o'yin tugashi yoki chuqurlik chegarasiga) yetsa, u holda pozitsiya qiymati qaytariladi.

- Natijada, rekursiya yordamida yuqoriga qarab **eng optimal yechim tanlanadi**: bir tomon maksimal foydani, ikkinchisi esa minimal yo'qotishni tanlashga intiladi.

Bu metod **inson tafakkurining qaror qabul qilish modelini** ifodalaydi va **sun'iy intellekt tizimlarining asosiy tarkibiy qismi** hisoblanadi. Ushbu algoritmni chuqur o'zlashtirish orqali dasturchilar murakkab muammolarni modellashtiruvchi intellektual tizimlar yaratish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Rekursiya, o'z mohiyati jihatidan, inson tafakkurining reflektiv xususiyatlarini modellashtirishga xizmat qiladi. Zamonaviy dasturlash tillarida ushbu metod kompyuter tomonidan avtomatik amalga oshirilishi orqali sun'iy intellekt tizimlarining rivojlanishida muhim rol o'ynamoqda. Ayniqsa, rekursiv yondashuvni chuqur o'zlashtirish, sun'iy intellekt sohasida murakkab qaror qabul qilish tizimlarini yaratish uchun nazariy asos vazifasini bajaradi.

Demak, rekursiya metodining hozirda uning tutgan o'rni juda muhim bo'lib, sun'iy intellekt ishlash prinsipini tahlil qilishda kerak bo'ladigan tushunchalardir.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Dijkstra, E. W. (1969). *Recursive Programming*. Communications of the ACM, 12(5), 309–314.
2. Knuth, D. E. (1997). *The Art of Computer Programming, Volume 1: Fundamental Algorithms* (3rd ed.). Addison-Wesley.
3. Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms* (3rd ed.). MIT Press.
4. von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press.
5. Quinlan, J. R. (1986). Induction of decision trees. *Machine Learning*, 1(1), 81–106.
6. Elman, J. L. (1990). Finding structure in time. *Cognitive Science*, 14(2), 179–211.
7. Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735–1780.
8. Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (4th ed.). Pearson.
9. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep Learning*. MIT Press.
10. Sedgewick, R., & Wayne, K. (2011). *Algorithms* (4th ed.). Addison-Wesley.
11. Richards, B. (2006). *Recursive Programming in C*. Wiley.

ПРИМЕНЕНИЕ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ УЗБЕКИСТАНА: ЦИФРОВАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ ПАМЯТНИКОВ

Мардонов Шахриёр Зиёдулло угли
преподаватель Бухарского государственного
университета
sh.z.mardonov@buxdu.uz

Аннотация: Исследование рассматривает применение 3D моделирования для сохранения культурного наследия Узбекистана, включая медресе Улугбека. В работе используются современные технологии цифровой реконструкции, обеспечивающие точность моделей. Результаты подтверждают эффективность метода для документирования и туризма.

Annotatsiya: Tadqiqot O'zbekistonning madaniy merosini, jumladan Ulug'bek madrasasini saqlab qolish uchun 3D modellashtirishdan foydalanishni ko'rib chiqadi. Ishda raqamli rekonstruksiya qilishning zamonaviy texnologiyalari qo'llanilgan bo'lib, modellar aniqligi yuqori. Natijalar usulning hujjatlashtirish va madaniy turizm uchun samaradorligini tasdiqlaydi.

Annotation: The study explores the use of 3D modeling to preserve Uzbekistan's cultural heritage, including the UlughBeg Madrasah. Modern digital reconstruction technologies are employed to ensure model accuracy. The results confirm the method's effectiveness for documentation and cultural tourism.

Ключевые слова: 3D моделирование, Цифровая реконструкция, Лазерное сканирование, 3D модель, Blender, Фотограмметрия, Autodesk Recap, Архитектура Центральной Азии, Деформации стен.

Введение:

Узбекистан обладает богатым культурным наследием, но природные и антропогенные факторы угрожают сохранности исторических памятников [1]. Традиционные методы документирования не позволяют полноценно фиксировать сложные архитектурные структуры [2]. В этом контексте 3D моделирование открывает новые возможности для создания точных цифровых копий, которые могут быть полезны для реставрации и исследований [3]. Актуальность работы связана с необходимостью сохранения национальной идентичности и

развития цифровых технологий в регионе. Цель исследования — разработка и апробация методики 3D моделирования на примере медресе Улугбека.

Методы исследования:

Для создания 3D модели были применены два основных подхода: фотограмметрия и лазерное сканирование. Фотограмметрия включала съемку объекта с помощью камеры высокого разрешения (Canon EOS 5D Mark IV) с разных углов, всего было сделано 450 снимков. Лазерное сканирование проводилось с использованием сканера Faro Focus S70, который обеспечил точность измерений до 1 мм. Полученные данные обрабатывались в программном обеспечении Agisoft Metashape для создания облака точек и Autodesk Recap для построения базовой модели. Финальная детализация и текстурирование выполнялись в Blender, где добавлялись элементы декора, такие как орнаменты и мозаики, характерные для архитектуры Центральной Азии.

Дополнительно проводился анализ состояния объекта: измерялись трещины и деформации стен с использованием данных сканирования. Для верификации точности модели сравнивались цифровые размеры с архивными чертежами медресе, хранящимися в музее Самарканда. Исследование проводилось в период с июня по сентябрь 2024 года в сотрудничестве с Ташкентским государственным техническим университетом и местными археологами.

Результаты:

Разработанная методика позволила создать 3D модель медресе Улугбека с точностью до 2 мм в сравнении с реальными размерами. Облако точек содержало 12 миллионов точек, что обеспечило высокую детализацию таких элементов, как купол (диаметр 18 м) и минареты (высота 32 м). Текстурирование модели воспроизвело цветовую палитру оригинальных мозаик с точностью 95%, что подтверждено спектральным анализом образцов.

Анализ состояния показал, что южная стена медресе имеет трещины длиной до 1,5 м, вызванные сейсмической активностью, а эрозия фундамента достигла 3 см за последние 50 лет. Эти данные были интегрированы в модель, что позволило визуализировать зоны риска. Время обработки данных составило 72 часа на компьютере с процессором Intel i9 и 64 ГБ оперативной памяти, что указывает на необходимость оптимизации для более широкого применения в регионе. Цифровая модель была протестирована в образовательной среде: студенты Самаркандского государственного университета использовали ее в курсе "История архитектуры" для изучения конструкций медресе. Также модель была представлена в формате виртуальной реальности (VR) на выставке в Ташкенте в октябре 2024 года, получив положительные отзывы от 85% посетителей (опрос 200 человек).

Литература:

1. Салохиддинова, Д. З. (2022). Архитектурная среда Самарканда: традиции и современность. Минск: БНТУ.
2. Remondino, F., & Campana, S. (2014). 3D Recording and Modelling in Archaeology and Cultural Heritage: Theory and Best Practices. BAR International Series 2598. Oxford: Archaeopress.
3. Kersten, T. P., & Lindstaedt, M. (2012). Image-Based Low-Cost Systems for Automatic 3D Recording and Modelling of Archaeological Finds and Objects. In Progress in Cultural Heritage Preservation, EuroMed 2012, Lecture Notes in Computer Science, vol 7616. Springer.

TABIY OFATLAR MA'LUMOTLARNI TAHLIL QILISH VA BASHORATLASHNING ZAMONAVIY USULLARI

Ismoilov Shohimardon Muhammadjonovich

*Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent
NamDTU, Axborot tizimlari va texnologiyalari kafedrası.*

Nurliyeva Gulnora Nasirovna,

*Toshkent xalqaro kimyo universiteti Namangan filiali
MAI N-24 gurux magistranti*

E-mail: nurliyeva1988@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada ma'lumotlarni tahlil qilish (data analysis) va bashoratlash (forecasting) sohasida qo'llanilayotgan zamonaviy usullar tahlil qilinadi. Asosiy e'tibor mashinaviy o'qitish, sun'iy intellekt, statistika va katta ma'lumotlar (big data) texnologiyalariga qaratilgan. Shuningdek, real hayotdagi qo'llanilish misollari va istiqbolli yo'nalishlar yoritilgan.

Kalit so'zlar: bashoratlash, ma'lumotlarni tahlil qilish, diagnostic tahlil, deskriptiv tahlil, sun'iy neyron tarmoqlar.

Аннотация: В статье анализируются современные методы, используемые в области анализа данных и прогнозирования. Основное внимание уделяется машинному обучению, искусственному интеллекту, статистике и технологиям больших данных. Также рассматриваются реальные примеры применения и перспективные направления.

Ключевые слова: прогнозирование, анализ данных, диагностический анализ, описательный анализ, искусственные нейронные сети.

Abstract: This article analyzes modern methods used in the field of data analysis and forecasting. The main focus is on machine learning, artificial intelligence, statistics and big data technologies. Real-life application examples and promising directions are also highlighted.

Keywords: forecasting, data analysis, diagnostic analysis, descriptive analysis, artificial neural networks.

Raqamli transformatsiya davrida ma'lumotlar eng muhim aktivlardan biriga aylangan. Turli sohalarda (sog'liqni saqlash, moliya, sanoat, marketing va boshqalar) ma'lumotlarni tahlil qilish orqali samarali qarorlar qabul qilinmoqda. Bashoratlash esa ushbu tahlillar asosida kelajakdagi holatlarni oldindan bilish imkonini beradi. Shu sababli, zamonaviy usullarni o'rganish va amaliyotga joriy etish dolzarb masalalardan biridir [1-4].

Ma'lumotlarni tahlil qilishning asosiy usullaridan birnechasi mavjud bo'lib, ulardan Deskriptiv (ta'riflovchi) tahlil – mavjud holatni tasvirlab beradi. Grafiklar, jadvallar va statistik ko'rsatkichlar orqali amalga oshiriladi.

Diagnostic tahlil – voqealarning sabablarini aniqlaydi (masalan, regression analysis orqali). Tabiiy ofatlar xavfini **regression taxlil** yordamida aniqlash — bu statistik usullar orqali o'tgan davrlardagi tabiiy ofatlar haqidagi ma'lumotlarga asoslanib, ularning kelajakdagi ehtimolini baholash jarayonidir [2].

Regression analiz orqali tabiiy ofatlar xavfini aniqlash. Regression analiz — bu bir yoki bir nechta mustaqil o'zgaruvchilar asosida boshqa bir o'zgaruvchini bashorat qilish usulidir. Tadqiqot bosqichlari 1) Ma'lumot to'plash: O'tgan yillardagi tabiiy ofatlar statistikasi (zilzila chastotasi, magnituda, joylashuvi va h.k.), Ob-havo ma'lumotlari (yog'ingarchilik, harorat, shamol tezligi), Geologik ma'lumotlar (tuproq turi, relyef, tektonik plitalar yaqinligi), Infratuzilma (aholi zichligi, binolar soni va turi) 2) Ma'lumotni tozalash va tayyorlash: to'liq bo'lmagan, noma'lumotli yoki ekstremal qiymatlarni aniqlash va tuzatish, O'zgaruvchilarni normallashtirish (ayniqsa, katta farqli birliklarga ega bo'lsa), Categorical (nominal) ma'lumotlarni kodlash (one-hot encoding), 3) Model tanlash: Turli regression modellar mavjud: Linear Regression – eng oddiy va tushunarli usul, Mantiqiy regression – agar bashorat qilinadigan obyekt ehtimol bo'lsa (masalan, ofat yuz beradi / bermaydi), Multivariate Regression – bir nechta mustaqil va bog'liq o'zgaruvchilar mavjud bo'lsa.

4) Modelni o'rgatish (train qilish): To'plangan ma'lumotlar asosida modelni o'qitish, Training va testing datasetlarga bo'lish (odatda 70/30 yoki 80/20), 5) Modelni tekshirish: R^2 (determination coefficient) orqali model qanday aniqlikda ishlayotganini baholash, MAE, RMSE, confusion matrix kabi metrikalar.

Amaliy misol: Suv toshqini xavfi

Masalan, quyidagi regressiya modelini tuzamiz:

$$\text{Suv toshqini ehtimoli} = \beta_0 + \beta_1 * \text{Yog'ingarchilik} + \beta_2 * \text{Daryo oqim tezligi} + \beta_3 * \text{Er namligi} + \beta_4 * \text{Harorat} + \varepsilon$$

Mashinani o'qitish (Machine Learning) – algoritmlar yordamida ma'lumotlardan o'rganish va mustaqil qaror qabul qilish imkonini beradi. Mashhur modellarga: Random Forest, Support Vector Machines (SVM), k-NN, va neyron tarmoqlar kiradi [4].

Sun'iy neyron tarmoqlar – ayniqsa bashoratlashda, masalan, aksiyalar bozoridagi narxlarini taxmin qilishda foydali.

Katta ma'lumotlar (Big Data) – hajmi juda katta bo'lgan ma'lumotlar ustida ishlashni ta'minlaydi. Hadoop, Spark kabi platformalar yordamida ishlanadi.

Deep Learning – chuqur neyron tarmoqlar orqali ancha murakkab loyihalarni o'rganish imkonini beradi (masalan, LSTM modellar vaqt qatorlarini bashoratlash uchun ishlatiladi) [2].

Zamonaviy tahlil va bashoratlash usullari korxona va tashkilotlarga strategik qarorlarni asosli tarzda qabul qilish imkonini bermoqda. Kelajakda bu soha yanada chuqurlashib, sun'iy intellekt va avtomatlashtirilgan tizimlar orqali kengroq qo'llanilishi kutilmoqda. Shu boisdan, ushbu usullarni o'zlashtirish va amaliyotga tatbiq etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1]. Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., . & Duchesnay, E. *Scikit-learn: Machine Learning in Python*. Journal of Machine Learning Research, 12, (2011). 2825–2830 pp.

[2]. Mc Kinney, W. *Data Structures for Statistical Computing in Python*. Proceedings of the 9th Python in Science Conference, 51–56. (2010).

[3]. Hunter, J. D. *Matplotlib: A 2D Graphics Environment*. Computing in Science & Engineering, 9(3), 90–95. (2007).

[4]. Raschka, S., & Mirjalili, V. *Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow* (2nd ed.). Packt Publishing. (2017).

EEG SIGNALLARINI SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA MATN SHAKLIGA AVTOMATLASHTIRILGAN KONVERTATSIYA QILISH TIZIMI

Salimov S.S., Salimov B.S.

^{1*} s.s.salimov@buxdu.uz,

^{2*} bekhruzsalmovsobirovich@gmail.com

¹ Bukhara State University, Bukhara, Uzbekistan.

² Bukhara State University, Bukhara, Uzbekistan.

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotda inson miya faoliyatini qayd etish maqsadida elektroensefalografiya qurilmasidan foydalanilgan bo'lib, olingan neyrosignallarni sun'iy intellekt asosidagi chuqur o'rganish modellaridan foydalangan holda matn shakliga transformatsiya qilish texnologiyasi ishlab chiqildi. Tadqiqotning dolzarbligi, ayniqsa, nutq yoki harakat imkoniyatlari cheklangan shaxslar bilan neyroaloqa o'rnatish zarurati bilan bog'liq. Maqolada EEG signallarini dastlabki qayta ishlash, artefaktlardan tozalash, xususiyatlarni ajratib olish, va keyinchalik ularni

rekurrent neyron tarmoqlar va uzun-qisqa muddatli xotira arxitekturalari orqali klassifikatsiya qilish bosqichlari keng yoritiladi. Model foydalanuvchining fikriy faoliyatiga asoslanib, mos matnli ifodalarni generatsiya qiladi. Natijalar ushbu yondashuvning real vaqtli neyro-interfeys tizimlarida, jumladan BCI (Brain-Computer Interface) ilovalarida qo'llanilishi mumkinligini ko'rsatdi. Taklif etilgan tizim sun'iy intellekt asosida miya bilan bevosita interaktiv aloqa o'rnatish yo'lidagi muhim qadam hisoblanadi.

Kalit so'zlar: EEG signallari, Neurotarmoqlar, Sinaptik faollik, Mashina o'rganish, Sinaptik impulsar.

Аннотация: В данном исследовании используется устройство электроэнцефалографии для регистрации активности человеческого мозга, а также разработана технология преобразования полученных нейросигналов в текстовый формат с использованием моделей глубокого обучения на основе искусственного интеллекта. Актуальность исследования связана с необходимостью установления нейрокоммуникации с людьми, чьи возможности речи или движения ограничены. В статье подробно освещены этапы предварительной обработки сигналов, удаление артефактов, извлечение признаков и последующая классификация с использованием рекуррентных нейронных сетей и архитектур долгосрочной и краткосрочной памяти. Модель генерирует соответствующие текстовые выражения на основе когнитивной активности пользователя. Результаты показывают, что данный подход может быть применен в системах нейроинтерфейса в реальном времени, включая приложения интерфейсов «мозг-компьютер». Предложенная система является важным шагом к установлению прямой интерактивной связи с мозгом на основе искусственного интеллекта.

Ключевые слова: ЭЭГ сигналы, Нейросети, Синаптическая активность, Машинное обучение, Синаптические импульсы.

Annotation: This study utilizes an electroencephalography device to record human brain activity, and a technology for transforming the acquired neural signals into text format based on artificial intelligence and deep learning models is developed. The relevance of the research is particularly related to the need for establishing neurocommunication with individuals whose speech or motor abilities are limited. The article elaborates on the stages of preprocessing EEG signals, artifact removal, feature extraction, and subsequent classification using recurrent neural networks and long short-term memory architectures. The model generates corresponding textual expressions based on the user's cognitive activity. The results demonstrate the potential application of this approach in real-time neuro-interface systems, including Brain-Computer Interface (BCI) applications. The proposed system represents a significant step towards establishing direct interactive communication with the brain using artificial intelligence.

Keywords: EEG signals, Neural Networks, Synaptic Activity, Machine Learning, Synaptic Impulses.

Kirish

Inson miya faoliyatini real vaqt rejimida o'rganish va tahlil qilish, neyrointerfeyslar (BCI) orqali inson-kompyuter o'zaro aloqasini yangi bosqichga olib chiqmoqda. Elektroensefalografiya (EEG) qurilmasi yordamida miya signallarini qayd etish, ularni sun'iy intellekt (AI) tizimlari orqali matn shakliga o'zgartirish, nutq yoki harakat imkoniyatlari cheklangan shaxslar uchun muhim ahamiyatga ega. Ushbu tadqiqot, EEG signallarini qayta ishlash va ularni matn shakliga avtomatik tarzda konvertatsiya qilish usullarini o'rganadi[1].

Usullar

EEG Ma'lumotlarini yig'ish

Tadqiqot davomida EEG signallari OpenBCI kabi ochiq arxitekturadagi EEG qurilmasi orqali 16-kanalli elektrodlar to'plami yordamida yozib olindi. Ma'lumotlar [10-20 tizim] asosida joylashtirilgan elektrodlar orqali to'plangan bo'lib, subyektlardan "o'z fikrida so'zlarni takrorlash" va "so'zlarni tasavvur qilish" kabi vazifalarni bajarish talab qilindi. Har bir subyekt 60 soniyalik 10 ta sessiyada ishtirok etdi. EEG signallari 250 Hz diskretizatsiya chastotasida yozib olindi[2].

Signalni oldindan qayta ishlash

Yig'ilgan xom EEG signallarining sifati artefaktlar (ko'z harakati, mushak aktivligi) tufayli pasayganligi sababli quyidagi oldindan ishlov berish bosqichlari bajarildi:

- **Band-pass filtering (0.5–40 Hz)** – past va yuqori chastotadagi shovqinlarni yo'qotish;
- **Notch filtering (50/60 Hz)** – elektr tarmog'i shovqinlarini bostirish;
- **ICA (Independent Component Analysis)** – artefaktlarni (ko'z qimirlamas, mimik harakatlar) avtomatik ajratish va olib tashlash;
- **Z-score normalization** – signallarni standartlashtirish[3].

Xususiyatlarni ajratib olish (Feature Extraction)

Xususiyatlar EEG signalining vaqt, chastota va faza komponentlarini hisobga olgan holda quyidagi usullar orqali ajratib olindi:

- **Short-Time Fourier Transform (STFT)** orqali vaqt-chastota domenidagi tahlil;
- **Common Spatial Pattern (CSP)** – sinflar orasidagi maksimal farqlilikni aniqlash;
- **Power Spectral Density (PSD)** – asosiy neyrofaoliyat diapazonlaridagi energiyani baholash (Alpha, Beta, Theta)[4].

Xususiyatlar vektor ko'rinishida matritsaga joylashtirildi va keyingi bosqichda neyron tarmoqqa uzatildi.

Model arxitekturas

Ma'lumotlarni matn shakliga konvertatsiya qilish uchun quyidagi arxitektura asosida chuqur o'rganish modeli ishlab chiqildi:

- **CNN + BiLSTM arxitekturas**: CNN yordamida xususiyatlar fazoviy jihatdan siqiladi, BiLSTM orqali vaqt bo'yicha ketma-ketlik o'rganiladi.
- **Attention mexanizmi** – muhim EEG segmentlariga e'tibor qaratish imkonini beradi.
- **Decoder blok** – dekodeer RNN yordamida chiqish ketma-ketligini (so'zlar) hosil qiladi.

Model TensorFlow/Keras muhitida ishlab chiqilgan va NVIDIA GPU yordamida tezlashtirilgan holda o'qitilgan.

Modelni o'qitish va baholash

Modelni o'qitish uchun **Cross-Entropy Loss** funktsiyasi va **Adam optimizer** qo'llanildi. O'qitish 80/20 nisbati asosida train/test bo'linmasida 100 epoch davomida amalga oshirildi. Baholash mezonlari sifatida quyidagilar ishlatildi:

- Klassifikatsiya aniqligi (Accuracy)
- F1-skori
- Confusion Matrix
- BLEU skori (matnga yaqinlikni o'lchash uchun)

Natijalar

Model sinovdan o'tkazilganda quyidagi asosiy ko'rsatkichlar qayd etildi. Har bir metrika foydalanuvchilarning EEG signallarini matn shakliga konvertatsiya qilishdagi samaradorligini ifodalaydi.

Jadval 1: Turli model arxitekturalarining EEG signalidan matn generatsiyasi jarayonidagi baholash ko'rsatkichlari

Model	Aniqlik (Accuracy)	F1-skori	BLEU skori	Inference vaqti (ms)
CNN + LSTM (asosiy)	84.2%	0.83	0.71	128
CNN + BiLSTM + Attention	88.7%	0.87	0.78	146
LSTM	76.4%	0.75	0.63	112

Ekspiriment natijalari shuni ko'rsatadiki, **BiLSTM va Attention** komponentlarini o'z ichiga olgan arxitektura EEG signalining murakkab xususiyatlarini samarali o'rganib, **yuqori aniqlikda va semantik jihatdan aniqroq matnlar** generatsiya qilishga yordam bergan. Inference vaqti real vaqtli tizimlar uchun yetarlicha tez bo'lib, bu arxitekturaning amaliy qo'llanilishini qo'llab-quvvatlaydi.

Muhokama

So'nggi yillarda EEG signallarini sun'iy intellekt yordamida tahlil qilishga oid tadqiqotlar sezilarli darajada ortdi. Ayniqsa, miya-kompyuter interfeyslari (BCI), fikrga asoslangan so'zlashuv interfeyslari va neyro-tekst tizimlari bu sohada faol o'rganilmoqda. Ushbu ishlardan farqli o'laroq, bizning tadqiqotda **EEG signalidan real vaqtli va semantik jihatdan aniq matn generatsiyasiga** qaratilgan kompleks model (CNN + BiLSTM + Attention) ishlab chiqilgan. Shuningdek, nutq imkoniyati cheklangan foydalanuvchilar uchun **interaktiv neyro-interfeys** yaratish maqsadi asos qilib olingan.

Xulosa

Ushbu tadqiqotda EEG signallarini sun'iy intellekt (AI) tizimlari yordamida matn shakliga aylantirish bo'yicha yangi yondashuv taqdim etildi. Modelda CNN, BiLSTM, va Attention mexanizmlari birlashtirilib, EEG signallarini yuqori aniqlikda va samarali tarzda matnli ifodalarga aylantirish imkonini berdi. Ekspirimentlar natijalari shuni ko'rsatdiki, CNN + BiLSTM + Attention arxitekturasi 88.7% aniqlik bilan eng yaxshi natijalarni ko'rsatdi va 0.78 BLEU skoriga erishdi, bu matn generatsiyasining yuqori sifatini tasdiqlaydi.

Bu yondashuvning real vaqtli tizimlarda, xususan, nutqi yoki harakati cheklangan foydalanuvchilar uchun samarali bo'lishi mumkinligini ko'rsatdi. Ushbu tadqiqot, miya-kompyuter interfeyslari (BCI) va interaktiv neyroaloqa tizimlarining rivojlanishi uchun muhim poydevor yaratdi.

Bundan tashqari, kelgusi tadqiqotlarda quyidagi yo'nalishlarga e'tibor qaratish zarur:

- Modelni real dunyo sharoitlarida yanada takomillashtirish va foydalanuvchi interaktivligini oshirish.

- Qo'shimcha ma'lumotlar to'plami va turli subyektlar bilan tajribalarni o'tkazish orqali modelning umumlashuv qobiliyatini sinovdan o'tkazish.

- Matn generatsiyasining semantik sifatini yaxshilash uchun ilg'or til modellari (masalan, Transformer yoki GPT) bilan integratsiya qilish.

Tadqiqotda taklif etilgan yondashuv sun'iy intellekt asosida miya faoliyatining aniq va samarali ifodasini ta'minlaydi va bu, o'z navbatida, boshqa sohalarida, masalan, psixologik tahlillar, tibbiyot, va neuro-interfeys texnologiyalarida keng qo'llanilishi mumkin.

Adabiyotlar

- [1]<https://www.epilepsia.su/jour/article/view/909>
- [2]<https://doi.org/10.3390/s21196503>
- [3][https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)07516-9?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844024075169%3Fshowall%3Dtrue](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)07516-9?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS2405844024075169%3Fshowall%3Dtrue)
- [4]<https://ieeexplore.ieee.org/document/7981315>
- [5]https://www.researchgate.net/publication/340689351_Deep_Learning_Techniques_for_EEG_Signal_Applications_-_a_Review
- [6]<https://arxiv.org/html/2405.00726v1>
- [7]<https://www.frontiersin.org/journals/neuroscience/articles/10.3389/fnins.2021.642251/full>
- [8]<https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennyh-metodov-registratsii-signalov-mozgovoy-aktivnosti-posredstvom-neyrokompyuternogo-interfeysa/viewer>

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА. "ЧАТ-БОТ CHATGPT: МЕТОДЫ ЭФФЕКТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ, ОГРАНИЧЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЕ САЙТА.

Айтымбетов Ю.М Преподаватель в
институте НГПИ имени Ажинияза
Абдразакова У.А студент
4курса НГПИ имени Ажинияза

Аннотация: В данной статье рассматриваются методы эффективного взаимодействия с чат-ботом ChatGPT при создании сайтов, его возможности, ограничения и перспективы использования. Особое внимание уделяется правильной формулировке запросов для получения точных и полезных ответов от модели искусственного интеллекта. Также анализируются потенциальные проблемы, связанные с достоверностью информации, отсутствием критического мышления и этическими аспектами применения технологии. Статья будет полезна преподавателям, студентам и специалистам в области цифровых технологий и веб-разработки.

Ключевые слова: искусственный интеллект, ChatGPT, создание сайта, формулировка запросов, возможности ИИ, ограничения, этика.

Annotatsiya: Ushbu maqolada veb-sayt yaratishda ChatGPT chat-botidan samarali foydalanish usullari, uning imkoniyatlari, cheklovlari va istiqbollari ko'rib chiqiladi. Sun'iy intellekt modelidan aniq va foydali javoblar olish uchun savollarni to'g'ri shakllantirish muhimligi alohida ta'kidlanadi. Shuningdek, ma'lumotlar ishonchliligi, tanqidiy fikrlashning yo'qligi va texnologiyadan foydalanishdagi axloqiy muammolar muhokama qilinadi. Maqola o'qituvchilar, talabalar va raqamli texnologiyalar hamda veb-dasturlash sohasidagi mutaxassislar uchun foydalidir.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, ChatGPT, sayt yaratish, so'rovlarni shakllantirish, AI imkoniyatlari, cheklovlar, etika.

Abstract: This article explores effective interaction methods with the ChatGPT chatbot in the context of website development, highlighting its capabilities, limitations, and future potential. The importance of properly formulating queries to receive accurate and useful responses from the AI model is emphasized. The paper also examines challenges related to information accuracy, lack of critical thinking, and ethical concerns in using the technology. It is intended for educators, students, and professionals in digital technologies and web development.

Keywords: artificial intelligence, ChatGPT, website creation, query formulation, AI capabilities, limitations, ethics.

Современные технологии искусственного интеллекта прочно вошли в повседневную жизнь, и одним из ярких примеров является чат GPT (Generative Pre-trained Transformer)[1]. Это модель, основанная на мощных алгоритмах обработки естественного языка, способна генерировать текст, отвечать на вопросы, помогать в создании контента и решении разнообразных задач. Однако для эффективного использования GPT важно понимать, как правильно формулировать запросы и использовать возможности чата.

Как правильно задавать вопросы

Правильная формулировка запроса — ключ к получению точных и полезных ответов от GPT. Модель работает на основе анализа огромных массивов текстовых данных, и точность ответа зависит от того, насколько четко и конкретно задан вопрос.

Конкретность запроса. Для получения полезной информации важно задавать конкретные вопросы. Например, вместо общего вопроса "Расскажи о космосе" можно уточнить: "Какие особенности строения галактик?" Это поможет AI сосредоточиться на нужной теме и предоставить более точный ответ.

Использование контекста. GPT работает эффективно, если ему предоставляется контекст. Например, вместо того чтобы просто спросить: "Что такое машинное обучение?", можно уточнить: "Какие основные виды машинного обучения существуют в контексте нейронных сетей?" Это позволит AI понимать, что именно вас интересует.

Ясность формулировок. Вопросы, сформулированные ясно и грамотно, обеспечат более высокую вероятность получения точного ответа. Например, избегать двусмысленностей и сложных конструкций, которые могут сбить AI с правильного направления.

Как использовать возможности GPT

GPT обладает широкими возможностями, которые можно использовать для разных целей, от учебы до работы и развлечений. Рассмотрим несколько основных направлений:

Помощь в обучении. GPT может стать мощным помощником в учебном процессе, объясняя сложные темы, помогая с написанием эссе, делая анализ текстов. Он также может решать математические задачи или давать советы по программированию.

Создание контента. Модель может генерировать текст на любые темы, будь то рекламные тексты, статьи, сценарии или даже стихи. Это полезно для писателей, маркетологов, блогеров и всех, кто работает с текстом.

Переводы и языковая практика. GPT может помочь с переводами текстов и обучением новым языкам. Несмотря на то, что для профессиональных переводов существуют более специализированные системы, GPT вполне способен выполнять задачи для общего понимания текста.

Технические задачи. GPT может помогать в кодировании, поиске ошибок в коде и предложении решений. Он идеально подходит для программистов, которым нужно быстро разобраться с определенными проблемами в программировании.

Проблемы и ограничения использования GPT

GPT, как и другие системы искусственного интеллекта, обладает широким спектром возможностей, но при этом имеет определённые ограничения и вызовы. Одним из основных недостатков является проблема с точностью информации, поскольку модель обучается на огромных объемах данных, которые могут содержать ошибки или устаревшую информацию. Это также может быть связано с возможной предвзятостью данных, что подчеркивает Жуков в своем исследовании (2023), обсуждая проблемы точности и достоверности данных, используемых в современных ИИ системах[2].

Проблемы с точностью информации. Модель обучена на огромном массиве данных, включая текст, который может содержать ошибки, устаревшую информацию или предвзятость. Поэтому важно всегда проверять полученную информацию из других источников.

Отсутствие критического мышления. GPT не имеет собственных суждений или критического анализа. Он генерирует ответы на основе вероятностных моделей, что не всегда означает точность или глубокое понимание темы.

Этические и юридические проблемы. GPT может использоваться для создания фальшивых новостей, манипуляции или других недобросовестных практик. Нужно помнить о потенциальных рисках, связанных с неправильным использованием технологии.

Ограниченность контекста. Несмотря на улучшения в модели, GPT не всегда может поддерживать длинные диалоги или помнить предыдущие сообщения в разговоре, что ограничивает его использование в длительных или сложных взаимодействиях.

Результат использования GPT

Правильное использование GPT может значительно улучшить эффективность работы и обучение, а также ускорить процессы создания контента. Однако важно осознавать его ограничения и подходить к использованию технологии с осторожностью. Чтобы извлечь максимальную пользу, необходимо правильно формулировать запросы, проверять полученные ответы и учитывать все этические аспекты.

GPT — это мощный инструмент, но, как и любая другая технология, он требует грамотного подхода и внимательности в процессе использования⁸.

Проблема: Неправильно сформулированный запрос

Пользователь вводит запрос: "Как создать сайт?"

Этот вопрос слишком общий и не уточняет, какой именно тип сайта нужно создать, какие технологии использовать или какие цели преследует пользователь. В результате GPT может дать слишком общие или не совсем релевантные рекомендации.

Решение: Как правильно сформулировать запрос. Чтобы получить более точный и полезный ответ, необходимо уточнить несколько аспектов запроса:

1. Уточните тип сайта: например, если пользователь хочет создать личный блог, интернет-магазин или корпоративный сайт, важно указать это.

Примеры:

- "Как создать сайт для блога?"
- "Как создать интернет-магазин?"
- "Как сделать корпоративный сайт?"

2. Укажите платформу или технологию: можно уточнить, какие именно инструменты или технологии планируется использовать, чтобы избежать общих рекомендаций и получить более целенаправленное руководство.

Примеры:

- "Как создать сайт на WordPress?"
- "Как создать сайт с помощью конструктора Wix?"
- «Как создать сайт с нуля с помощью HTML и CSS?»

3. Уточните функциональные требования: если пользователю нужны особые функции, такие как формы обратной связи, онлайн-оплата или блог, это также стоит указать.

Примеры:

- "Как создать сайт с функцией интернет-магазина?"
- "Как добавить форму обратной связи на сайт?"

Таким образом, правильное и более детальное уточнение запроса позволяет GPT дать более точный и полезный ответ, соответствующий вашим потребностям и ожиданиям.

Список литературы:

1. Musk, E. (2023). "AI and the Future of Human Interaction." *Tech Insights*, -* -P. 45-47. <https://techinsights.com/ai-future-interaction>
2. Жуков, И. (2023). "Восход моделей ИИ." *Technology Today*, - стр. 102-105. <https://technologytoday.com/rise-of-ai>
3. Smith, A. (2022). "How GPT Models are Transforming Industries." *Artificial Intelligence Review*, -P. 207-209. <https://www.aireview.com/gpt-transforming-industries>

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОГО ОФОРМЛЕНИЯ ЗАКАЗОВ НА ВЫНОС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ

Сайидова Назокат Сайфуллаевна
доцент кафедры информационных
систем и цифровых технологий БухГУ,
кандидат физико-математических наук.
Юэ Юбо – I-курс магистр.

Актуальность. На фоне активной цифровизации сферы обслуживания и внедрения информационных технологий в Узбекистане возрастает необходимость разработки

прикладных решений, обеспечивающих автоматизацию рутинных операций в ресторанном бизнесе. На текущий момент порядка 84% заведений общественного питания в стране принимают заказы на вынос по телефону, что обуславливает высокую нагрузку на персонал, задержки в обслуживании и высокий риск ошибок при передаче информации⁹. При этом популярные агрегаторы доставки взимают комиссию до 30–35%¹⁰ от стоимости заказа, не передают владельцам данные о клиентах и фактически контролируют внешний канал взаимодействия с потребителем. Снижение зависимости от агрегаторов, повышение операционной независимости и автоматизация внутренних процессов требуют создания локальных цифровых решений. Разработка собственной системы заказов на вынос — это ответ на потребности ресторанного бизнеса в условиях «цифрового перехода» и стратегического курса страны на развитие ИИ и электронной коммерции до 2030 года.

Материалы и методы. Проектная архитектура системы построена по модели клиент–сервер и включает три функциональных компонента: мобильное приложение (клиентский интерфейс), серверную часть и административную панель. В качестве основы клиентского модуля выбран кросс-платформенный фреймворк Flutter, обеспечивающий поддержку Android и iOS. Серверная логика реализована на Node.js с использованием Express, база данных — PostgreSQL. Для оперативного отображения новых заказов и обмена статусами использованы WebSocket-соединения. Веб-панель администратора разработана с применением библиотеки React и включает функции отслеживания заказов, изменения их статусов, управления меню и генерации статистики. Все интерфейсы системы являются двуязычными (узбекский/русский). В систему интегрированы платёжные API Payme и Click, а также SMS-уведомления через локального провайдера UMS. Разработка велась в команде из пяти человек по методологии Scrum, с разбивкой на двухнедельные спринты и непрерывным тестированием на каждом этапе.

Результаты. Тестовое внедрение системы состоялось в условиях реального функционирования ресторана «Тошкент Чинор» в городе Бухара. За три месяца пилотной эксплуатации были зафиксированы следующие изменения: доля заказов, оформляемых через мобильное приложение, возросла с 21,3% до 54,2%; среднее число заказов на вынос в сутки увеличилось с 18,6 до 27,4; средний чек цифрового заказа стал на 15% выше по сравнению с телефонными заказами. Отмечено полное устранение ошибок в передаче заказов на кухню, характерных для устной формы общения. Время ожидания клиентов на точке выдачи сократилось с 6,8 до 2,7 минут. С точки зрения внутренней оптимизации было зафиксировано сокращение времени, затрачиваемого администратором на приём заказов, более чем в два раза. Приложение функционировало устойчиво: не зафиксировано ни одного критического сбоя; механизм отложенной отправки заказов после восстановления соединения сработал корректно в двух эпизодах. Общая доступность серверной части за период пилота составила 99,5%.

Заключение. Проведённое исследование и пилотное внедрение системы цифрового оформления заказов на вынос в условиях реального предприятия общественного питания подтвердили её практическую значимость. Результаты показали устойчивый рост эффективности, снижение нагрузки на персонал, повышение качества обслуживания и независимость от сторонних платформ. Представленная система может быть масштабирована для применения в других заведениях Узбекистана. Перспективным направлением развития является интеграция элементов искусственного интеллекта: прогнозирование спроса, персонализация интерфейса и рекомендации на основе анализа поведения пользователей. Таким образом, работа демонстрирует эффективное применение современных ИТ-технологий

⁹ Statista. Restaurant Delivery – Uzbekistan // Statista Market Forecast. – 2024. – URL: <https://www.statista.com/outlook/emo/online-food-delivery/meal-delivery/restaurant-delivery/uzbekistan> (дата обращения: 15.04.2025).

¹⁰ The controversial and unsustainable nature of food delivery // Wamda. – 2022. – URL: <https://www.wamda.com/2022/05/controversial-unsustainable-nature-food-delivery> (дата обращения: 15.04.2025).

для решения прикладных задач сферы услуг и соответствует целям стратегии цифровой трансформации и развития искусственного интеллекта в Республике Узбекистан.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛИНГВИСТИКА В РАЗВИТИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА

*Муродова Гули Буроновна,
старший преподаватель,
Бухарский государственный университет*

Аннотация: в данной статье рассматривается применение искусственного интеллекта в компьютерной лингвистике и обработке естественного языка. Приводятся несколько ключевых аспектов взаимодействия компьютерной лингвистики и искусственного интеллекта, такие как, автоматический перевод, виртуальных ассистентов, анализ текста, распознавание речи и синтез речи.

Abstract: This article discusses the application of artificial intelligence in computational linguistics and natural language processing. Several key aspects of the interaction between computational linguistics and artificial intelligence are presented, such as automatic translation, virtual assistants, text analysis, speech recognition and speech synthesis.

Annotatsiya: ushbu maqolada sun'iy intellektning kompyuter lingvistikasi va tabiiy tilni qayta ishlashda qo'llanilishi ko'rib chiqiladi. Kompyuter lingvistikasi va sun'iy intellektning o'zaro ta'sirining bir nechta asosiy jihatlari keltirilgan, masalan, avtomatik tarjima, virtual yordamchilar, matnni tahlil qilish, nutqni aniqlash va nutq sintezi.

Ключевые слова: искусственный интеллект, обработка естественного языка, компьютерная лингвистика, автоматический перевод, виртуальные ассистенты, анализ текста, распознавание речи.

Keywords: artificial intelligence, natural language processing, computational linguistics, automatic translation, virtual assistants, text analysis, speech recognition.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, tabiiy tilni qayta ishlash, kompyuter lingvistikasi, avtomatik tarjima, virtual yordamchilar, matnni tahlil qilish, nutqni aniqlash.

Современный мир преобразуется благодаря важной роли искусственного интеллекта и обработки естественного языка. Эти технологии открывают новые возможности для автоматизации рутинных операций, повышения качества взаимодействия с клиентами, обеспечения беспрепятственного доступа к информации и реализации множества других инноваций.

Компьютерная лингвистика — это междисциплинарная область, находящаяся на стыке лингвистики, информатики и искусственного интеллекта. Она занимается разработкой вычислительных моделей и алгоритмов для анализа, понимания и генерации естественного языка.

Искусственный интеллект, в свою очередь, является более широкой областью компьютерных наук, целью которой является создание интеллектуальных систем, способных выполнять задачи, которые обычно требуют человеческого интеллекта.

Компьютерная лингвистика является важной составной частью области искусственного интеллекта, особенно в направлении обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP). NLP стремится наделить компьютеры способностью понимать и обрабатывать человеческий язык так же, как это делают люди.

Вот несколько ключевых аспектов взаимодействия компьютерной лингвистики и искусственного интеллекта:

1. Обучение машин языку: Методы машинного обучения, разработанные в рамках ИИ, играют центральную роль в обучении компьютерных систем понимать и генерировать естественный язык. Нейронные сети, глубокое обучение и другие алгоритмы позволяют компьютерам извлекать закономерности из больших объемов языковых данных.

2. Разработка NLP-приложений: Компьютерно-лингвистические знания и методы лежат в основе множества практических приложений ИИ, включая:

- Машинный перевод: Автоматический перевод текстов с одного языка на другой.
- Распознавание речи: Преобразование устной речи в текст.
- Синтез речи: Преобразование текста в устную речь.
- Анализ тональности текста: Определение эмоциональной окраски текста (позитивная, негативная, нейтральная).
- Извлечение информации: Автоматический поиск и извлечение конкретных фактов из текста.
- Чат-боты и виртуальные ассистенты: Системы, способные вести диалог с пользователями на естественном языке.
- Автоматическое реферирование: Создание кратких изложений больших текстов.
- Проверка правописания и грамматики: Выявление и исправление ошибок в тексте.
- Информационно-поисковые системы: Улучшение релевантности результатов поиска за счет понимания смысла запросов.

3. Лингвистическая основа для ИИ: Компьютерная лингвистика предоставляет теоретические знания о структуре языка (фонология, морфология, синтаксис, семантика, прагматика), которые необходимы для разработки более совершенных ИИ-моделей, способных по-настоящему понимать язык.

4. Оценка ИИ-систем: Методы компьютерной лингвистики используются для оценки качества работы ИИ-систем, обрабатывающих естественный язык. Лингвистические тесты и бенчмарки позволяют определить, насколько хорошо ИИ понимает и использует язык.

Таким образом, компьютерная лингвистика является фундаментальной областью в развитии искусственного интеллекта, особенно в том, что касается взаимодействия человека и компьютера на естественном языке. Достижения в обеих областях тесно переплетены и способствуют созданию все более интеллектуальных и удобных в использовании технологий.

Список литературы:

6. Оганесян С. А. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КОМПЬЮТЕРНОЙ ЛИНГВИСТИКЕ И ОБРАБОТКЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА // Вестник науки. 2024. №7 (76). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-v-kompyuternoy-lingvistike-i-obrabotke-estestvennogo-yazyka> (дата обращения: 29.04.2025).

7. Смагин Матвей Романович, Филатова Елена Юрьевна, Кузнецов Игорь Александрович КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛИНГВИСТИКА И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ // Успехи в химии и химической технологии. 2018. №4 (200). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternaya-lingvistika-i-iskuss>

8. Муродова Г.Б. КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛИНГВИСТИКА: НЕВИДИМЫЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОМОЩНИК // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. 4(121). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/17225>

9. Ядгарова Л.Д., Муродова Г.Б. Сложности перевода. Речевые стили литературного языка // Academy, № 12 (51), 2019-С. 44-46

TA'LIM JARAYONIDA SUN'IY INTELLEKTNI QO'LLASHNING AXLOQIY JIHATLARI

*Otepbergenov Jetkerbay Saqbergenovich,
Qoraqalpog'iston Respublikasi,
Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti
"Informatika o'qitish metodikasi"
kafedrası mudiri dotsent, p.f.f.d. (PhD)*

Annotatsiya: Maqolada sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarini ta'lim jarayoniga joriy etishda yuzaga keladigan asosiy axloqiy masalalar ko'rib chiqiladi. Ta'limda sun'iy intellektning axloqiy madaniyatini shakllantirishga oid xalqaro, Yevropa, postsovet (MDH) va mahalliy yondashuvlar tahlil qilinadi. Maxfiylik, shaxsiylashtirish, adolatlilik masalalari, shuningdek, sun'iy intellekt muhitida o'qituvchining roli muammolariga alohida e'tibor qaratiladi. O'qituvchi va o'quvchilarda axloqiy savodxonlikni shakllantirish zarurligi ta'kidlanadi.

Kalit so'zlar: Sun'iy intellekt, ta'lim, axloq, pedagogika, raqamli texnologiyalar, maxfiylik, adolat, xalqaro tajriba

Аннотация: В статье рассматриваются основные этические вопросы, возникающие при внедрении технологий искусственного интеллекта (ИИ) в образовательный процесс. Анализируются международные, европейские, постсоветские (СНГ) и местные подходы к формированию этической культуры искусственного интеллекта в образовании. Особое внимание уделяется вопросам конфиденциальности, персонализации, справедливости, а также проблемам роли учителя в среде искусственного интеллекта. Подчеркивается необходимость формирования этической грамотности у преподавателей и учащихся.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, образование, этика, педагогика, цифровые технологии, конфиденциальность, справедливость, международный опыт

Abstract: The article examines the main ethical issues arising from the integration of artificial intelligence (AI) technologies into the educational process. International, European, post-Soviet (CIS), and local approaches to developing ethical guidelines for artificial intelligence in education are analyzed. Special attention is given to issues of privacy, personalization, fairness, as well as the challenges concerning the teacher's role in an AI-enhanced environment. The necessity of cultivating ethical literacy among teachers and students is emphasized.

Keywords: Artificial intelligence, education, ethics, pedagogy, digital technologies, privacy, fairness, international experience

Kirish:

Sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining rivojlanishi XXI asrda ta'limni raqamli o'zgartirishning asosiy tendensiyalaridan biriga aylandi. Moslashuvchan ta'lim tizimlaridan tortib, aqlli yordamchilar va avtomatik baholovchilargacha - sun'iy intellekt ta'lim amaliyotining deyarli barcha bosqichlariga, maktabgacha ta'limdan tortib oliy ta'limgacha kirib bormoqda. Chatbotlar, intellektual tyutorlar, o'quv yutuqlarini bashorat qilish tizimlari, ta'lim tahlilini o'rganish (learning analytics) kabi texnologiyalar allaqachon raqamlashtirish darajasi yuqori bo'lgan mamlakatlarda faol qo'llanilmoqda [10;12].

Bir tomondan, bu pedagoglar va ta'lim oluvchilar uchun yangi imkoniyatlar ochadi: ta'limni individuallashtirish, ta'lim yo'nalishini moslashuvchan tarzda moslashtirish, qiyinchiliklar va bo'shliqlarni tezda aniqlash, o'yin va interaktiv elementlar orqali motivatsiyani oshirish. Boshqa tomondan, sun'iy intellektning keng joriy etilishi jamiyat va pedagogik hamjamiyat oldiga jiddiy axloqiy muammolarni qo'yimoqda [2]. Ular orasida quyidagi masalalar ayniqsa dolzarb bo'lib turibdi:

Sun'iy intellektidan foydalanishda adolat va raqamli tengsizlikka yo'l qo'ymaslik: infratuzilma darajasi past bo'lgan mamlakatlarda o'quvchilar noqulay ahvolga tushib qolishlari mumkin;

Maxfiylik: o'quvchilarning shaxsiy ma'lumotlarini qayta ishlash va saqlash qat'iy himoya standartlariga rioya qilishni talab etadi;

Shaffoflik: SI tomonidan qabul qilingan qarorlar qanchalik tushunarli? O'qituvchi yoki ota-ona bunday qarorlarga e'tiroz bildirishi mumkinmi?

Avtomatlashtirish va "shaxssizlantirish": sun'iy intellekt o'qituvchining ta'lim subyekti sifatidagi rolini pasaytirib, uning vazifalarini raqamli tizimni nazorat qilishgacha cheklab qo'yamaydimi?

Jahon pedagogik hamjamiyati bu muammolarni hal etishda turli yondashuvlarni taklif etmoqda. Yevropa Komissiyasining hisobotida huquqiy asoslarni ishlab chiqish va ta'lim sun'iy intellektini "yuqori xavfli" qo'llash sifatida tasniflash zarurligi ta'kidlanadi [8]. Finlyandiya va Estoniyada allaqachon raqamli muhitda maktab o'quvchilarida axloqiy savodxonlikni shakllantirish bo'yicha davlat strategiyalari joriy etilmoqda [9].

MDH hududida bunday tashabbuslar asosan uslubiy tavsiyalar darajasida, xususan, Rossiya, Qozog'iston va Belarusda amalga oshirilmoqda [4;5]. Biroq, hozircha ular yetarlicha institutsionallashtirilmagan va pedagogik amaliyot ko'pincha o'z tajribasi, intuitsiyasi va sun'iy intellekt bilan norasmiy o'zaro ta'siriga tayanadi.

Mahalliy darajada - masalan, kichik qishloq maktablari yoki o'rta maxsus ta'lim muassasalarida - sun'iy intellektdan foydalanish cheklangan, ammo istisno qilinmagan. Misol uchun, "YAKlass," "RESH," "Sferum" kabi platformalar joriy etilmoqda, ular topshiriqlarni avtomatik tekshirish, maslahat berish va qiyinchiliklarni tahlil qilishni ta'minlaydi. Shunday bo'lsa-da, bu yerda ayniqsa keskin savol tug'iladi: jarayonning bir qismi mashinaga o'tkazilganda, ta'limning insonparvarlik tarkibiy qismini qanday saqlab qolish mumkin?

Shaxsiy pedagogik kuzatuvlar shuni tasdiqlaydi: o'quvchilar sun'iy intellektni "shubhasiz haqiqat manbai" sifatida qabul qila boshlaydilar, uning cheklovlari va ehtimoliy xatolari haqida o'ylamasdan. Bu raqamli axloq, tanqidiy fikrlash va mediasavodxonlik elementlarini maktab darajasida joriy etish zarurligini ko'rsatadi. O'qituvchi, o'z navbatida, nafaqat raqamli vositani o'zlashtirishi, balki sun'iy intellekt bilan ishlashda mas'uliyat chegaralarini anglagan holda axloqiy refleksiyaning rivojlanishi kerak [3].

Shunday qilib, ta'limda sun'iy intellektni axloqiy qo'llash muammosi nafaqat texnologik, balki fundamental pedagogik ahamiyat kasb etadi. U huquqiy, falsafiy, psixologik va uslubiy jihatlarni o'z ichiga olgan tizimli, fanlararo yondashuvni talab qiladi. Bunday yondashuvsiz raqamli transformatsiya o'zining insonparvarlik yo'nalishini yo'qotib qo'yishi mumkin.

Xalqaro tajriba

So'nggi yillarda xalqaro hamjamiyat sun'iy intellektni ta'limga joriy etish uchun axloqiy yo'riqnomalarni faol ishlab chiqmoqda. YUNESKO 2021-yilda Sun'iy intellekt etikasi bo'yicha tavsiyalarni e'lon qildi. Unda asosiy qoidalardan biri inson huquqlariga rioya qilish, algoritmik yechimlarning inklyuzivligi va shaffofligi zarurligi hisoblanadi [12]. Ushbu hujjatga ko'ra, ta'limdagi sun'iy intellekt tizimlari adolatli, tushuntirishga qulay va inson nazoratida bo'lishi kerak. Shuningdek, madaniyatlar, tillar va ta'lim tizimlarining xilma-xilligi sharoitida algoritmik kamsitishlarning oldini olish muhimligi ta'kidlangan.

AQSH va Kanadada yondashuv axloqiy individuallashtirish tamoyiliga asoslangan bo'lib, bunda ta'limni o'quvchining huquq va erkinliklarini buzmasdan uning o'ziga xos xususiyatlariga moslashtirish muhim hisoblanadi. Xususan, o'quvchi xatti-harakatini tahlil qilish asosida topshiriqlarni individual tanlashni ta'minlovchi DreamBox Learning tizimi keng qo'llanilmoqda. Biroq, bu tizimda o'quv strategiyasi bo'yicha yakuniy qaror baribir o'qituvchining ixtiyorida qoladi - bu nazoratni to'liq algoritmarga topshirishning oldini oladi [6].

Bundan tashqari, Stenford universitetida "Ta'limda sun'iy intellekt uchun etika va jamiyat ekspertizasi" loyihasi mavjud bo'lib, u tadqiqot va amaliy sun'iy intellekt loyihalarini axloqiy me'yorlarga, jumladan maxfiylik, gender va irqiy tenglik, shuningdek, o'quvchilarni kuzatishning maqbulligi masalalariga muvofiqligini tekshiradi [2].

Yaponiya va Janubiy Koreya esa madaniy me'yorlarga rioya qilgan holda texnologik taraqqiyotga yo'naltirilgan. Yaponiyada Ta'lim vazirligi (MEXT) sun'iy intellekt murabbiylar

tizimini joriy etmoqda, ammo tavsiyalarni talqin qilishda maktab kuratorining majburiy ishtiroki bilan shaxslararo munosabatlarning qiymatini ta'kidlamogda [9].

Yevropa tajribasi

Yevropa Ittifoqi mamlakatlari ta'limga sun'iy intellektni joriy etishning yaxlit axloqiy-huquqiy modelini ishlab chiqmoqda. Yevropa Komissiyasi 2021-yilda ta'lim texnologiyalari yuqori xavf toifasiga kiritilgan Sun'iy intellekt to'g'risidagi qonunni (AI Act) e'lon qildi [8]. Bu shuni anglatadiki, ular qat'iy sertifikatlanishi, algoritmning tushunarliigi, ma'lumotlarni himoya qilish va kamsitishga yo'l qo'ymaslik bo'yicha tekshiruvdan o'tkazilishi lozim.

Finlyandiya sun'iy intellekt etikasi allaqachon mamlakat aholisining 1 foizdan ortig'ini qamrab olgan "Sun'iy intellekt elementlari" tashabbusi doirasida maktab dasturiga kiritilgan. O'quv materiallari real vaziyatlar asosida taqdim etiladi: masalan, o'quvchilarga agar bola haqida to'liq bo'lmagan ma'lumot olsa yoki maktabda raqamli kuzatuv chegaralari qayerda tugasa, "Sun'iy intellekt o'qituvchisi" qanday yo'l tutishini tasavvur qilish taklif etiladi [9].

Estoniyada maktablar uchun sun'iy intellektning axloqiy kodekslarini ishlab chiqish ustida ish olib borilmoqda. Shuningdek, o'qituvchilar mashinali o'qitish asoslarini tushunishga tayyorlanmoqda. Bu o'qituvchilarda algoritmik tavsiyalarga tanqidiy munosabatni shakllantiradi [7].

Niderlandiyada "Adolatli sun'iy intellekt" pilot loyihasi amalga oshirilmoqda. Unda ta'limda qo'llaniladigan sun'iy intellekt tizimlari adolatlilik va tushunarlilik (tushuntirishga qulay sun'iy intellekt) nuqtai nazaridan mustaqil auditdan o'tkaziladi. Bu o'quvchining ta'lim kelajagiga ta'sir ko'rsatadigan qarorlarning shaffof va o'zgartirishga imkon beradigan bo'lishini ta'minlaydi [2].

MDH mamlakatlari pedagogikasi

MDH mamlakatlarida (Rossiya, Belarus, Qozog'iston, O'zbekiston) sun'iy intellekt ta'lim tahlili, elektron kundaliklar va o'zlashtirish monitoringi tizimlariga faol joriy etilmoqda. Masalan, Qozog'istonda Kundelik tizimi, Rossiyada "MESh" (Moskva elektron maktabi) va o'zlashtirishni avtomatlashtirilgan tahlil qilish algoritmiga ega bo'lgan "Sferum" platformasidan foydalaniladi. Biroq, bu joriy etishlar ko'pincha pedagogikaga emas, balki ma'muriy boshqaruvga qaratilgan bo'lib, axloqiy jihatlarga ko'pincha yetarlicha e'tibor berilmaydi [4].

A.Yu. Uvarov va M.M. Lebedeva kabi rossiyalik tadqiqotchilar, ayniqsa, MDHdagi sun'iy intellekt tizimlarining aksariyati "qora quti" ekanligini hisobga olgan holda, o'qituvchilarni raqamli etika sharoitida ishlashga tayyorlash zarurligini ta'kidlaydilar - ularning ishlash mexanizmini na o'qituvchilar, na o'quvchilar tushuna oladi [4;3]. Lebedeva algoritmik bosim xavfiga e'tibor qaratadi: o'qituvchi sun'iy intellekt tomonidan taqdim etilgan natijalarni tanqidiy tahlil qilmasdan, ularga so'zsiz ishonishni boshlaydi.

O'zbekiston va Armanistonda pedagogika universitetlarida raqamli etika bo'yicha tajriba-sinov kurslari boshlandi. Bu ijobiy tendensiya hisoblanadi, ammo hali ommaviy tus olgani yo'q.

Mahalliy tajriba va pedagogik amaliyot

Mintaqaviy darajada, jumladan qishloq maktablari va kollejlarida, sun'iy intellekt asosan o'quv platformalari va tavsiya xizmatlari ko'rinishida qo'llanilmoqda. Eng keng tarqalganlari:

"YaKlass" - topshiriqlarni avtomatik tekshirish va shaxsiy tavsiyalar berish;

"Foxford" - oddiy moslashuvchan algoritmardan foydalangan holda onlayn kurslar;

"Sferum" - tahlil elementlariga ega raqamli muloqot muhiti.

Amalda o'quvchilarning sun'iy intellektni mutlaq obro' sifatida qabul qilishga, berilgan topshiriqlar va baholarni tanqidiy ko'rib chiqmaslikka moyilligi kuzatilmoqda. Bu ta'lim jarayoniga raqamli va algoritmik savodxonlik elementlarini kiritish zarurligini tasdiqlaydi, bu esa YUNESKO xulosalariga mos keladi [12].

Sinfdan tashqari mashg'ulotlar va tanlov kurslari doirasidagi shaxsiy pedagogik tajribadan ma'lum bo'ldiki, o'quvchilar sun'iy intellekt bilan bog'liq axloqiy muammolarni qiziqish bilan muhokama qilishadi - masalan, baholash tizimi xato qilsa, kim aybdor? Algoritmni "aldash" mumkinmi? Bu sun'iy intellektni joriy etishda tarbiyaviy tarkibiy qismning muhimligini ta'kidlaydi - maktab o'quvchilarida axloqiy fikrlash va mas'uliyatni rivojlantirish vositasi sifatida.

Muammoli savollar

Ta'limda sun'iy intellektni qo'llash bilan bog'liq axloqiy muammolar fanlararo va transmilliy xususiyatga ega bo'lib, pedagogik, huquqiy, psixologik va falsafiy jihatlarini qamrab oladi. Ular orasida ilmiy va amaliyotga yo'naltirilgan pedagogikada faol muhokama qilinayotgan asosiy muammolarni ajratib ko'rsatish mumkin.

1. Pedagogik qarorlar qabul qilish jarayoniga SI aralashuvining chegaralari qanday?

Sun'iy intellekt tavsiya berishi, tahlil qilishi, bashorat qilishi mumkin, ammo inson ishtirokisiz yakuniy qaror qabul qilmasligi lozim. Biroq, amalda muvozanatning algoritmik ustunlik tomon siljishi kuzatilmoqda - ayniqsa, ommaviy masofaviy ta'limda, o'qituvchi baho qo'yish va ta'lim yo'nalishlarini belgilash uchun avtomatlashtirilgan tizimlarga tayanadi [3; 4].

Yevropa parlamenti AI Act loyihasida kafolatlangan inson nazorati (human oversight) zarurligini ta'kidlaydi [8], YUNESKO esa sun'iy intellektdan foydalanishda o'qituvchilar mustaqilligini saqlab qolishga chaqiradi [12]. A.Yu. Uvarovning tadqiqotlari shuni ko'rsatadiki, MDH mamlakatlarida sun'iy intellektni joriy etish ko'pincha o'qituvchining huquq va majburiyatlarini aniq belgilamasdan amalga oshiriladi, bu esa kasbiy mulohazani "algoritmning mexanik ovozi" bilan almashtirilishi xavfini tug'diradi [4].

2. O'qituvchilar bilimni baholashda sun'iy intellekt tomonidan yo'l qo'yilgan xatolar uchun kim javobgar?

Eng dolzarb masalalardan biri mas'uliyat muammosidir. Noto'g'ri baholash, algoritmning noxolisligi yoki o'qituvchilarning huquqlari buzilgan taqdirda - kim javob berishi kerak: ishlab chiquvchimi, maktabmi, o'qituvchimi yoki davlatmi?

AQSH va Kanadada taqsimlangan mas'uliyat modeli muhokama qilinmoqda: sun'iy intellekt ishlab chiquvchilari modellarni hujjatlashtirishlari, maktablar ularni muvofiqlik uchun sinovdan o'tkazishlari, o'qituvchilar esa xulosalarni talqin qilishni o'rganishlari kerak [2]. Yevropa Ittifoqi mamlakatlarida ta'limda sun'iy intellekt tizimlarini algoritmik sertifikatlash mexanizmini joriy etish rejalashtirilgan [8].

MDH mamlakatlarida yagona huquqiy pozitsiya mavjud emas. Haqiqiy amaliyotda o'qituvchi baholash uchun mas'uldir, hatto u platforma tomonidan yaratilgan bo'lsa ham, bu axloqiy ziddiyat va huquqiy zaiflikni keltirib chiqaradi.

3. Ta'limda sun'iy intellektning shaffofligi va tushunarligining qanday mezonlari majburiy bo'lishi kerak?

Shaffoflik (transparency) va tushunarlik (explainability) Sining asosiy axloqiy tamoyillari hisoblanadi [2]. YUNESKO ma'lumotlariga ko'ra, o'qituvchining ta'lim taqdiriga ta'sir qiluvchi har qanday algoritm nafaqat mutaxassislariga, balki jarayon ishtirokchilari - o'qituvchilar va ularning otalariga ham tushunarli bo'lishi kerak [12].

Niderlandiyada ta'lim AI tizimlari uchun "algoritmik pasport"ni majburiy nashr etish mexanizmlari joriy etilmoqda: unda qanday ma'lumotlar ishlatilishi, natija qanday qoidalarga ko'ra shakllantirilishi va buni kim tekshirishi mumkinligi ko'rsatilgan [2]. Bunday yondashuvlar MDHda deyarli yo'q: ko'plab platformalar (masalan, "YaKlass" yoki "Sferum") tavsiyalar mantiqini ochib bermaydi, bu esa ta'limda "qora quti" ta'sirini kuchaytiradi.

4. Avtomatlashtirish davrida o'qituvchilarning insoniy munosabatlarga bo'lgan huquqini qanday himoya qilish mumkin?

Eng nozik jihatlardan biri ta'lim muhitini insonparvarlashtirishdir. Bir qator pedagoglar va tadqiqotchilar (masalan, M.M. Lebedeva) ta'kidlashicha, ta'lim nafaqat bilimlarni uzatish, balki shaxsni rivojlantirish, hissiy hamdirdlik va muloqot qobiliyatini shakllantirishdan iborat bo'lib, buni sun'iy intellekt bajara olmaydi [4].

Xalqaro tavsiyalar (UNESCO, OECD) ayniqsa bolalik va o'smirlik davrida to'liq avtomatlashtirishga yo'l qo'ymaslikka e'tibor qaratadi [1; 8]. Finlyandiyaning ta'lim amaliyotida, masalan, raqamli vositalar "texnologiya - o'rnini bosuvchi emas, balki yordamchi" tamoyili asosida joriy etiladi va raqamli kurslarning majburiy qismi sifatida inson-murabbiy ishtiroki ta'minlanadi [9].

Mahalliy darajada pedagoglarda texnologiya insonni kuchaytiradi, lekin uning o'rnini bosa olmaydi, degan tushunchani shakllantirish muhimdir. 7-9-sinflarda AKTni o'qitishning mualliflik

metodikasi doirasida o'quvchilarning aynan hissiy o'zaro ta'sirga, qo'llab-quvvatlashga, tushuntirishga bo'lgan yuqori ehtiyoji aniqlandi, buni hech qanday sun'iy intellekt to'liq qondira olmaydi.

Xulosa

Sun'iy intellektni ta'limda axloqiy qo'llash texnik emas, balki kompleks yondashuvni talab qiladigan qadriyatli va gumanitar muammodir. Sun'iy intellektni muvaffaqiyatli integratsiyalash uchun ishlab chiquvchilar, o'qituvchilar, o'quvchilar, ota-onalar va davlat tuzilmalari o'rtasida muloqot o'rnatish zarur.

Jahon va Yevropa tajribasi shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellektni barqaror joriy etish faqat huquqiy asoslar, audit mexanizmi, sertifikatlash va pedagogik tayyorgarlik mavjud bo'lgandagina mumkin. MDH mamlakatlarida raqamli jamiyatning me'yoriy asoslari va pedagogik etikasini faol rivojlantirish talab etiladi. Mahalliy daraja shaxslararo muloqotni yo'qotish xavfiga ayniqsa sezgir bo'lib, aynan shu yerda "inson va mashina hamkorligi"ning moslashuvchan modellarini ishlab chiqish zarur.

Ta'limning insoniy jihatini saqlab qolish asosiy vazifadir. Texnologiyalar ta'lim mohiyatini almashtirish emas, balki pedagogik maqsadlarni amalga oshirish vositasi bo'lib xizmat qilishi kerak. Sun'iy intellekt kuchli ittifoqchiga aylanishi mumkin, faqat uni qo'llashning axloqiy madaniyati mazmunli, adolatli va shaxsni rivojlantirishga yo'naltirilgan bo'lsagina..

Adabiyotlar ro'yxati

1. Binns, R. (2018). *Fairness in Machine Learning: Lessons from Political Philosophy*. Proceedings of the 2021 ACM Conference.
2. Floridi, L., & Cowls, J. (2019). *A Unified Framework of Five Principles for AI in Society*. Harvard Data Science Review.
3. Лебедева М.М. (2023). Искусственный интеллект в школе: педагогический потенциал и риски. // *Педагогика*, №5.
4. Уваров А.Ю. (2022). Цифровизация образования: вызовы этики и прав человека. // *Информационное общество*, №3.
5. Хазова С.В. (2023). Этическая рефлексия в цифровом образовании: подходы и методы. // *Современные образовательные технологии*, №4.
6. DreamBox Learning. (2022). *Personalized AI-powered math learning*.
7. Estonian Education and Youth Board. (2021). *AI and Ethics in Estonian Education*.
8. European Commission. (2021). *Proposal for a Regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence (Artificial Intelligence Act)*.
9. Finnish Ministry of Education and Culture. (2020). *Ethics of AI in Education: Finnish National Strategy*.
10. OECD. (2021). *AI and the Future of Skills, Volume 1: Capabilities and Assessments*.
11. Stanford HAI. (2022). *Ethics and Society Review Program*.
12. UNESCO. (2021). *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*.
13. Министерство просвещения РФ. (2023). Методические рекомендации по использованию ИИ в школьной практике.

Section 6: Current problems of modern physics

FIZIKADAN MASALALARNI KLASSIFIKATSIYALASH

Arabov Jasur Olimboyevich

*Buxoro davlat universiteti geliofizika,
qayta tiklanuvchi energiya manbalari va elektronika
kafedrası o'qituvchisi. j.o.arabov@buxdu.uz*

Annotasiya: Ushbu maqolada fizika fanida qo'llaniladigan masalalarning tasnifi, ularning mazmuni, shakli va yechish uslublari keng yoritilgan. Masalalar konkret va abstrakt mazmunli, sodda, murakkab va ijodiy turlarga ajratilgan. Shuningdek, masalalarning yechish usullariga ko'ra – sifat, hisoblash, grafik va eksperimental yo'nalishlari ham batafsil bayon etilgan. Maqolada masala yechish jarayoni orqali o'quvchilarda mantiqiy fikrlash, muammoli vaziyatlarni hal qilish, hamda mustaqil ishlash ko'nikmalari shakllantirilishining ahamiyati ta'kidlangan.

Kalit so'zlar: Sifat masalalar, hisoblash masalalar, ijodiy yondashuv, analitik uslub, sintetik uslub, eksperimental masalalar.

Аннотация: В данной статье подробно изложена классификация задач, применяемых в преподавании физики, их содержание, форма и методы решения. Задачи делятся на конкретные и абстрактные по содержанию, а также на простые, сложные и творческие по сложности. Кроме того, подробно рассмотрены направления задач по методам решения — качественные, расчетные, графические и экспериментальные. В статье подчеркивается важность формирования у учащихся логического мышления, способности решать проблемные ситуации и навыков самостоятельной работы через процесс решения физических задач

Ключевые слова: Качественные задачи, расчетные задачи, творческий подход, аналитический метод, синтетический метод, экспериментальные задачи.

Abstract: This article provides a detailed overview of the classification of problems used in teaching physics, including their content, form, and methods of solving. Problems are categorized as concrete or abstract in content, and as simple, complex, or creative in terms of difficulty. Additionally, the article explains the approaches to solving problems—qualitative, computational, graphical, and experimental. The importance of developing students' logical thinking, problem-solving abilities, and independent working skills through the process of solving physics problems is emphasized.

Key words: Qualitative problems, computational problems, creative approach, analytical method, synthetic method, experimental problems.

Fizika fanida masalalar uch xil mezon asosida tasniflanadi: mazmuniga ko'ra, shartiga ko'ra va yechish uslubiga ko'ra.

1) Mazmuniga ko'ra masalalar mexanika, molekulyar fizika, elektr hodisalari, optika, atom va yadro fizikasi sohalariga tegishli bo'ladi. Ular shuningdek, abstrakt va konkret (aniq) mazmunli bo'lishi mumkin. Abstrakt masalalar umumiy tushunchalar asosida hodisalarning mohiyatini yoritishga xizmat qiladi. Konkret masalalar esa kundalik hayotdagi voqealar, texnika va amaliyot bilan bog'langan bo'lib, ko'rgazmalilik xususiyatiga ega. Konkret mazmundagi masalalar: texnik yo'nalishdagi (politeknik ta'lim), tarixiy kontekstdagi (tarbiyaviy ahamiyatli), va qiziqarli (o'quvchining qiziqishini uyg'otuvchi) turlarga bo'linadi.

Sodda masalalar – bu turdagi masalalarni yechishda odatda bitta yoki ikki formula kifoya qiladi, ularning mohiyatini tushuntirish, oddiy tajriba asosida yechimga erishish mumkin. Murakkab masalalar esa bir nechta fizik qonun va tushunchalarni talab etadi. Bunday masalalarni hal qilishda turli bo'limlardan olingan bilimlar qo'llaniladi, yechimda ko'p bosqichli mantiqiy xulosalar talab etiladi, va ularni to'liq tushunish uchun yetarli tajriba va ko'nikma zarur bo'ladi. Bu masalalar muammoli holatlarni yaratadi va yangilik elementlarini o'z ichiga oladi.

Ijodiy masalalar – qidiruv va konstruktorlik turlariga bo'linadi. Bu masalalar o'quvchilarda mustaqil fikrlash va yangi g'oyalarni izlashga turtki beradi.

2) Masala shartining shakliga ko'ra, masalalar quyidagicha ajratiladi: matnli masalalar (an'anaviy yozma tarzda), tajribaviy masalalar (eksperiment orqali hal qilinadigan), grafik asosidagi masalalar va rasmlil masalalar.

3) Yechish usuliga ko'ra masalalar sifatga oid, hisoblashga oid, grafik asosidagi va tajriba asosidagi masalalarga bo'linadi.

Sifat masalalari – bu turdagi masalalar hodisaning fizik mohiyatini aniqlashga qaratilgan bo'lib, ularni yechishda hisob-kitoblar emas, balki fizik qonunlar va mantiqiy tahlillar asos bo'ladi. Bu masalalar o'quvchilarning mantiqiy fikrlash salohiyatini oshiradi va ularni har qanday masalani tahlil qilish orqali hal qilishga o'rgatadi. Ayniqsa, mavzuni mustahkamlash bosqichida sifat masalalari juda foydali hisoblanadi. Masalan, gidrodinamika bo'limida ko'p hollarda sifat masalalari qo'llaniladi.

Hisoblash masalalari esa turli matematik operatsiyalar asosida yechiladi. Bunday masalalarda matematik usullardan – arifmetik, algebraik yoki geometrik – foydalaniladi.

Mantiqiy yondashuvlar nuqtayi nazaridan masalalarni yechish uslublari analitik va sintetik (yoki analitik-sintetik) bo'lishi mumkin. Analitik yondashuv – noma'lum kattalikni topishdan boshlanadi, masala bir necha bosqichli kichik masalalarga bo'linib hal qilinadi.

Sintetik uslub – masalada berilgan ma'lumotlar orasidagi bog'liqlik aniqlanib, oxir-oqibatda noma'lum qiymatni topishga olib boriladi.

Masala yechish jarayonida o'qituvchi nafaqat bilim beradi, balki o'quvchini mustaqil ishlashga, mulohaza yuritishga va natija chiqarishga ham o'rgatadi. Fizika darslarida amaliy yondashuvlar orasida masala yechish alohida ahamiyatga ega.

Adabiyotlar:

1. M.Djo'rayev. Fizika o'qitish metodikasi: o'quv qo'llanma. Toshkent: ABU MATBUOT-KONSALT.2015-280b.

2. Atoeva M.F., Arabov J.O., Kobilov B.B. Innovative Pedagogical Technologies For Training The Course Of Physics.// Journal of Interdisciplinary Innovations and Research, (2020). 2(12), PP 82-91.

3. J.O. Arabov. Fizikadan ijodiy masalalarning turlari va ijodiy mashqlarning o'quv jarayonidagi o'rni. // Involta Scientific Journal, Vol. 2 No.9 December (2023). 38-46.

4. J Arabov. “Mexanika bo‘limi” ga doir masalalarni grafik usulda mathcad dasturi yordamida yechish metodikasi. // центр научных публикаций (buxdu. Uz), 2023

МИКРОКАНОНИЧЕСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГИББСА

Насырова Низора Каримовна,

*старший преподаватель кафедры Физики
Бухарского государственного университета*

n.k.nasirova@buxdu.uz

Рузиев Сухроб Нуриддин угли

*Студент факультета физики,
математики и информационных технологий*

Аннотация. Микроканоническое распределение Гиббса — распределение состояний макроскопической термодинамической системы частиц, находящейся в тепловом равновесии с термостатом (окружающей средой). Микроканоническое распределение Гиббса, равновесное распределение вероятностей состояний статистического ансамбля систем с заданной полной энергией при постоянном объеме и постоянном числе частиц, но энергетически изолированных от окружающей среды, соответствует микроканоническому ансамблю Гиббса.

Ключевые слова: микроканоническое распределение Гиббса, термостат, статистический ансамбль, квантовая система, классическая статистика.

Abstract: The microcanonical Gibbs distribution is the distribution of states of a macroscopic thermodynamic system of particles in thermal equilibrium with a thermostat (environment). The microcanonical Gibbs distribution, the equilibrium probability distribution of the states of a statistical ensemble of systems with a given total energy at constant volume and constant number of particles, but energetically isolated from the environment, corresponds to the microcanonical Gibbs ensemble.

Keywords: microcanonical Gibbs distribution, thermostat, statistical ensemble, quantum system, classical statistics.

Микроканоническое распределение Гиббса, равновесное распределение вероятностей состояний статистического ансамбля систем с заданной полной энергией при постоянном объёме и постоянном числе частиц, но энергетически изолированных от окружающей среды, соответствует микроканоническому ансамблю Гиббса. Установлено американским физиком Дж. У. Гиббсом (1901) для случая классической статистики как один из основных законов статистической физики.

В классической статистике статистический ансамбль характеризуется функцией распределения $f(p,q)$, зависящей обобщённых координат q обобщённых и импульсов p всех частиц системы.

Эта функция определяет плотность вероятности микроскопического состояния (p,q) системы. Равновесное распределение должно зависеть от интегралов движения системы, её полной энергии $H(p,q)$. Согласно микроканоническому распределению Гиббса, все микроскопические состояния на поверхности заданной энергии $H(p,q)$ (т. е. заданной функции Гамильтона) равновероятны, а вероятности других состояний равны нулю (системы энергетически изолированы), следовательно $f(p,q) = A\delta(H(p,q) - E)$ где δ – дельта-функция Дирака, E – заданное значение энергии.

Постоянная A определяется из условия нормировки: суммарная вероятность пребывания системы во всех состояниях равна единице.

В квантовой статистике рассматривается ансамбль энергетически изолированных квантовых систем с постоянным объёмом V и числом частиц N , имеющих одинаковую энергию E с точностью до $\Delta E \ll E$. Величину ΔE выбирают обычно малой, но конечной, т. к. точная фиксация энергии в квантовой механике, в соответствии с соотношением неопределённостей между энергией и временем, потребовала бы бесконечного времени наблюдения. Предполагается, что для таких систем все квантово-механические состояния с энергией от E до $E + \Delta E$ равновероятны.

Такое распределение вероятностей W состояний системы, когда

$W(E_k) = \{0\}$ вне этого слоя, $\Omega^{-1}(E, N, V)$ при $E \leq E_k \leq E + \Delta E$, называется *микроканоническим распределением Гиббса* для квантового статистического ансамбля.

Здесь $\Omega(E, N, V)$ – статистический вес, равный числу квантовых состояний в слое ΔE и определяемый из условия нормировки $\sum_k W(E_k) = 1$. Микроканоническое распределение Гиббса малочувствительно к выбору ширины энергетического слоя ΔE , поэтому в квантовой статистике можно также рассматривать ансамбль полностью изолированных систем, когда $\Delta E \rightarrow 0$. Такому микроканоническому распределению Гиббса соответствует матрица плотности $\rho = A\delta(H - E)$, где H – гамильтониан системы.

Микроканоническое распределение Гиббса неудобно для практических применений, т. к. для вычисления Ω нужно найти распределение квантовых уровней системы из большого числа частиц, что представляет очень сложную задачу. Микроканоническое распределение Гиббса применяется при теоретических исследованиях, т. к. из всех распределений Гиббса оно наиболее тесно связано с механикой. Для конкретных задач удобнее рассматривать не энергетически изолированные системы, а системы, находящиеся в тепловом контакте с окружающей средой, температура которой постоянна (с термостатом), и применять каноническое распределение Гиббса или рассматривать системы, для которых возможен обмен

энергией и частицами с термостатом, и использовать большое каноническое распределение Гиббса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Физический энциклопедический словарь, 1983.
2. Базаров И. П., Геворкян Э. В., Николаев П. Н. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. — М.: МГУ, 1986. — 312 с.
3. Квасников И. А. Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. Статистическая физика. — Том 2. — М.: УРСС, 2002. — 430 с.

ИЗМЕРЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ РАДИАЦИОННОГО ФОНА В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО РАВНОВЕСИЯ МЕЖДУ ^{234}U И ^{238}U В УРАНОВЫХ ПРОДУКТАХ

Солиев Турсунбой Иззатилло угли,

Навоийский государственный университет

Тошев Ойбек Сулаймонович,

Навоийский государственный университет

Аллаберганава Гулчехра Машиариповна,

Навоийский государственный горно-технологический университет

Музафаров Амрулло Мустафаевич

Навоийский государственный горно-технологический университет

Муминова Зайнаб Арабовна

Бухарский инженерно-технологический институт

Аннотация: в этой статье представлена связь между коэффициентом радиоактивного равновесия и мощностью эффективной дозы радионуклидов ^{234}U и ^{238}U .

Ключевые слова: радиоактивного равновесия, мощности эффективной дозы – МЭД, радионуклидов, массовой доли радионуклида.

На основе исследования значений коэффициента радиоактивного равновесия между ^{234}U и ^{238}U в урановых продуктах можно установить взаимосвязь K_{pp} и значения радиационного фона на складах [1; 801-804]. На основании детального изучения полученных данных сделано предположение, что причиной этого может являться увеличение массовой доли радионуклида ^{234}U в урановых продуктах [2; 2722-2726]. Как известно, радионуклид ^{234}U имеет $(2,31 \cdot 10^8 \text{ Бк/г})$ самую высокую удельную активность среди природных изотопов урана [3; 211-214]. Для подтверждения правильности данного факта были проведены каждодневные замеры значения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на складах хранения урановых продуктов в период 02.2021г. – 10. 2022г. Полученные данные показали, что значение мощности экспозиционной дозы гамма-излучения на местах хранения урановых продуктов отличается от значений предыдущих замеров, проведенных в течение последних пяти лет [4; 24-27].

На основании полученных данных построена зависимость значений мощности эффективной дозы - МЭД от коэффициента радиоактивного равновесия - K_{pp} между радионуклидами ^{234}U и ^{238}U в химконцентратах урана.

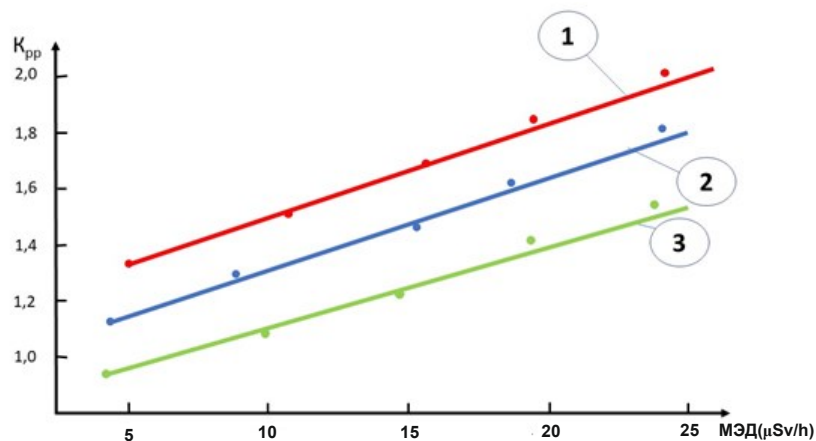


Рис. 1. Зависимость значений МЭД от K_{pp} в урановых продуктах (химконcentратах урана)

Как видно из рисунка 4.3 значения мощности эффективной дозы (МЭД) на местах хранения урановых продуктов линейно увеличиваются от 5,0 $\mu\text{Sv/h}$ до 25,0 $\mu\text{Sv/h}$ в зависимости от значений коэффициента радиоактивного равновесия K_{pp} между радионуклидами ^{234}U и ^{238}U в урановых продуктах (химконcentратах урана). **1-линия** на рисунке 4.3 показывает зависимость значений МЭД от K_{pp} в урановых продуктах, когда $K_{pp}=1,35$, значение МЭД будет равно 4,0 $\mu\text{Sv/h}$ и так далее, когда $K_{pp}=1,54$, значение МЭД будет равно 11,0 $\mu\text{Sv/h}$, при $K_{pp}=1,62$, значение МЭД будет равно 16,0 $\mu\text{Sv/h}$, когда $K_{pp}=1,76$, значение МЭД будет равно 20,0 $\mu\text{Sv/h}$, когда $K_{pp}=1,93$, значение МЭД будет равно 24,8 $\mu\text{Sv/h}$. **2-линия** показывает зависимость значения МЭД от K_{pp} в урановых продуктах, когда $K_{pp}=1,17$ значение МЭД будет равно 4,50 $\mu\text{Sv/h}$ и так далее, когда $K_{pp}=1,23$ значение МЭД будет равно 9,20 $\mu\text{Sv/h}$, когда $K_{pp}=1,31$ значение МЭД будет равно 16,0 $\mu\text{Sv/h}$, когда $K_{pp}=1,40$ значение МЭД будет равно 19,20 $\mu\text{Sv/h}$, когда $K_{pp}=1,62$ значение МЭД будет равно 24,20 $\mu\text{Sv/h}$. **3-линия** показывает зависимость значений МЭД от K_{pp} в урановых продуктах, когда $K_{pp}=0,81$ значение МЭД равно 4,20 $\mu\text{Sv/h}$ и так далее, когда $K_{pp}=1,04$ значение МЭД равно 10,0 $\mu\text{Sv/h}$, при $K_{pp}=1,11$ значение МЭД равно 15,0 $\mu\text{Sv/h}$, при $K_{pp}=1,26$ значение МЭД равно 19,80 $\mu\text{Sv/h}$, при $K_{pp}=1,38$ значение МЭД равно 24,0 $\mu\text{Sv/h}$.

На основании вышеприведенных экспериментальных данных можно сделать вывод, что увеличение значения коэффициента радиоактивного равновесия K_{pp} между радионуклидами ^{234}U и ^{238}U приведет к увеличению радиационного фона на местах хранения урановых продуктов, так как удельная активность данных продуктов будет выше за счет увеличения доли дочернего радионуклида ^{234}U , имеющего в 10000 раз большую удельную активность $2,3 \cdot 10^8$ Бк, чем материнский радионуклид ^{238}U , имеющий удельную активность $1,25 \cdot 10^4$ Бк.

Список использованной литературы

1. Soliyev T. I., Muzafarov A. M., Izbosarov B. F. Experimental determination of the radioactive equilibrium coefficient between radionuclides of the uranium decay chain //Theoretical & Applied Science" International scientific journal. – 2021. – С. 801-804.
2. Soliyev T. I., Muzafarov A. M., Sherkulov U. D. DETERMINATION OF MIXING FACTORS OF DAUGHTER RADIONUCLIDES IN THE URANIUM DECAY CHAIN //NeuroQuantology. – 2022. – Т. 20. – №. 11. – С. 2722.
3. Quvvatov Q. D. et al. YER OSTI SUVLARIDA $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ RADIONUKLIDLARI ORASIDAGI RADIOAKTIV MUVOZANAT BUZULISHLARI TADQIQOTI //Science and innovation. – 2024. – Т. 3. – №. Special Issue 23. – С. 211-214.
4. Allabergenova G. M. et al. Methods of assessment of radiation factors of uranium production and their anthropogenic impact on the ecosystem //Modern problems of nuclear physics and nuclear technologies: the Ninth International conference. – 2019. – С. 24-27.

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ МОЩНОСТИ ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ ОТ УДЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ УРАНСОДЕРЖАЩИХ ПРОБ

Солиев Турсунбой Иззатилло угли,

Навоийский государственный университет

Тошев Ойбек Сулаймонович,

Навоийский государственный университет

Байрамали Соатович Тогаев,

Самаркандский государственный университет

Аллаяров Равшан Музаффарович

Навоийский инновационный Университет

Аллаберганова Гулчехра Машариповна,

Навоийский государственный горно-технологический университет

Музафаров Амрулло Мустафаевич,

Навоийский государственный горно-технологический университет

Журакулов Алишер Рустамович

Навоийский государственный горно-технологический университет

Муминова Зайнаб Арабовна,

Бухарский инженерно-технологический институт

Аннотация: в этой статье рассматривается взаимосвязь между эффективной дозирующей способностью образцов, содержащих Уран, и активностью образцов. Благодаря этому мы можем разработать новые методы оценки радиоэкологического состояния территории. Этот метод считается одним из новых методов ядерной физики.

Ключевые слова: мощность эффективная доза, удельная активность, ураносодержащих проб, количества радионуклидов

Во многих исследованиях открытой печати утверждены что, значение мощности эффективной дозы измениться в зависимости от удельной активности исходных ураносодержащих проб.

На основе данного утверждения и проведенных замеров построена зависимость МЭД от удельной активности исходных ураносодержащих проб.

Как видно из построенного рисунка 1, значение мощности эффективной дозы зависит от значений удельной активности исходных ураносодержащих проб. Значение мощности эффективной дозы изменяется в диапазоне от 8,0 $\mu\text{Sv/h}$ до 240, $\mu\text{Sv/h}$, а значение удельной активности исходных ураносодержащих проб – в диапазоне от 2500 Бк/кг до 4500 Бк/кг [1;95-101]. Зависимость МЭД от удельной активности исходных ураносодержащих проб является прямолинейной.

В процессе очистки от радионуклидов данных ураносодержащих проб с помощью применения предложенной технологии, показатели значений удельной активности и мощности эффективной дозы данных проб значительно уменьшились. На основании этих полученных результатов построена зависимость значений МЭД от удельной активности рекультивированных проб рисунок 1.

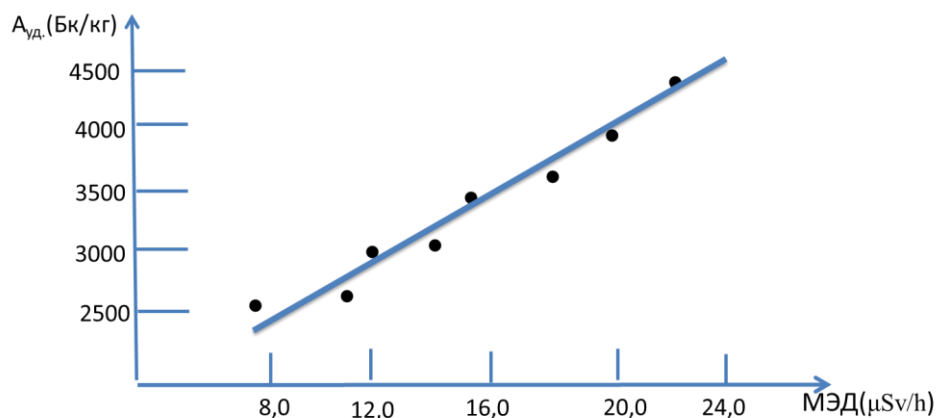


Рис. 1. Зависимость МЭД от удельной активности исходных урансодержащих проб

Как видно из приведенного рисунка 1, значение мощности эффективной дозы тоже имеет прямолинейную зависимость со значениями удельной активности очищенных от радионуклидов урансодержащих проб [2;15-19]. В этих пробах значение мощности эффективной дозы изменяется в диапазоне от 2,0 $\mu\text{Sv/h}$ до 7,0 $\mu\text{Sv/h}$, а значение удельной активности урансодержащих проб очищенных от радионуклидов изменяется в диапазоне от 600 Бк/кг до 1100 Бк/кг, то есть эти показатели намного меньше, чем в исходных урансодержащих пробах[3;105-109].

Результаты, полученные в ходе проведенных исследований, показывают, что радиационная обстановка на локальных участках прямолинейно зависит от количества радионуклидов, содержащихся в составе урансодержащих проб. Несмотря на это, нарушение радиоактивного равновесия в составе урансодержащих проб создает дополнительный вклад на увеличение радиационного фона на данных участках[4;330-336].

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что имеется взаимосвязь со значением мощности эффективной дозы от удельной активности урансодержащих проб[5;2722-2726]. Результаты, полученные в ходе проведенных исследований, показывают, что радиационная обстановка на локальных участках прямолинейно зависит от количества радионуклидов, содержащихся в составе урансодержащих проб. Несмотря на это, нарушение радиоактивного равновесия в составе урансодержащих проб вносит дополнительный вклад в увеличение радиационного фона на данных участках.

Список использованной литературы

1. Soliyev T. I., Muzafarov A. M. Investigation of the causes of violations of the radioactive balance between radionuclides of the uranium decay chain //International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding. – 2021. – Т. 8. – №. 7. – С. 95-101.
2. Музафаров А. М., Ослоповский С. А., Саттаров Г. С. Радиометрические исследования техногенных объектов //Цветные металлы. – 2016. – №. 2. – С. 15-19.
3. Аллаберганава Г. М., Музафаров А. М. Мониторинг и оценка мощности эффективной дозы в техногенных объектах урановых производств //Горный вестник Узбекистана. – 2019. – Т. 2. – С. 105-107.
4. Музафаров А. М., Бобоев А. А. Радиоэкологические факторы и методы их определения в урановых техногенных объектах //XXI век. Техносферная безопасность. – 2020. – Т. 5. – №. 3 (19). – С. 330-336.
5. Soliyev T. I., Muzafarov A. M., Sherkulov U. D. DETERMINATION OF MIXING FACTORS OF DAUGHTER RADIONUCLIDES IN THE URANIUM DECAY CHAIN //NeuroQuantology. – 2022. – Т. 20. – №. 11. – С. 2722.

КЛАСТЕРНЫЙ РАСПАД АТОМНЫХ ЯДЕР

Насырова Низора Каримовна,
старший преподаватель кафедры Физики
Бухарского государственного университета
n.k.nasirova@buxdu.uz

Вохидова Вазирахон Шерзод кизи
Студентка факультета физики,
математики и информационных технологий
vvohidova7@gmail.com

Аннотация. Кластерный распад — явление самопроизвольного испускания ядрами ядерных фрагментов (кластеров) тяжелее, чем α -частица. Кластерный распад можно рассматривать как процесс, в некотором смысле промежуточный между альфа-распадом и спонтанным делением ядра. В атомных ядрах энергия возбуждения ядра может быть не любой, а принимать только вполне определенные значения. Они называются уровнями (состояниями) ядра. Существование некоторых уровней и их свойства можно объяснить на основе кластерной модели ядер. Эта модель (её иногда также называют мультикластерной) исходит из существования в ядре достаточно устойчивых кластеров определенного типа.

Ключевые слова: нуклоны, радиоактивные вещества, радиоактивность, кластерный распад, динамическая кластеризация, статическая кластеризация.

Annotatsiya. Klaster parchalanishi-yadro qismlari (klasterlar) ning yadrolar tomonidan o'z-o'zidan chiqishi a-zarrachadan og'irroq. Klaster parchalanishini ma'lum ma'noda alfa parchalanishi va yadroning o'z-o'zidan bo'linishi o'rtasida oraliq bo'lgan jarayon deb hisoblash mumkin. Atom yadrolarida yadroning qo'zg'alish energiyasi har qanday bo'lishi mumkin emas, faqat aniq qiymatlarni oladi. Ular yadro darajalari (holatlari) deb ataladi. Ba'zi darajalarning mavjudligi va ularning xususiyatlarini yadrolarning Klaster modeli asosida tushuntirish mumkin. Ushbu model (ba'zan uni multiklaster deb ham atashadi) yadroda ma'lum bir turdagi etarlicha barqaror klasterlar mavjudligidan kelib chiqadi.

Kalit so'zlar: nuklonlar, radioaktiv moddalar, radioaktivlik, Klaster parchalanishi, dinamik klasterlash, statik klasterlash.

Annotation. Cluster decay is a phenomenon of spontaneous emission of nuclear fragments (clusters) heavier than an alpha particle by nuclei. Cluster decay can be considered as a process, in a sense intermediate between alpha decay and spontaneous nuclear fission. In atomic nuclei, the excitation energy of the nucleus may not be arbitrary, but may only take on very specific values. They are called levels (states) of the nucleus. The existence of some levels and their properties can be explained on the basis of the cluster model of nuclei. This model (sometimes also called multicluster) is based on the existence of fairly stable clusters of a certain type in the nucleus.

Keywords: nucleons, radioactive substances, radioactivity, cluster decay, dynamic clustering, static clustering.

В последние годы широко исследуется новый вид радиоактивного распада, заключающийся в том, что атомные ядра, которые находятся в основных (невозбужденных) состояниях, самопроизвольно (спонтанно) испускают тяжелые составные частицы, такие, как ^{14}C , ^{24}Ne , ^{28}Mg , ^{32}Si [1].

Начиная с 1984 года, когда был экспериментально обнаружен этот вид радиоактивности, растет количество работ, посвященных его теоретическому и экспериментальному исследованию. Однако уже значительно раньше встречались попытки найти в продуктах спонтанных радиоактивных распадов тяжелые частицы, превышающие по массе α -частицы (ядра гелия-4). В 1914 году Э. Резерфорд и П. Робинсон поставили первый эксперимент в этом направлении. Они попытались получить ответ на вопрос, могут ли радиоактивные вещества

испускать какие-либо составные (состоящие из нескольких нуклонов) частицы, кроме α -частиц. Ими было определено, что даже если такие частицы и испускаются, то их число не может превышать $1/10000$ части от количества вылетающих α -частиц. В дальнейшем предположения о возможности существования нового вида радиоактивности с вылетом тяжелых составных частиц, промежуточных по массам между α -частицами и осколками деления ядер, высказывались разными авторами, однако назвать их научными предсказаниями было нельзя из-за слишком общих и неопределенных формулировок. Заслуга в открытии этого явления полностью принадлежит экспериментаторам. Теоретикам в то время не удалось достаточно точно предвидеть ни то, какие ядра окажутся способными испускать тяжелые частицы, ни то, что это будут за частицы [2]. Некоторые известные к тому времени теоретические работы все же привлекли внимание экспериментаторов к поиску таких экзотических распадов.

Нуклоны, входящие в состав ядер, обладают достаточно большой кинетической энергией, и, сталкиваясь между собой во время движения внутри ядра, они на очень короткие промежутки времени могут образовывать такие группы, которые по своим характеристикам похожи на отдельно существующие ядра такой же массы. Эти группы нуклонов называют кластерами. Нуклоны кластера находятся в определенном состоянии, то есть кроме пространственной обособленности внутри ядра они могут обладать конкретными значениями энергии, импульса и т.д. Не вошедшие в состав кластера нуклоны в момент его образования также находятся в каком-то состоянии. В случае, когда кластеры определенного типа (например, α -кластеры) могут существовать в ядре достаточно долго (по ядерным меркам), такой вид кластеризации ядер называют статической кластеризацией.

При статической кластеризации нуклоны кластера обособлены пространственно и выделяются из остальных какими-либо своими характеристиками, например значениями энергии или импульса. В отличие от статической динамическая кластеризация не связана с каким-либо обособлением нуклонов. Динамическая кластеризация объясняет возможность наблюдения выхода кластеров определенного вида в некоторых ядерных реакциях.

В атомных ядрах энергия возбуждения ядра может быть не любой, а принимать только вполне определенные значения. Они называются уровнями (состояниями) ядра. Существование некоторых уровней и их свойства можно объяснить на основе кластерной модели ядер. Эта модель (её иногда также называют мультикластерной) исходит из существования в ядре достаточно устойчивых кластеров определенного типа.

Кластерная модель нашла достаточно широкое применение для описания уровней легких ядер. Известно [1], что низлежащие состояния легких ядер с четным числом протонов и нейтронов хорошо описываются этой моделью, что дает основание говорить, что эти состояния имеют α -кластерную структуру. Физическая причина возникновения такой структуры - хорошо известные в ядерной физике силы Майорана. Существование этих сил приводит к тому, что наиболее энергетически выгодными в ядрах оказываются такие состояния, в которых нуклоны объединяются в группы, состоящие из двух протонов и двух нейтронов, с суммарным значением спина, равным нулю, и с симметричной относительно перестановок нуклонов пространственной волновой функцией [1]. Такими же свойствами (хотя и не только ими) обладает и свободная α -частица.

Первым экспериментальным подтверждением существования кластерного распада было наблюдение распада ядер ^{223}Ra с выходом ^{14}C с энергией около 30 МэВ. В качестве дочернего ядра образовывалось близкое к дважды магическому ядру ^{208}Pb ядро ^{209}Pb . Ядра, у которых число нейтронов или протонов совпадает с одним из чисел 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126, характеризуются повышенной устойчивостью и имеют существенно большую энергию связи, чем соседние ядра. Такие ядра называют магическими [3]. У дважды магических ядер и число нейтронов и число протонов совпадают с приведенными выше магическими числами. Основные закономерности кластерного распада:

1. Все известные на сегодняшний день ядра, подверженные кластерному распаду, относятся к области тяжелых ядер с массовыми числами $A > 208$.

2. Зарядовые Z_f и массовые A_f числа дочерних ядер, возникающих при испускании кластеров из тяжелых ядер, лежат в узких областях: $80 \leq Z_f \leq 82$, $206 \leq A_f \leq 212$.

3. Кинетическая энергия вылетающей частицы близка кинематическому пределу, это означает, что она забирает почти всю энергию распада. Следовательно, после осуществления распада дочернее ядро остается или в основном, или в возбужденном состоянии, но с невысокой энергией возбуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чувильский Ю.М. Кластерная радиоактивность. М.: Изд-во МГУ, 1997. 166 с.
2. Замятин Ю.С., Михеев Б.Л., Третьякова С.П. и др. Кластерная радиоактивность - достижения и перспективы: Эксперимент и теория // Физика элементар. частиц и атом. ядра. 1990. Т. 21, вып. 2. С. 537.
3. Кадменский С.Г., Кургалин С.Д., Фурман В.И., Чувильский Ю.М. Оптические потенциалы составных частиц и классификация распадов с испусканием тяжелых кластеров // Ядер, физика. 1990. Т. 51, вып. 1. С. 50-61

ДОЛГОСРОЧНЫЕ ВАРИАЦИИ ИНТЕНСИВНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ: АНАЛИЗ ОТНОСИТЕЛЬНО БАЗОВОГО УРОВНЯ 1987 ГОДА

¹Хамраев Ю. Б.,

Узбекско-Финляндский Педагогический
Институт. Узбекистан. г. Самарканд,

140100. Спитамен шах. 166. yu-hamrayev@mail.ru

²Абдурахманов М.,

Узбекско-Финляндский Педагогический

Институт. Узбекистан. г. Самарканд, 140100. Спитамен шах. 166.

³Карииев К.,

Узбекско-Финляндский Педагогический

Институт. Узбекистан. г. Самарканд, 140100. Спитамен шах. 166.

⁴Хамраева И. О.,

магистрант первого курса по направлению

«Педагогика», Самаркандский кампус

Университета экономики и педагогики. izolda_0407@mail.ru

Аннотация:

Долгосрочные изменения интенсивности космических лучей — важная тема для астрофизики и космических исследований. В данной работе проводится сравнительный анализ уровней интенсивности космических лучей, зафиксированных в 1987 году, с текущими значениями, что позволяет оценить динамику изменений в их активности. В результате исследования выделяются ключевые факторы, влияющие на изменения интенсивности, такие как солнечная активность, космические события и возможные изменения в земной магнитосфере. Анализ включает в себя как глобальные, так и локальные изменения, и дает возможность лучше понять природу космических лучей и их воздействие на Землю.

Abstract:

Long-term changes in the intensity of cosmic rays are a crucial topic in astrophysics and space research. This study provides a comparative analysis of the cosmic ray intensity levels recorded in 1987 with current values, allowing the assessment of the dynamics of changes in their activity. The research identifies key factors influencing intensity changes, such as solar activity, cosmic events, and possible alterations in Earth's magnetosphere. The analysis includes both global and local changes and helps better understand the nature of cosmic rays and their impact on Earth.

Аннотация:

Kosmik nurlarning uzoq muddatli intensivlik o'zgarishlari astrofizika va kosmik tadqiqotlar uchun muhim mavzudir. Ushbu ishda 1987-yilda qayd etilgan kosmik nurlar intensivligi darajalari bilan hozirgi o'zgarishlar solishtirilib, ularning faolligi o'zgarishining dinamikasi baholanadi. Tadqiqotda intensivlikka ta'sir qiluvchi asosiy omillar, masalan, quyosh faolligi, kosmik hodisalar va yerning magnitosferasidagi mumkin bo'lgan o'zgarishlar ajratib ko'rsatilgan. Tahlil global va lokal o'zgarishlarni o'z ichiga oladi va kosmik nurlar tabiatini va ularning Yerga ta'sirini yaxshiroq tushunishga imkon beradi.

Kalit so'zlar: Kosmik nurlar, Uzoq muddatli o'zgarishlar, Quyosh faolligi, Yer magnitosferasi, Kosmik hodisalar, Kosmik nurlanish intensivligi, 1987 yil bilan solishtirma tahlil, Radiatsion muhit Yerga ta'siri.

Ключевые слова: Космические лучи, Долгосрочные изменения, Солнечная активность, Магнитосфера Земли, Космические события, Интенсивность космического излучения, Сравнительный анализ с 1987 годом, Радиационная среда, Воздействие на Землю.

Keywords: Cosmic rays, Long-term variations, Solar activity, Earth's magnetosphere, Space events, Cosmic ray intensity, Comparison with 1987, Radiation environment; Impact on Earth.

Введение

Космические лучи, поступающие в атмосферу Земли из межзвёздного пространства, подвержены влиянию солнечной активности. Солнце оказывает модулирующее воздействие на их поток: в периоды высокой солнечной активности интенсивность космических лучей снижается, а в периоды спада — возрастает. Для оценки долговременных тенденций используется метод сравнения с опорным годом, в нашем случае — 1987 годом, принятым за 0% отклонения. Космические лучи представляют собой потоки высокоэнергетических частиц, поступающих на Землю из космоса. Их интенсивность подвержена влиянию различных факторов, включая солнечную активность, межпланетное магнитное поле и галактические процессы. Изучение долгосрочных изменений интенсивности космических лучей важно для понимания космической погоды и её влияния на Землю. В данной работе анализируются данные с 1972 по 2023 годы, где интенсивность космических лучей сравнивается с уровнем 1987 года, принятым за эталонный.

Методика

Для анализа использован график относительной интенсивности космических лучей за период более 50 лет. На вертикальной оси указано отклонение в процентах относительно уровня 1987 года. График охватывает годы с начала 1970-х до 2023 года. Периоды роста и падения интенсивности соотносятся с 11-летними циклами солнечной активности. Наиболее заметные изменения наблюдаются вблизи 1989, 2000, 2010 и 2020 годов, что соответствует солнечным максимумам и минимумам.

Результаты и обсуждение

На графике отчётливо прослеживаются циклические колебания интенсивности. Наименьшие значения достигались в периоды пиков солнечной активности (например, в 1989 году — более -24%), а наибольшие — в солнечные минимумы (например, в 1976, 1997 и 2009 годах — около -4%). Такая анти-корреляция объясняется тем, что в периоды высокой солнечной активности усиливается солнечный ветер и магнитное поле, что экранирует Землю от галактических космических лучей. В последние годы наблюдается снижение интенсивности (2023 год около -12%), что может указывать на начало нового цикла активности.

На Рисунке 1 представлен график долгосрочных изменений интенсивности космических лучей с 1972 по 2023 годы. График показывает процентное отклонение интенсивности относительно уровня 1987 года (0%). Ось Y варьируется от -24% до +8%, что свидетельствует о значительных колебаниях в течение исследуемого периода. График разделён на три основных временных интервала для более детального анализа: 1972–1987, 1987–2006 и 2006–2023 годы.

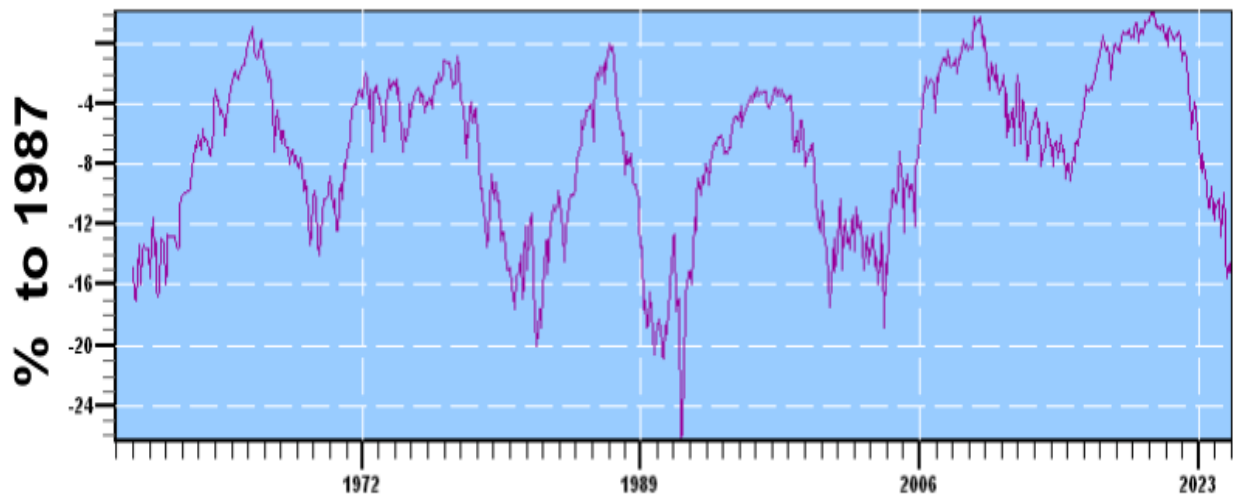


Рисунок 1. Долгосрочные изменения интенсивности космических лучей (в процентах к уровню 1987 года) с 1972 по 2023 годы.

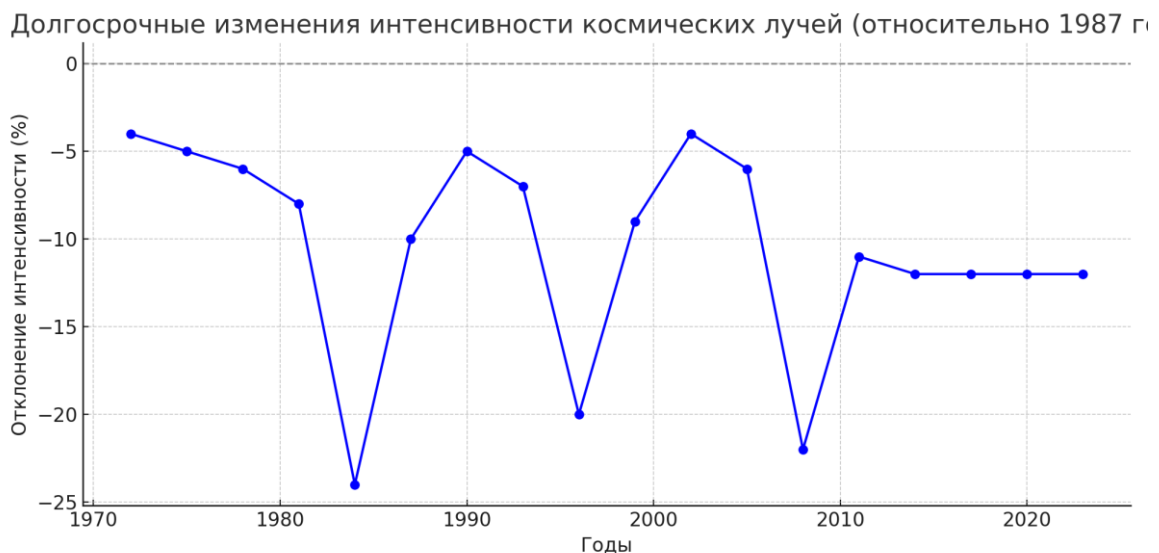
Обсуждение

Колебания интенсивности космических лучей тесно связаны с циклами солнечной активности. Во время максимумов солнечной активности (например, в 1970-х, начале 2000-х и 2022–2023 годах) интенсивность снижается из-за усиления солнечного ветра и магнитного поля, которые экранируют Землю от галактических космических лучей. Напротив, в периоды минимумов солнечной активности (например, 2009–2010 годы) интенсивность возрастает, так как солнечный ветер становится слабее, и больше частиц достигает Земли.

Резкое снижение интенсивности в 2022–2023 годах требует дополнительного изучения. Это может быть связано не только с солнечной активностью, но и с другими факторами, такими как изменения в межпланетном магнитном поле или аномалии в галактической среде. Также стоит отметить, что долгосрочные тренды могут быть обусловлены изменениями в активности галактических источников космических лучей, таких как сверхновые.

Иллюстрации

Рисунок 1. Долгосрочные изменения интенсивности космических лучей (в процентах к уровню 1987 года).



Формулы

Формула 1. Отклонение интенсивности:

$$\Delta I(t) = I(t) - I_0. (1)$$

где $I(t)$ — интенсивность в момент времени t , I_0 — базовый уровень (1987 г.), $\Delta I(t)$ — отклонение от базового уровня.

Формула 2. Обратная зависимость от солнечной активности:

$$I(t) \propto I(t) \frac{1}{B(t)^2} \quad (2)$$

где $B(t)$ — напряжённость магнитного поля в момент времени t .

Это уравнение описывает диффузию, адвекцию и изменение энергии ГКЛ в гелиосфере.

Заключение

Проведённый анализ подтвердил наличие устойчивой обратной связи между солнечной активностью и интенсивностью космических лучей. Сравнение с уровнем 1987 года позволяет отслеживать долгосрочные тренды и прогнозировать радиационную обстановку. Полученные данные актуальны для научных исследований, связанных с космической погодой, а также для оценки радиационного фона на борту воздушных и космических судов.

Литература

1. Дорман Л.И. Экспериментальные и теоретические основы астрофизики космических лучей. – М.: Наука, 1975. – 462 с.
2. Никольский Г.В. Космические лучи. – М.: Наука, 1980. – 368 с.
3. Садовский М.А. Влияние солнечной активности на интенсивность космических лучей. – М.: Наука, 1977. – 245 с.
4. Дорман Л.И., Наумов Н.Ф. Космические лучи и солнечная активность. – М.: Наука, 1985. – 312 с.
5. Базилевская Г.А., Стожков Ю.И. Долгопериодные вариации космических лучей. // Геомагнетизм и аэрономия. – 2001. – Т. 41, № 2. – С. 185–194.
6. Дьяконов М.М. Гелиофизика и влияние солнечной активности на земную атмосферу. – СПб.: Гидрометеиздат, 1999. – 270 с.
7. Лазарев С.С., Вдовиченков В.П. Модуляция галактических космических лучей в гелиосфере. – М.: Физматлит, 2003. – 296 с.

ПОЛЕВЫЕ И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАГНИТНЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ РЕШЕТОК

**Очилов Одил,
Маликов Комилжон Хомид ўгли,
Абдулхафизова Наргиза Одилжон қизи**
Центра развития нанотехнологий в
Национальном университете Узбекистана

Аннотация: Исследовано влияние магнитного поля и температуры на дифракцию и свойства ПДС в пленках на основе ЖИГ.

Ключевые слова: Магнитные дифракционные решётки, Эффект Фарадея, Влияние температуры и магнитного поля

Annotatsiya: YIG asosidagi plyonkalarda magnit maydon va haroratning difraksiya va CHDS xossalari ta'siri o'rganildi.

Kalit so'zlar: Magnitli difraksiya panjaralar, Faraday effekti, Harorat va magnit maydon ta'siri

Abstract: The effects of magnetic field and temperature on diffraction and SDS properties in YIG-based films were studied.

Keywords: Magnetic diffraction gratings, Faraday effect, Influence of temperature and magnetic field

Одним из важнейших свойств магнитоупорядоченных материалов является наличие в них доменных структур. ДС могут быть очень разнообразными, такими как, типа шахматной

доски, цилиндрическими, полосовыми, кольцевыми, волнообразными, в виде ёлочки и гантелло - образными доменами.

Блок схема установки представлена на рис.1. Свет от лазера ЛГН 203 ($\lambda=0,63$ мкм, $W=1,8$ мВт) проходит через поляризатор (2) (Поляроидные пленки), образец (4), помещенный в магните (3), анализатор (6) (Поляроидные пленки) и попадает на фоторезистор (8). Световой луч лазера может быть сфокусирован в пятно, диаметр которого, ограниченный дифракцией, приблизительно равен длине волны луча, т. е. от 2 мкм до десятых долей микрометра.

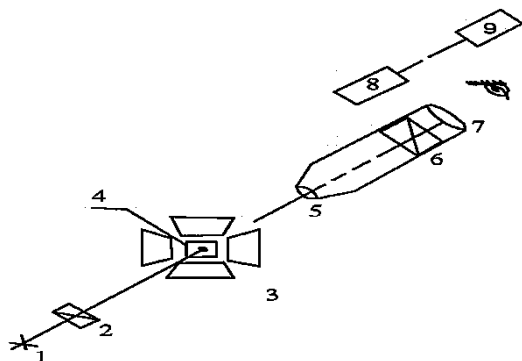


Рис.1. Блок схема установки для исследования доменной структуры.

Таблица Градуировка электромагнитов

Направления	H, Э	I, А	n, вим
Параллельно	1	0,4	28
Горизонтальное	1	0,4	20
Вертикальное	1	0,4	20

Электромагнит состоит из трех частей, которые создают магнитное поле в трех направлениях относительно распространения света (Таблица).

Результаты измерений приведены на рис.2-3. Изменения угла дифракции и соответственно, периодичности доменных структур. С целью выяснения этого, приведены измерения температурных зависимостей ряда характеристик переключателя. Результаты измерений приведены на рис.4 –5. Как видно из рисунков, температура оказывает сильное влияние на угол дифракции и поворот ПДС:

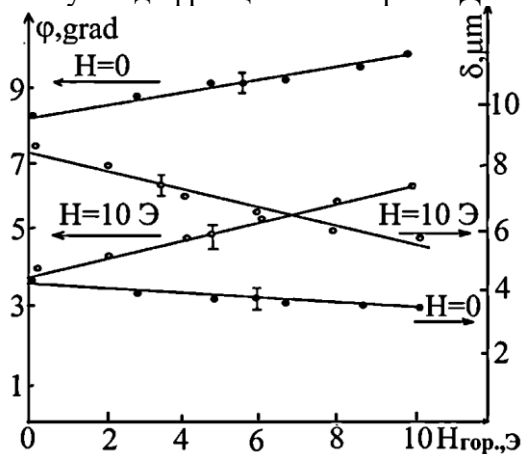


Рис.2. Изменение угла дифракции и ширины ПДС в зависимости от приложенного внешнего магнитного поля

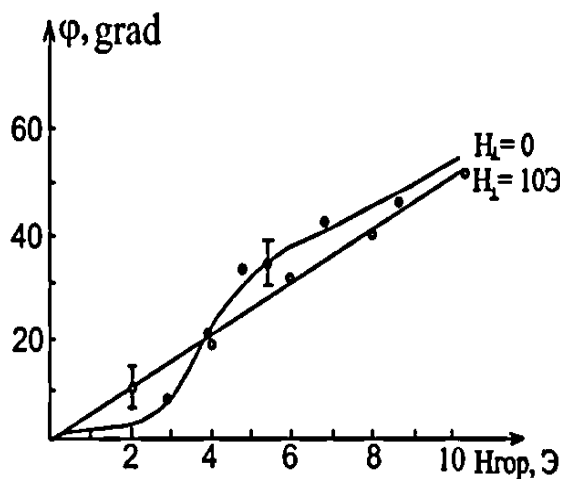


Рис.3. Изменение поворота ПДС в зависимости от приложенного внешнего поля.

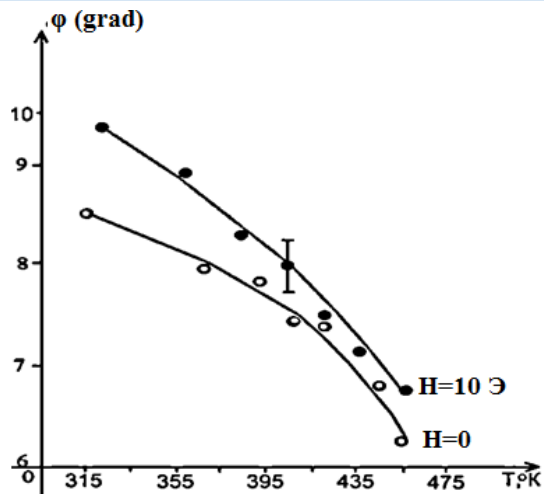


Рис.4. Изменение угла дифракции в зависимости от температуры

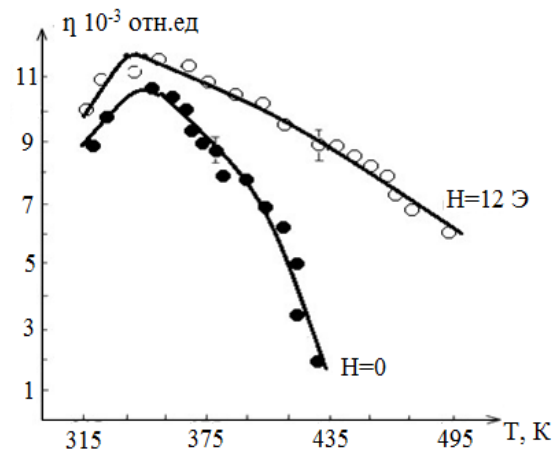


Рис.5. Изменение дифракционной эффективности в зависимости от температуры и магнитного поля.

Макет МО дифракционного переключателя показал возможность многоканального управления. Основные проблемы — низкая эффективность и высокая чувствительность к температуре. Рекомендуется использовать висмутсодержащие или безвисмутовые феррогarnеты и разрабатывать материалы с температурной стабильностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г.А. Смоленский «Новые принципы создания магнитной памяти»-Ленинград: Наука, 1972, С. 57.
2. Эшенфельдер А. Физика и техника цилиндрических магнитных доменов. М: Мир, 1983, С.496.
3. Тикадзуми С. «Физика ферромагнетизма» Магнитные характеристики и практические применения М: «Мир» 1987. С 420.

ВЛИЯНИЕ ЧЁРНЫХ ДЫР НА СТРУКТУРУ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

*З.И.Туксанова – Преподаватель,
Э.С.Назаров – к.т.н., доцент,
Бухарский государственный университет*

Аннотация. Данная статья позволяет рассмотреть физические явления, такие как черные дыры и их воздействие на пространство-время, так и важность применения современных цифровых технологий в образовательном процессе для глубокого понимания этих сложных концепций.

Ключевые слова: чёрная дыра, Вселенная, галактика, пространство, гравитационное притяжение, масса, энергия, сингулярность, энтропия, аккреционный диск, динамика поглощения.

Введение. Черные дыры – это области в пространстве, где гравитационное поле настолько сильное, что даже свет не может покинуть их пределы. Эти объекты вызывают огромное научное и философское любопытство, так как их изучение помогает углубленно понять основы теории относительности и природу самой гравитации. Черные дыры служат ключевым элементом в контексте общей теории относительности, разработанной Альбертом Эйнштейном, и являются идеальными лабораториями для тестирования различных аспектов

этой теории. Кроме того, изучение черных дыр активно интегрируется с современными цифровыми технологиями, что имеет значительный потенциал для образовательных процессов в области естественных наук.

Теоретическая основа. *Влияние черных дыр на структуру пространства-времени.* Черные дыры возникают как результат коллапса массивных звезд, чья масса после взрыва (суперновой) собирается в одной точке. Согласно общей теории относительности, массивный объект вызывает искривление пространства-времени, и чем больше его масса, тем сильнее искривление. Для черных дыр это искривление становится настолько сильным, что пространство и время «выгибаются» таким образом, что все пути, включая путь света, ведут к единой точке — сингулярности, где традиционные законы физики теряют свою применимость.

Гравитационное притяжение черной дыры достигает своей максимальной силы в области, называемой горизонтом событий. Это граница, за которой ничто не может избежать гравитации черной дыры, включая свет. Как показывает теория, время замедляется для наблюдателя, приближающегося к горизонту событий, и в пределе исчезает для объекта, пересекающего этот рубеж. Подобное искажение времени и пространства приводит к необычным эффектам, которые ставят под сомнение наши привычные представления о реальности.

Черные дыры также способны искривлять световые траектории, что приводит к эффектам гравитационного линзирования, когда объекты за черной дырой становятся видимыми, искажёнными или размноженными. Эти эффекты экспериментально подтверждаются благодаря наблюдениям, проводимым на основе данных с телескопов, таких как Event Horizon Telescope.

Цифровые технологии в изучении черных дыр. Современные цифровые технологии открывают новые возможности для изучения черных дыр, предоставляя ученым инструменты для моделирования, анализа данных и визуализации астрономических явлений. Использование высокоэффективных суперкомпьютеров и специализированных программ позволяет симулировать поведение черных дыр, исследовать их влияние на пространство-время и прогнозировать астрономические события, такие как слияния черных дыр, которые наблюдаются с помощью гравитационно-волновых детекторов.

Одним из важнейших достижений является визуализация горизонта событий черной дыры. В 2019 году был представлен первый в истории снимок черной дыры в центре галактики M87, полученный с помощью глобальной сети радиотелескопов Event Horizon Telescope. Этот проект стал возможен благодаря передовым цифровым технологиям, которые позволяют синхронизировать работу множества радиотелескопов по всему миру, создавая виртуальный телескоп размером с Землю.

Кроме того, цифровые технологии активно используются для симуляций, которые помогают астрономам и астрофизикам моделировать столкновения черных дыр и их слияния, что подтверждается недавними открытиями гравитационных волн. Эти симуляции позволяют не только проверять гипотезы, но и делать прогнозы относительно поведения черных дыр в реальных астрономических ситуациях.

Применение цифровых технологий в преподавании естественных наук. В преподавании физики и астрономии цифровые технологии играют важную роль, позволяя создавать визуализации, которые делают сложные концепции более доступными для понимания. Виртуальные лаборатории и симуляции позволяют студентам и школьникам «наблюдать» за процессами, происходящими внутри черных дыр, моделировать движение тел в экстремальных условиях и визуализировать гравитационное искривление пространства.

С помощью программного обеспечения, такого как Wolfram Mathematica или специализированных приложений для симуляции гравитации, студенты могут исследовать и моделировать поведение черных дыр, понимать влияние их гравитационного поля на время и пространство. Это создает практическое представление о теоретических концепциях, значительно улучшая восприятие материала.

Интерактивные платформы и онлайн-курсы, использующие анимации и моделирование, предоставляют студентам возможность не только изучать основные принципы теории относительности, но и проводить эксперименты с различными параметрами черных дыр, что способствует лучшему усвоению материала и развитию критического мышления.

Перспективы и вызовы. Несмотря на значительные успехи, существующие технологии для исследования черных дыр еще далеки от идеала. Одной из главных проблем остается необходимость в значительных вычислительных мощностях для точных моделей и симуляций. В ближайшие годы можно ожидать совершенствование методов визуализации и повышения точности измерений с помощью новых инструментов, таких как телескопы следующего поколения, и развитие вычислительных технологий для более точных моделей.

В преподавании естественных наук цифровые технологии продолжают развиваться, предоставляя новые возможности для создания интерактивных учебных материалов. Одной из главных задач остается адаптация этих технологий под различные образовательные уровни и потребности учеников, что требует постоянной модернизации учебных программ и обучения преподавателей.

Заключение. Черные дыры – это уникальные астрономические объекты, играющие ключевую роль в понимании структуры пространства-времени. Изучение этих объектов стало возможным благодаря использованию современных цифровых технологий, которые не только помогают ученым в их исследованиях, но и открывают новые горизонты в образовательной сфере. Применение цифровых технологий в преподавании естественных наук значительно улучшает восприятие сложных концепций, таких как теории относительности и гравитации, и способствует развитию научного мышления у студентов. В будущем, с развитием вычислительных мощностей и технологий, можно ожидать появления новых возможностей для изучения и преподавания астрофизики.

Литература:

1. Назаров Э.С., Ж.Б.Хахимов Эффективное использование инновационных технологий в образовании. International scientific conference «Global science and innovations 2019: Central Asia». Nur-Sultan. Kazakhstan. May 9-13th 2019. pp.72-74.
2. Юлдашев Ж.О., Назаров Э.С. Становление современной физики плазмы – проблема управляемого термоядерного синтеза. Современные проблемы физики конденсированного состояния-СПФКС-2016. Республиканская научная конференция. БухИТИ, 12-14 апреля, Бухара-2016. с.11-13.
3. Назаров Э.С. Особенности интегрирования информационных технологий в преподавании предмета физики. Вестник науки и образования. № 18 (96). Часть 2. 2020. С.41-43.

ЭКВАТОРИАЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ КЕРРА НА ТРЁХСЛОЙНОЙ МАГНИТНОЙ СТРУКТУРЕ

¹Туркменов Х.И., ¹Маликов К.Х.

¹Очилов О. ²Кулматова Г.А.

¹ Центр развития нанотехнологий при
Национальном университете Узбекистана

²Самаркандский государственный университет имени Шарафа Рашидова

Аннотация. Получены формулы экваториального эффекта Керра на трёхслойной магнитной структуре (вакуум-магнит слой-полупроводник) для отраженного и проходящего света.

Ключевые слова: Эффекта Керра, отраженного и проходящего света, трёхслойной магнитной структуре.

Abstract. Formulas for the equatorial Kerr effect on a three-layer magnetic structure (vacuum-magnet layer-semiconductor) for reflected and transmitted light are obtained.

Key words: Kerr effect, reflected and transmitted light, three-layer magnetic structure.

Annotatsiya. Qaytgan va o'tgan yorug'lik uchun uch qatlamli magnit strukturada (vakuum-magnit qatlam-yarim o'tkazgich) ekvatorial Kerr effekti formulalari olingan.

Kalit so'zlar: Kerr effekti, qaytgan va o'tgan yorug'lik, uch qatlamli magnit struktura.

В работе [1] исследовали оптические свойства магнитных материалов в гибридных фотонных структурах. Их работа показала, что использование магнитных материалов в таких структурах может значительно улучшить их оптические характеристики и расширить их применение в различных областях. Магнитооптические свойства в ферромагнитных материалах с нелинейными оптическими откликами были исследованы в работе [2]. Это исследование продемонстрировало возможность манипулирования оптическими свойствами материалов с помощью нелинейных эффектов, что открывает новые горизонты для создания сложных оптических систем.

В данной статье рассмотрим распространение света в трёхслойной магнитной среде. Первых, верхний слой представляет собой вакуум. Третий слой – полупроводник с показателем преломления n_3 . Второй слой представляет собой магнитный материал. В магнитном слое собственными модами будут три волны с показателями преломления n_ν , где $\nu = 1, 2, 3$.

При отражении и преломлении волн в трёхслойной магнитной структуре в оптическом диапазоне частот эффекты магнитной гиротропии и магнитной анизотропии малы, и можно ограничиться линейным по намагниченности приближением [3].

Материальные константы граничающей сред различны. Поэтому наблюдаются эффекты отражения и преломления света. Однако тангенциальные компоненты векторов электрического и магнитного полей на границе раздела непрерывны. Так составляются уравнения на границе раздела сред [3-5]. Из решения этих уравнений определяются матрицы отражения и преломления на трёхслойную структуру.

Затем из матриц отражения и пропускания вычисляются экваториальные эффекты в отраженном и прошедшем свете.

$$\sigma' = -\frac{2I_m((r_{ss}^{(0)}A_s)^2\rho_s + (r_{pp}^{(0)}A_p)^2\rho_p)}{(r_{ss}^{(0)}A_s)^2 + (r_{pp}^{(0)}A_p)^2},$$

$$\sigma'' = -\frac{2I_m((t_{ss}^{(0)}A_s)^2\tau_s + (t_{pp}^{(0)}A_p)^2\tau_p)}{(t_{ss}^{(0)}A_s)^2 + (t_{pp}^{(0)}A_p)^2}$$

σ' , σ'' - экваториальный эффект в отраженном и прошедшем свете

$$\rho_s = \frac{n_1^2(1 - r_{12}^s)^2[1 - f_0^2(r_{32}^s)^2](1 - f_0^2)}{4g_0(1 - f_0^2r_{12}^sr_{32}^s)(r_{12}^s - f_0^2r_{32}^s)}\left(1 - \frac{n_0^2}{n_e^2}\right)\mu M \sin 2\varphi \cos \gamma$$

$$r_s = \frac{n_1(r_{32}^s - r_{12}^s)^2(1 - f_0^2)}{2g_0(1 - f_0^2r_{12}^sr_{32}^s)}\left(1 - \frac{n_0^2}{n_e^2}\right)M \sin \varphi \cos \gamma$$

$$\rho_p = \frac{g_e^4(1 - r_{12}^p)^2}{4n_e^4g_0^2r_{12}^p}\varepsilon J_1 \sin 2\varphi \cos \gamma$$

$$\tau_p = \frac{n_1g_e^3(r_{32}^p - r_{12}^p)}{2g_0(g_e^3 + n_1^2g_0 \sin^2 \varphi)}J_2 \sin \varphi \cos \gamma$$

Литература

1. Kusy, V., Malakova, D., Tikhomirov, A. (2023). Optical Properties of Magnetic Materials in Hybrid Photonic Structures. Applied Physics Letters, 123(12), 124001. doi:10.1063/5.0148597.

2. Huang, X., Liu, X., Zheng, S. (2023). Magneto-optical Properties in Ferromagnetic Materials with Nonlinear Optical Responses. *Journal of Applied..
3. Yang, L., Wang, Y., Li, Z. (2024). Spatial Dispersion and Optical Absorption in Magneto-optical Thin Films. Optics Express, 32(3), 375-388. doi:10.1364/OE.32.000375.
4. V.M. Mayevsky, G.A. Bolotin, Physics of metals and metallurgy **36**, 241-252 (1973) 3.
5. O. Ochilov, X. Turkmenov, U. Rustamov, K. Malikov and A. Ismatov, Telematique **22**, 11705-11707 (2023).

FIZIKADAN “O‘TKAZGICHNING SOLISHTIRMA QARSHILIGINI ANIQLASH” BO‘YICHA LABORATORIYA ISHINI BAJARISH METODIKASI

Kamalova Dilnavoz Ixtiyorovna

NDU “Fizika va astronomiya” kafedrası professori

Shomurodova Shaxzoda Akbar qizi

NDU “Fizika va astronomiya” yo‘nalishi 2-bosqich talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada elektr zanjiridagi o‘tkazgichlarning solishtirma qarshiligini aniqlashga qaratilgan laboratoriya ishining mazmuni, maqsadi va bajarilish tartibi yoritilgan. Bundan tashqari o‘tkazish usuli, jihozlar ro‘yxati, o‘lchash natijalarini qayd etish va solishtirma qarshilikni hisoblash tartibi bosqichma-bosqich bayon etilgan.

Kalit so‘zlar: Solishtirma qarshilik, Ohm qonuni, elektr zanjiri, qarshilik, voltmetr, ampermetr, tok manbai, o‘tkazgichlar.

Аннотация. В статье изложены содержание, цель и порядок проведения лабораторной работы по определению относительного сопротивления проводников электрической цепи. Кроме того, пошагово описаны методика проведения, перечень оборудования, регистрация результатов измерений и расчет удельного сопротивления.

Ключевые слова: Относительное сопротивление, закон Ома, электрическая цепь, сопротивление, вольтметр, амперметр, источник тока, проводники.

Abstract. This article describes the content, purpose and procedure of laboratory work aimed at determining the relative resistance of conductors in an electrical circuit. In addition, the method of conducting the experiment, the list of equipment, the procedure for recording measurement results and calculating the relative resistance are described step by step.

Keywords: Relative resistance, Ohm's law, electrical circuit, resistance, voltmeter, ammeter, current source, conductors.

Elektr toki, uning xossalari va u orqali amalga oshiriladigan fizikaviy jarayonlarni tushunish zamonaviy texnikada muhim ahamiyat kasb etadi [1]. Ayniqsa, turli o‘tkazgich materiallarining elektr qarshiligini aniqlash orqali ularning amaliy xossalari baholash mumkin. O‘tkazgichning solishtirma qarshiligi – bu uning moddasiga xos bo‘lgan, u orqali tok o‘tishiga bo‘lgan qarshilikni tavsiflovchi fizik kattalikdir. Ushbu laboratoriya ishi orqali talabalar solishtirma qarshilik tushunchasini eksperimental asosda o‘rganadilar hamda o‘lchov qurilmalari yordamida real tajriba o‘tkazish orqali nazariy bilimlarini mustahkamlashadi.

Ishning maqsadi: 1. O‘tkazgichlar qarshiligining materiallarga bog‘liqligini o‘rganish; 2. O‘tkazgichlarning qarshiligi materialning uzunligiga va ko‘ndalang kesim yuziga bog‘liqligini o‘rganish.

Kerakli jihozlar: O‘zgarmas elektr tok manbai, o‘zgarmas tok ampermetri va voltmetri, o‘rganilayotgan o‘tkazgich namunalari va boshqa yordamchi aslahalar.

Nazariy qism

O'tkazgichning qarshiligi uning materialiga va geometrik o'lchamlariga bog'liq. Ko'ndalang kesim yuzi S va l uzunlikdagi o'tkazgichning qarshiligini hisoblash formulasini quyidagicha yozish mumkin:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1)$$

Bunda:

ρ – o'tkazgich moddasining turi va holatiga (avvalo temperaturasiga) bog'liq bo'lgan kattalik bo'lib, uni **o'tkazgichning solishtirma qarshiligi** deyiladi. Solishtirma qarshilikning son qiymati qirradi $1m$ bo'lgan kub shaklidagi o'tkazgichning o'zaro parallel va qarama-qarshi tomonlari bo'ylab $1A$ tok o'tkazilgan holatidagi qarshiligiga teng [2].

O'tkazgich birligining qarshiligi SI sistemasida Om qonuni asosida aniqlanadi. Potensiallar ayirmasi $1V$ bo'lganda o'tkazgichdan $1A$ tok o'tsa bu o'tkazgichning qarshiligi 1Ω bo'ladi. Solishtirma qarshilik birligi $1\Omega \cdot m$ metallarning solishtirma qarshiligi juda kichik bo'ladi.

O'tkazgichning yuzi $S = \frac{\pi d^2}{4}$ ifodadan topiladi va uni (1) formulaga qo'yib ρ ni hisoblab topiladigan formula hosil qilinadi.

$$\rho = \frac{\pi R d^2}{4l} \quad (2)$$

Om qonuni formulasidan $\left(I = \frac{U}{R} \right)$ o'tkazgich qarshiligini topib $\left(R = \frac{U}{I} \right)$ uning qiymatini

(2) formulaga qo'yilsa, u holda o'tkazgichning solishtirma qarshiligi ifodasini zanjirdagi elektr toki va kuchlanishi orqali quyidagicha yozish mumkin [3].

$$\rho = \frac{\pi U d^2}{4Il} \quad (3)$$

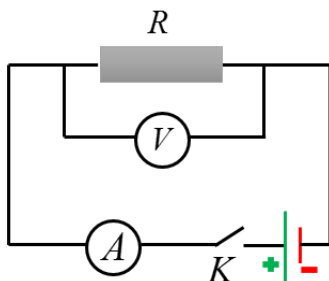
Bunda: d – simning diametri; I – elektr zanjirdagi tok kuchi;
 U – elektr zanjiridagi kuchlanish; l – o'tkazgich uzunligi.

Qurilmaning tuzilishi va ishlashi:

Qurilmaning asosini voltmeter va ampermetr tashkil etadi. O'zgarmas tok manbai sifatida istalgan past kuchlanishli o'zgarmas tok bera oladigan elektr asboblardan foydalanish mumkin (1-rasm).

O'rganiladigan o'tkazgichlar sifatida maxsus o'tkazgichlar namunalaridan yoki istalgan $0,5-1m$ uzunlikdagi metallardan yoki qotishmalaridan tayyorlangan simlarni olish mumkin.

Qurilmani ishga tushirish uchun K kalit ulanadi. Shunda R qarshilikli o'tkazgichdan tok o'tishi natijasida unda tok sarfi bo'ladi. Bu tokning kattaligini ampermetr ko'rsatadi. Tarmoqdagi ishchi kuchlanishni voltmeter ko'rsatadi. Bu qiymatlarni o'lchab hamda boshqa kattaliklar asosida o'rganilayotgan o'tkazgichning ρ – solishtirma qarshiligini topish mumkin.



1-rasm.

Ishni bajarish tartibi:

1. Laboratoriya ishining yo'riqnomasini o'qib o'rganing.
2. 1-rasmdagi elektr sxemani yig'ing.
3. O'tkazgichning uzunligini va diametrini chizg'ich va mikrometr bilan o'lchang.
4. Tanlangan uzunlik va diametrdagi o'tkazgichni maxsus qisqichlar oralig'ida mahkamlang.

5. Kalit K ni ulang va o'tkazgichdagi tok kuchi hamda o'tkazgich uchlari oralig'idagi kuchlanishni o'lchang.
6. Tajribada aniqlangan qiymatlardan foydalanib o'tkazgichning solishtirma qarshiligini hisoblang.
7. O'tkazgich solishtirma qarshiligining o'lchash natijalari bo'yicha absolyut va nisbiy xatoliklarni aniqlang.
8. 1-jadvaldagi aniq qiymatlar bilan tajribada topilgan natijalarni taqqoslang va o'lchash o'tkazilgan namuna materialini aniqlang.
9. Topilgan natijalarni quyidagi jadvalga kiriting.

2-jadval.

N ^o	$d, (m)$	$l, (m)$	$I, (A)$	$U, (V)$	$\rho, (\Omega \cdot m)$	$\bar{\rho}, (\Omega \cdot m)$	$\Delta \rho, (\Omega \cdot m)$	$\Delta \bar{\rho}, (\Omega \cdot m)$	$\varepsilon, (\%)$
1									

Tajriba jarayonida olingan natijalar:

1-natija:

Berilgan:	Formula:	Yechim:
$l = 1m$ $d = 0,35mm$ $U_1 = 2V$ $I_1 = 0,2A$ $\rho_1 = ?$	$\rho_1 = \frac{\pi \cdot U_1 \cdot d^2}{4 I_1 \cdot l}$	$\rho_1 = \frac{3,14 \cdot 2V \cdot (0,35 \cdot 10^{-3}m)^2}{4 \cdot 0,2A \cdot 1m} = 0,9616 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$ Javob: $\rho_1 = 0,9616 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$

2-natija:

Berilgan:	Formula:	Yechim:
$l = 1m$ $d = 0,35mm$ $U_2 = 3,1V$ $I_2 = 0,3A$ $\rho_2 = ?$	$\rho_2 = \frac{\pi \cdot U_2 \cdot d^2}{4 I_2 \cdot l}$	$\rho_2 = \frac{3,14 \cdot 3,1V \cdot (0,35 \cdot 10^{-3}m)^2}{4 \cdot 0,3A \cdot 1m} = 0,99 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$ Javob: $\rho_2 = 0,99 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$

3-natija:

Berilgan:	Formula:	Yechim:
$l = 1m$ $d = 0,35mm$ $U_3 = 5,3V$ $I_3 = 0,51A$ $\rho_3 = ?$	$\rho_3 = \frac{\pi \cdot U_3 \cdot d^2}{4 I_3 \cdot l}$	$\rho_3 = \frac{3,14 \cdot 5,3V \cdot (0,35 \cdot 10^{-3}m)^2}{4 \cdot 0,51A \cdot 1m} = 0,99 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$ Javob: $\rho_3 = 0,99 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$

- Tajribadan topilgan qarshiliklarning o'rtacha qiymatini aniqlaymiz:

$$\bar{\rho} = \frac{\rho_1 + \rho_2 + \rho_3}{3} = \frac{0,96 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m + 0,99 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m + 0,99 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m}{3} = 0,98 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$$

$$\bar{\rho} = 0,98 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$$

- Har bir qarshilik uchun absolyut xatolikni topamiz:

$$\Delta\rho_1 = |\bar{\rho} - \rho_1| = |0,98 \cdot 10^{-6} - 0,96 \cdot 10^{-6}| = 0,02 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$$

$$\Delta\rho_2 = |\bar{\rho} - \rho_2| = |0,98 \cdot 10^{-6} - 0,99 \cdot 10^{-6}| = 0,01 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$$

$$\Delta\rho_3 = |\bar{\rho} - \rho_3| = |0,98 \cdot 10^{-6} - 0,99 \cdot 10^{-6}| = 0,01 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$$

- Topilgan absolyut xatoliklarning o'rtacha qiymatini aniqlaymiz:

$$\Delta\bar{\rho} = \frac{\Delta\rho_1 + \Delta\rho_2 + \Delta\rho_3}{3} = \frac{0,02 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m + 0,01 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m + 0,01 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m}{3} = 0,013 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$$

$$\Delta\bar{\rho} = 0,013 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$$

- $\bar{\rho}$ va $\Delta\bar{\rho}$ ning qiymatlaridan foydalanib nisbiy xatolikni topamiz:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\bar{\rho}}{\bar{\rho}} \cdot 100\% = \frac{0,013 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m}{0,98 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m} \cdot 100\% = 1,36\%$$

$$\varepsilon = 1,36\%$$

1-jadval.

№	d ($\cdot 10^{-3} m$)	$l, (m)$	$I, (A)$	$U, (V)$	ρ ($\cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$)	$\bar{\rho}$ ($\cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$)	$\Delta\rho$ ($\cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$)	$\Delta\bar{\rho}$ ($\cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$)	$\varepsilon, (\%)$
1	0,35	1	0,2	2	0,96	0,98	0,02	0,013	1,36
2			0,3	3,1	0,99		0,01		
3			0,51	5,3	0,99		0,01		

Xulosa. Ushbu tajribani bajarish jarayonida turli materiallardan qilingan o'tkazgichlarning solishtirma qarshiligini hisoblashni o'rgandik. Solishtirma qarshilik o'tkazgichning geometrik o'lchamlariga bog'liqligini bilib oldik. Tajriba olib borish jarayonida olingan natijalarni turli materiallar uchun solishtirma qarshilikning aniq qiymatlari bilan solishtirganimizda biz foydalangan o'tkazgich materiali nixrom ekanligi kelib chiqdi. Aslida nixromning solishtirma qarshiligi $\rho = 1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$ [4] ga teng bo'lsa bizning natijamiz o'rtacha hisobda $\bar{\rho} = 0,98 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$ ga teng bo'ldi. Tajriba o'tkazish natijasida $\varepsilon = 1,36\%$ xatolikka yo'l qo'ydik.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. D.I.Kamalova, F.O.Nabiyeva "O'qitish jarayonida o'quv faoliyatining tarkibi va tuzilishi (Elektromagnitizm bo'limi misolida)". Ta'lim fidoyilari Respublika ilmiy-uslubiy jurnali №1. 12.03.2023. 380-385-b.
2. F.O.Nabiyeva "“Elektromagnetizm” bo'limini o'qitishda amaliy mashg'ulotlarning ahamiyati". Scienceproblems.uz. Ijtimoiy-gumanitar fanlarning dolzarb muammolari. № 4 (4) – 2024. 464-471-b.
3. D.I.Kamalova, F.O.Nabiyeva "Enhancing the teaching of electrical capacity and capacitors through practical training". AIP Conf. Proc. 3268, 070021 (2025), FEBRUARY 24 2025 <https://doi.org/10.1063/5.0257188>.
4. Kamalova D.I., Kamolov I.R., Nabiyeva F.O., Mardanova Y.O'. "Elektr va magnetizm (amaliy mashg'ulotlar)". Navoiy. Aziz kitobxon. 2025.

*Section 7: Problems of using
alternative energy sources and
promising solutions*

ISSIQ POLLI ISITISH TIZIMINING O'ZGARUVCHILARINI TAHLIL QILISH

Kamolov J*Bukhara State University, Uzbekistan,**200117, Bukhara, M. Ikbol st., 11.**Tel. : (+998) 88 309-01-01***e - mail : kamolovjurabek92@gmail.com**j.j.kamolov@buxdu.uz*

Annotatsiya: Mazkur tadqiqot ishida issiq polga ega panel-nurlanishli isitish tizimida temperatura taqsimotini aniqlash va baholash uchun Comsol Multiphysics kompyuter dasturida kompyuter modeli ishlab chiqildi. O'lchami $4 \times 3.3 \times 0.1$ m³ bo'lgan beton qatlamdan iborat panel-nurlanishli isitish tizimi (issiq pol) tanlab olindi va shu hajm ichiga ichki diametri 2 sm, umumiy uzunligi 64.84 m va 64.24 m ga teng bo'lgan mis quvurlar joylashtirildi. Issiqlik tashuvchi sifatida suvdan foydalanildi. Hisoblashlar ko'rsatishicha ikkinchi variantda panel-nurlanishli issiq pol tizimi sirtida temperatura taqsimoti nisbatan tekis taqsimlanadi va talab etilgan qiymatdan oshib ketmaydi.

Kalit so'zlar: issiqlik xossalari, panel-nurlanishli isitish tizimi, analitik yechim, harorat taqsimoti, issiqlik qarshiligi.

Kirish. Energiya sarfini tejashga qanchalik harakat qilinmasin, binolarni isitish hanuzgacha umumiy energiya miqdorining asosiy ulushini tashkil qilib kelmoqda [1], panel-nurlanishli isitish tizimlari orqali isitish uchun energiya talabi radiatorli isitishga nisbatan 1,69-8,62% ko'p. Binolar uchun sarflanayotgan energiya hissasiga butun dunyo bo'ylab uglerod, zaharli chiqindi gazlarining deyarli 33% to'g'ri keladi. Amerika qo'shma shtatlarida binolar birlamchi energiya yo'qotilishlarining qariyb 40% tashkil qiladi [2], hozirgi va kelajakdagi jamiyatdagilar turmush tarzida atrof-muhit ob havosini nisbatan kamroq ifloslantirish uchun innovatsion operatsion strategiyalar, texnologiyalarning potentsial oqibatlarini o'rganib issiqxona gazlari emissiyasiga asoslangan holda keyingi asrda qurilish fondining potentsial evolyutsiyasini boshqarish uchun yangi asosni, qurilgan muhitning o'zaro bog'liq tomonlarini bir qator miqdoriy ko'rsatkichlar orqali birlashtirib, ular sog'lom turmush tarzida, moslashuvchan va samarali binolarga erishish uchun bino samaradorligini optimallashtirish bilan birga ekologik natijalarni yaxshilashga qaratilgan.

Evropa Ittifoqida binolar umumiy energiya iste'molining taxminan 40% ni tashkil qiladi. Evropada qurilgan atrof-muhitning uchta asosiy muammosi, xususan, binolarning energiya iste'moli, energiya yetishmovchiligi va mahalliy iqlim o'zgarishi bilan bog'liq masalalar muhokama qilinib [3], muammolarni imkoniyatlarga aylantirish mexanizmlari va kelajakdagi rivojlanish uchun tegishli yo'llar aniqlangan va tahlil qilingan. Belgilangan maqsadlarni amalga oshirish uchun zarur investitsiyalar to'liq baholanishini o'z ichiga olgan yo'l xaritasi namoyon qilingan. Jamiyat uchun o'rta va uzoq muddatli asosiy imtiyozlar, jumladan, iqtisodiyot, bandlik, atrof-muhit va sog'likka ta'siri to'liq hisoblangan va tahlil qilingan.

Qurilish sektorini dekarbonizatsiya qilish iqlim o'zgarishini yaxshilash uchun juda muhim, chunki bu sektor butun dunyo bo'ylab umumiy energiya iste'molining 40 foizini va jami issiqxona gazlari chiqindilarining 36 foizini tashkil qiladi. Qayta tiklanadigan energiya umumiy ulushini oshirish tufayli dekarbonizatsiyaning istiqbolli urinishlaridan biri bo'lib, nol energiya binolarini optimal loyihalash va ishlatish uchun universal qaror qabul qilish vositasini ishlab chiqish muhimdir [4].

Global isish, atrof-muhitning ob havosining yomonlashuvi va energiya iste'moli muammolari dunyoning asosiy tashvishlaridan biriga aylandi. Ushbu masalalarga javob berishda "energiyani tejash va emissiyani kamaytirish" missiyasi shakllantirildi va amalga oshirildi [5]. Energiya asosan sanoat, transport va qurilishni o'z ichiga olgan uchta sohada iste'mol qilinadi, bunda qurilish sohasi, isitiladigan binolar global energiya iste'molining taxminan 32% ni tashkil qiladi [6]. Xitoyda qurilish energiyasi iste'moli milliy energiya iste'molining qariyb 28% ni tashkil qiladi, bu esa qurilish maydonining tez o'sishi va turmush sifatining yaxshilanishi bilan birga o'sishda davom etmoqda. 2020 yilda bu ulush 35% ga yetganini kuzatishgan [7], [8], [9]. Bular esa Xitoyda ham, boshqa

mamlakatlarda ham binolarning energiya samaradorligini tatbiq etish bo'yicha qat'iy choralar ko'rish zarurligini tasdiqlaydi [10]. Rivojlangan mamlakatlarda qurilish energetika sektorini dekarbonizatsiya qilish eng muhim maqsadlardan biri bo'lib, 2050 yilga kelib uglerod emissiyasi bo'yicha aniq nol maqsadlarga erishish uchun kalit hisoblanadi [11]. Emissiyalarni kamaytirish bo'yicha global maqsadlarga erishish uchun milliy va transmilliy yo'l xaritalarini ishlab chiqish uchun turli dasturlar ishlab chiqilgan [12]. Yan va boshqalar. 21-asrda ikkita eng yirik kapital ishlab chiqaruvchi Xitoy va Hindistonda turar-joy binolarida operatsion dekarbonizatsiya jarayonini baholadi [13]. Aniqlanishicha, 2000 yildan 2020 yilgacha ko'rsatilgan mamlakatlarda uglerod ishlab chiqarish intensivligi yiliga mos ravishda 1,4% va 2,5% ga oshgan, shu bilan birga o'sha yigirma yil ichida uy-joy bino qurilishi operatsiyalari 1498,3 va 399,7 M tonna CO₂ dekarbonizatsiya qilingan. Binolarga oid so'nggi izlanish va tadqiqotlar energiya sarfi past bo'lgan yuqori sifatli comfort temperature ichki muhitga erishish uchun yangi yechimlarni izlashga qaratilgan [14]. Odamlar yer osti qazilma boyliklari bo'lmish qazib olinadigan yoqilg'i energiyasidan foydalanishi va ularning atrof-muhitga salbiy ta'siri tobora ortib bormoqda. Global isish va iqlim o'zgarishi tobora jiddiylashib borayotganligi sababli, odamlar energiyadan foydalanish va atrof-muhitning ifloslanishi o'rtasidagi bog'liqlik haqida ko'proq xabardor bolib borayotganligini kuzatish mumkin [15]. Bino ichidagi umumiy qulaylik odamlarning yashash turmush tarzi farovonligiga ta'sir qiluvchi muhim jihat bo'lib, u bugungi kunda adabiyotlarda, ayniqsa yangi va qayta jihozlangan binolar bilan bog'liq holda keng tadqiq qilinmoqda [16]. Qanday qilib inson tabiat bilan uyg'unlikda yashashi mumkin? mavzusi global isish va ekstremal ob-havo holatlari tez-tez ro'y berayotgani sababli ham jamoatchilik, ham ilmiy jamoalar uchun katta tashvish mavzusiga aylandi [17]. Yuqori issiqlik qulayligini ta'minlash qiyin bo'lsada, aniq metodologiyalar ichki parametrlar va yengib bo'lmaydigan noqulaylik chegaralari uchun maqsadlarni aniq baholay olsakgina bunga erishish mumkin. Ularning qo'llanilishi mavjud binolardagi sharoitlarni tahlil qilish, isitish va sovutish terminallarini o'rnatish, ayniqsa binolar va tizimlarni loyihalash bosqichi bo'yicha ko'rsatmalarga ega bo'lish muhimdir [18]. Muammolar va qiyinchiliklarga qaramay, ko'plab hukumatlar turli xil toza energiya yechimlarini taqdim etishga yordam beradigan Parij kelishuvini qabul qilishga rozi bo'ganlar [19,20]. Evropa Ittifoqi energiya samaradorligini oshirish va energiya taqchilligini bartaraf etish uchun qurilish sektorida bir qator qonun va qoidalarni amalga oshirgan [21]. Ushbu siyosatlardan kelib chiqqan holda, ko'plab olimlar energiyadan foydalanish samaradorligini oshirishga o'z sa'y-harakatlarini qo'shmoqda.

Panel-nurlanishli isitish tizimidagi temperatura taqsimotini hisoblashda COMSOL Multiphysics dasturiy muhitida ishlab chiqilgan kompyuter modelidan foydalanildi [22]. Kompyuter modeli quyidagi tenglamalarga asoslangan. Yaxlit beton konstruksiyasi uchun energiya tenglamasi

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho C_p u \cdot \nabla T + \nabla \cdot q = Q + Q_{ted} \quad (1)$$

bunda ρ -zichlik; C_p - issiqlik sig'imi; T- temperatura; t-vaqt; u-tezlik; Q-issiqlik miqdori. Bunda

$$q = -k \nabla T \quad (2)$$

bunda q- issiqlik oqimi; k- issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.

Quvur uchun energiya tenglamasi

$$\rho A C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho A C_p u e_t \cdot \nabla_t T = \nabla_t (A k \nabla_t T) + \frac{1}{2} f_D \frac{\rho A}{d_h} |u| u^2 + Q + Q_{wall} \quad (3)$$

bunda f_D - gidravlik qarshilik; d_h - aniqlovchi o'lcham (diametr); A- ko'ndalang kesim yuzasi.

1-jadval. Materiallarning issiqlik-fizikaviy xossalari [23]

Material nomi	Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, W/(m·K)	Solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg·K)	Zichlik, kg/m ³
Beton	1.8	880	2300
Mis	1.75	840	2400

Quvur betonning balandlik bo'yicha markazida joylashtirilgan bo'lib, ikki xil shaklda o'rnatilgan. Quvur ichida issiqlik tashuvchi sifatida suvdan foydalanilgan. Suv issiqlik-fizikaviy xossalari temperatura o'zgarishi bilan o'zgarishi inobatga olingan.

Xulosa:

Hisoblashlar issiqlik tashuvchining tizimga kirishdagi temperaturasi 318.15 K dan 328.15 K gacha bo'lgan oraliq uchun har 5 K lik qadam bilan o'tkazilgan. Shuningdek, hisoblashlar 30 minut vaqt uchun o'tkazilgan. Tizimning barcha qismi uchun temperaturaning boshlang'ich sharti sifatida 293.15 K olingan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. T. Kalmár, B. Bodó, S. Han, B. Li, and F. Kalmár, "Comparative analysis of energy demand at an equal operative temperature in the case of radiator and low-temperature radiant heating," *Journal of Building Engineering*, vol. 100, no. January, 2025, doi: 10.1016/j.job.2025.111792.
2. Na Wang, Patrick E. Phelan, Jorge Gonzalez, Chioke Harris, Gregor P. Henze, Robert Hutchinson, Jared Langevin, Mary Ann Lazarus, Brent Nelson, Chris Pyke, Kurt Roth, David Rouse, Karma Sawyer, Stephen Selkowitz. Ten questions concerning future buildings beyond zero energy and carbon neutrality. *Build and Environment* volume119, July 2017, Pages 169-182, doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.04.006
3. M. Santamouris, Innovating to zero the building sector in Europe: minimising the energy consumption, eradication of the energy poverty and mitigating the local climate change, *Sol. Energy* 128 (2016) 61–94, doi.org/10.1016/j.solener.2016.01.021
4. A. Ahmed, T. Ge, J. Peng, W.C. Yan, B.T. Tee, S. You, Assessment of the renewable energy generation towards net-zero energy buildings: a review, *Energy Build.* 256 (2022) 111755, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111755>.
5. B.J. He et al. Overview of rural building energy efficiency in China *Energy Policy* (2014)
6. R.M. Yao et al. Energy policy and standard for built environment in China *Renew Energy* (2005)
7. D.H.W. Li et al. Zero energy buildings and sustainable development implications – a review *Energy* (2013)
8. K. Voss et al. The self-sufficient solar house in Freiburg—results of 3 years of operation *Sol Energy* (1996)
9. A.J. Marszal et al. Zero energy building – a review of definitions and calculation methodologies *Energy Build* (2011)
10. I. Sartori et al. Net zero energy buildings: a consistent definition framework *Energy Build* (2012)
11. S. Garimella, K. Lockyear, D. Pharis, O. El Chawa, M.T. Hughes, G. Kini, Realistic pathways to decarbonisation of building energy systems, *Joule* 6 (2022) 956–971.
12. C. Camarasa, E. Mata, J.P.J. Navarro, J. Reyna, P. Bezerra, G.B. Angelkorte, W. Feng, F. Filippidou, S. Forthuber, C. Harris, N.H. Sandberg, S. Ignatiadou, L. Kranzl, J. Langevin, X. Liu, A. Müller, R. Soria, D. Villamar, G. Prata Dias, J. Wanemark, K. Yaramenka, A global comparison of building decarbonization scenarios by 2050 towards 1.5–2 °C targets, *Nat. Commun.* 13 (2022) 3077, <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29890-5>.
13. R. Yan, M. Ma, N. Zhou, W. Feng, X. Xiang, C. Mao, Towards COP27: decarbonization patterns of residential building in China and India, *Appl. Energy* 352 (2023) 122003.
14. L. Li, W. Sun, W. Hu, Y. Sun, Impact of natural and social environmental factors on building energy consumption: Based on bibliometrics, *Journal of Building Engineering* 37 (2021), doi.org/10.1016/j.job.2020.102136.
15. Liu Yang et al. Thermal comfort and building energy consumption implications—a review *Appl. Energy* (2014)
16. M. Awada, B. Becerik-Gerber, S. Hoque, Z. O'Neill, G. Pedrielli, J. Wen, et al., Ten questions concerning occupant health in buildings during normal operations and extreme events including the COVID-19 pandemic, *Build Environ* 188 (2021), doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107480.

17. Chao Liu et al. An empirical analysis of the influence of urban form on household travel and energy consumption Comput. Environ. Urban Syst. (2011)
18. V. Machairas, A. Tsangrassoulis, K. Axarli, Algorithms for optimization of building design: A review, Renew. Sustain. Energy Rev. 31 (2014) 101–112, doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.036.
19. J.J.G. Pabon et al. Applications of refrigerant R1234yf in heating, air conditioning and refrigeration systems: a decade of researches Int. J. Refrig. (2020)
20. K. Harby et al. Performance improvement of vapor compression cooling systems using evaporative condenser: an overview Renew. Sustain. Energy Rev. (2016)
21. J. Cao et al. Development of a dynamic demand response quantification and control framework for fan-coil air-conditioning systems based on prediction models Appl. Therm. Eng. (2024)
22. <https://doc.comsol.com/5.5/doc/com.comsol.help.heat/HeatTransferModuleUsersGuide.pdf>
23. KMK 2.01.04-2018 “Строительная теплотехника”, Ташкент, 2018.

PARABOLOID QUYOSH KONTSENTRATORLARINI BINOLAR ISSIQLIK SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA QO'LLASH.

Kamolov Jo'rabek Jalol o'g'li

Buxoro davlat universiteti, Buxoro sh., O'zbekiston

Annotatsiya. Mazkur ishda quyosh paraboloid kontsentratori va issiq pol tizimidan foydalangan holda turar-joy binolarining solishtirma issiqlik sarfini kamaytirish imkoniyatlari o'rganildi. Ishlab chiqilgan matematik modelda paraboloid kontsentrator va issiq pol tizimi birlashtirilgan bo'lib, hisoblashlar MathCAD dasturlash muhitida va Python dasturlash tillarida amalga oshirildi.

Kalit so'zlar: quyosh energiyasi, matematik model, paraboloid quyosh kontsentratori, issiq pol, solishtirma issiqlik sarfi, xarajatlarni qoplash muddati, atrof-muhit va iqlim ko'rsatgichlari.

Kirish. So'nggi asrda shaharlarning rivojlanishi, aholining o'sishi va iqtisodiy rivojlanish natijasida energiya iste'moli global miqyosda sezilarli darajada oshdi [1-3]. Markazlashtirilgan gigavatt miqyosli tizimlarga nisbatan kichik miqyosdagi qayta tiklanadigan energiya tizimlari [4] ko'proq ommalashmoqda.

O'zbekistonda birlamchi energiya resurslarining 40% turar-joy binolarining energiya iste'moliga sarflanadi [5], turar-joy binolarining nisbiy issiqlik iste'moli rivojlangan mamlakatlarga qaraganda 2-4 baravar ko'p [6-7].

Turar-joy binolarining energiya sarfini kamaytirishning bir necha usullari mavjud [8], jumladan an'anaviy energiya manbalarining samaradorligini oshirish va ishlab chiqarilgan issiqlikni iste'molchiga yetkazib berishda minimal issiqlik yo'qotishlariga erishish [9], bino devorlarining issiqlik himoyasini oshirish [10], qurilish elementlarining geometrik va issiqlik parametrlarini optimallashtirish [11] va qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish [12].

Quyosh issiqlik qurilmalari va issiq poldan foydalanib binolarni isitishga mo'ljallangan tizimlarga bag'ishlangan tadqiqot ishlarini uch turga ajratish mumkin [1]: quyosh issiqlik qurilmalariga, bak-akkumulyatoriga va issiq pol tizimiga bag'ishlangan ilmiy tadqiqot ishlari.

Quyosh issiqlik qurilmalariga bag'ishlangan ilmiy-tadqiqot ishlari asosan quyosh issiqlik qurilmasi turi, yuzasi, undagi issiqlik tashuvchining massa sarfini aniqlashga qaratilgan [13].

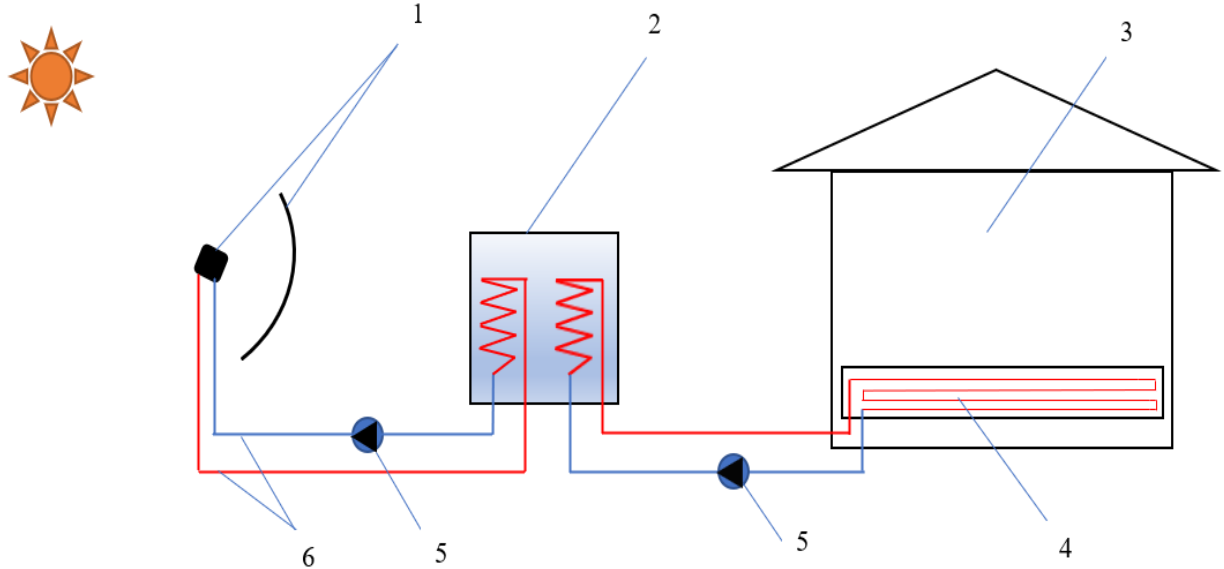
Bak akkumulyatorga bag'ishlangan ilmiy tadqiqot ishlari undagi issiqlik almashinish jarayonlarini tavsiflash, hajmini aniqlash va issiqlik almashinish jadalligini oshirishga qaratilgan [12,14].

Issiq polga bag'ishlangan tadqiqot ishlarida quvur geometrik o'lchamlari, quvur materiali, quvurlar orasidagi masofa, izolyatsiya qatlamlari turi va issiqlikni akkumulyatsiya qilish imkoniyatlarini aniqlashga qaratilgan. [15-16].

Ko'rib chiqilayotgan obyektning issiqlik xususiyatlarini aniqlash uchun kvazistatik issiqlik balans modelini ishlatildi. Quyida bino uchun issiqlik balans tenglamalari mavjud [8]:

$$Q_s + Q_f + Q_{he} = Q_{hl} \quad (1)$$

bunda Q_s – bino ichiga tushadigan quyosh radiatsiyasi; Q_{he} - ichki issiqlik manbalarining issiqlik quvvati; Q_f - issiq polning issiqlik quvvati; Q_{hl} - devorlar, derazalar, eshiklar, pollar, shiftlar va shamollatish orqali issiqlik yo'qotishlari.



1-rasm. Paraboloid quyosh konsentratori, issiqlik akkumulyatori va issiq polga ega binoning isitish tizimi prinsipial sxemasi: 1-konsentrator; 2- bak akkumulyator; 3-bino; 4-issiqlik pol tizimi; 5-nasos; 6- issiq va sovuq suv uchun quvurlar.

Devorlar, derazalar, eshiklar, pollar, shiftlar va shamollatish orqali issiqlik yo'qotishlarini aniqlash matematik ifodasi quyidagicha [17]

$$Q_{hl} = K_{tot} A \cdot HDD, \quad (2)$$

bunda U_{tot} - binoning umumiy issiqlik uzatish koeffitsiyenti, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$; A - binoning tashqi sirtining yuzasi, m^2 ; HDD isitish davrining gradus-sutkasi

$$HDD = (T_i - T_a) \cdot D, \quad (3)$$

bunda T_i - ichki havoning hisobiy harorati, $^\circ C$; T_a - atrof-muhit havosining o'rtacha sutkalik harorati, $^\circ C$; D - istish mavsumining davomiyligi, sutka.

Quyosh nurlanishidan binoga tushadigan issiqlik miqdori [16] da keltirilgan tenglama bilan aniqlanadi. Issiq polning (2-rasm) issiqlik olish quyidagicha tavsiflanadi [18]:

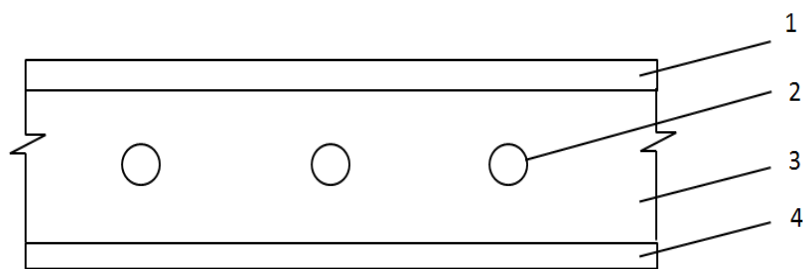
$$Q_f = K_f A_f (T_{aw} - T_{ia}), \quad (4)$$

bunda K_f - issiq pol suyuqligidan ichki havoga issiqlik uzatish koeffitsiyenti; A_f - issiq polning sirt maydoni; T_{aw} - issiq poldagi suyuqlikning o'rtacha harorati; T_{ia} - ichki havo harorati.

Issiq poldan ichki havoga issiqlik uzatish koeffitsiyenti [19]

$$K_f = \left\{ \frac{L}{2\pi\lambda_3} \left[\ln\left(\frac{L}{\pi D_o}\right) + \frac{2\pi d_1}{L} + \sum_{i=1}^{\infty} \frac{G(i)}{i} \right] + \frac{L}{2\pi\lambda_p} \ln\left(\frac{D_o}{D_i}\right) + \frac{1}{h_t} \right\}^{-1}. \quad (5)$$

bunda h_t - pol yuzasidan xona havosiga issiqlik berish koeffitsiyenti; D_o , D_i - quvurning tashqi va ichki diametri; λ_p - quvurning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti; d_1 - quvurdan pol sirtigacha masofa; L - quvurlar orasidagi masofa; λ_3 - quvurni o'rab olgan muhit issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti; $G(i)$ - differensial tenglamalarni analitik usulda yechish orqali olingan koeffitsiyent.



Issiq polning sxemasi: 1- birinchi izolyatsiya qatlami; 2-quvur; 3-beton qatlami; 4- ikkinchi izolyatsiya qatlami.

Issiq polning issiqlik-fizikaviy xususiyatlari [16], [20].

t/r	Qatlam nomi	Qalinligi, mm	Issiqlik o'tkazuvchanlik ko'effitsienti, W/(m·°C)
1. 1	Birinchi izolyatsiya qatlami	3	0.2
2. 2	Quvurlar	2	0.042
3. 3	Beton qatlami	10	1.4
4. 4	Ikkinchi izolyatsiya qatlami	40	0.15

Xulosa. Turar-joy binosi modeli, paraboloid quyosh konsentratori va polni isitish tizimi uchun ishlab chiqilgan barqaror holatdagi matematik modellar birlashtirilib, kompyuter dasturi ishlab chiqildi. Toshkent viloyati iqlimi bo'yicha hisoblashlar o'tkazildi, ko'rib chiqilayotgan turar-joy binosining yillik solishtirma issiqlik iste'moli, xarajatlarni qoplash muddati va ekologik ko'rsatgichlari aniqlandi.

Adabiyotlar ro'yxati.

- [1] Z. Simou *et al.*, "Thermal evaluation and optimization of a building heating system: radiant floor coupled with a solar system," *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*, vol. 9, no. 1, pp. 1–20, 2024, doi: 10.1007/s41024-023-00375-2.
- [2] S. A. Mrabet, Zouhair, Mouyad Alsamara, Ali Salman Saleh, "No Title Urbanization and non-renewable energy demand: A comparison of developed and emerging countries," *Energy*, vol. 170, pp. 832–839, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.198>.
- [3] L. El Iysaouy, N. E. A. El Idrissi, M. Tvaronavičienė, M. Lahbabi, and A. Oumnad, "Towards energy efficiency: case of Morocco," *Insights into Regional Development*, vol. 1, no. 3, pp. 259–271, 2019, doi: 10.9770/ird.2019.1.3(6).
- [4] M. Victoria and G. B. Andresen, "Using validated reanalysis data to investigate the impact of the PV system configurations at high penetration levels in European countries," *Prog. Photovoltaics Res*, vol. 27, no. 7, pp. 576–592, 2019, doi: <https://doi.org/10.1002/pip.3126>.
- [5] K. A. Samiev, A. S. Halimov, and S. S. Fayziev, "Multiobjective Optimization of Integration of the Trombe Wall in Buildings Using a Full Factorial Experiment," *Applied Solar Energy*, vol. 58, no. 1, pp. 127–136, 2022, doi: <https://doi.org/10.3103/S0003701X22010169>.
- [6] Samiev K.A., "Determination of Rational Values of the Parameters of an Unventilated Trombe Wall Using the Method of Multicriteria Optimization for the Climatic Conditions of Uzbekistan," *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, pp. 123–134, 2022, doi: DOI: 10.30880/ijscet.2022.13.03.012.
- [7] K. A. Samiev and H. A.S., "Annual Thermal Performance of the Trombe Wall with Phase Change Heat Storage under Climate Conditions of Uzbekistan," *Applied Solar Energy*, pp. 297–305, 2022, doi: <https://doi.org/10.3103/S0003701X22020189>.
- [8] J. f. Kreider, P. S. Curtiss, and R. Ari, *Heating and cooling of buildings 2010 by Taylor &*

Francis Group, LLC. 2010.

[9] Богословски and Н.В, *Строительная теплотехника (теплофизические основы отопления вентиляции и кондиционирования воздуха)*. – М.: «Высшая школа». 1982.

[10] A. Halimov, M. Nürenberg, D. Müller, J. Akhatov, and Z. Iskandarov, “Multi-Objective Optimization of Complex Measures on Supplying Energy to Rural Residential Buildings in Uzbekistan Using Renewable Energy Sources,” *Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika)*, vol. 56, no. 2, pp. 137–148, 2020, doi: 10.3103/S0003701X20020073.

[11] A. Halimov, M. Lauster, and D. Müller, “Validation and integration of a latent heat storage model into building envelopes of a high-order building model for Modelica library AixLib,” *Energy and Buildings*, vol. 202, no. July, 2019, doi: 10.1016/j.enbuild.2019.109336.

[12] J. A. D. Deceased and W. A. Beckman, *University of Wisconsin-Madison*.

[13] M. Thalfeldt, R. Simson, and J. Kurnitski, “The Effect of Hydronic Balancing on Room Temperature and Heat Pump Efficiency of a Building with Underfloor Heating,” *Energy Procedia*, vol. 96, no. November, pp. 467–477, 2016, doi: 10.1016/j.egypro.2016.09.178.

[14] S. A. Klein, W. A. Beckman, and J. A. Duffie, “TRNSYS 16 Manuals Volume 3 Standard Component Library Overview,” *TRNSYS 16 a TRaNsient S ystem Simulation program*, vol. 1, no. pt 1, pp. 1–87, 2007.

[15] V. Echarri-Iribarren, C. Rizo-Maestre, and J. L. Sanjuan-Palermo, “Underfloor heating using ceramic thermal panels and solar thermal panels in public buildings in the Mediterranean: Energy savings and healthy indoor environment,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 9, no. 10, pp. 1–18, 2019, doi: 10.3390/app9102089.

[16] Z. Z. Akhadov, “Study of the Performance Characteristics of a Solar Concentrator for Production of Thermal Energy,” *Applied Solar Energy*, vol. 59, no. 2, pp. 169–175, 2023, doi: DOI: 10.3103/S0003701X23600765.

[17] *Теплопотери здания*. 2007.

[18] Q. Q. Li, C. Chen, Y. Zhang, J. Lin, and H. S. Ling, “Simplified thermal calculation method for floor structure in radiant floor cooling system,” *Energy and Buildings*, vol. 74, pp. 182–190, May 2014, doi: 10.1016/J.ENBUILD.2014.01.032.

[19] J. J. Kamolov, M. S. Mirzayev, S. S. Fayziyev, and K. A. Samiev, “Use of paraboloid solar concentrators to reduce heat consumption of residential buildings in the climatic conditions of Uzbekistan,” *BIO Web of Conferences*, vol. 84, 2024, doi: 10.1051/bioconf/20248405019.

“ELEKTRODINAMIKA” BO‘LIMIDAN MUAMMOLI MAZMUNDAGI MASALALARNI TANLASH

Saidov Qurbon Sayfullayevich

Buxoro davlat universiteti “Fizika” kafedrası dotsenti f.-m.f.n.

Sattorova Gulandom Hamroqulovna

Buxoro davlat universiteti “Fizika” kafedrası mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya: Bu maqolada elektrodinamika bo‘limini o‘qitishda muammoli ta’lim o‘quv jarayoni samaradorligini va o‘quvchining fanga bo‘lgan faolligi va qiziqishini oshirish, muammoli mazmundagi masalalar tanlashda nimalarga e’tiborini qaratish va muammoli masalalardan na’munalar keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Kulon qonuni, Om qonuni, Gauss qonuni, elektrostatik maydon, magnit maydon, zaryadlar.

Аннотация: В данной статье проблемное обучение в преподавании кафедры электродинамики используется для повышения эффективности учебного процесса и повышения активности и интереса студента к науке, на что следует обращать внимание при выборе задач проблемного содержания, приведены примеры представленных проблемные задачи.

Ключевые слова: Закон Кулона, закон Ома, закон Гаусса, электростатическое поле, магнитное поле, заряды.

Abstract: In this article, problem-based learning in teaching at the Department of Electrodynamics is used to improve the efficiency of the educational process and increase the student's activity and interest in science, what should be paid attention to when choosing tasks with problematic content, examples are given, problematic tasks are presented.

Keywords: Coulomb's law, Ohm's law, Gauss's law, electrostatic field, magnetic field, charges.

Umumiy o'rta ta'lim maktablarida fizika fanidan masalalar yechish darslari eski dastur (qolip) asosida olib borilmoqda. Shuningdek o'quv dasturida amaliy mashg'ulotlarga berilgan o'quv soatlari yil sayin kamayib bormoqda. Hozirgi vaqtda masala yechishning fikrlamasdan tayyor formulaga qo'yib yechish yo'li mohiyati jihatidan o'z vazifasini ado etib bo'lganga o'xshaydi. O'quvchining qiziqishi va ijodiy intilishlarini hisobga olib, masala yechishning yangi metodlari zahirida muammoli mazmunda masalalar yechish darsini tashkil qilish davr talabidir.

Muammoli mazmundagi masalalar tanlash

Qonuniyatlar va prinsiplarga asoslangan masalalar: Elektrodinamikadagi asosiy qonunlarni, jumladan, Kulon qonuni, Om qonuni, Gauss teoremasi, Maksvell tenglamalari asosida qurilgan masalalar. Masalan:

- Kulon qonuniga asoslangan masala: Ikki nuqta zaryadlar o'rtasidagi kuchni aniqlash.
- Om qonuni: Elektr zanjiridagi kuchlanish, tok va qarshilikni hisoblash.
- Gauss qonuni: Elektr maydon kuchlanishini simmetriyali masalalarda hisoblash (sharsimon, silindrik va boshqalar).[2]

Elektrodinamika qonunlarini o'z ichiga olgan real hayotdagi muammolarni yechish orqali o'quvchilar bilimlarni qanday qo'llashni o'rganadilar. Masalan:

- "Elektromagnit (infragizil nurli, mikroto'lqinli) isitgichning ishlash tamoyili qanday va uning atrofidagi maydonning inson tanasiga ta'sirini qanday kamaytirish mumkin?"

- "Yashash joyidagi elektr uzatish tarmoqlaridagi kuchlanishning o'zgarishlari qanday sabablar bilan bog'liq va ularni qanday boshqarish mumkin?"

Bunday masalalar o'quvchilarning qiziqishlarini oshiradi va bilimlarning foydali ekanligini his qilishlariga yordam beradi.[1]

- "Turli xil metallardan o'tkazuvchan simlarni tayyorlaganda qarshilik qanday o'zgaradi va bu qanday kuchlanish yo'qotishlariga olib keladi?"

O'quvchilarni bir necha bosqichli fikrlashga undaydigan masalalar tanlash foydali. Masalan:

- "Magnit maydonda harakatlanayotgan zaryad qanday kuch ta'sirida va qanday yo'nalishda harakat qiladi?"

Bunday masalalar izchil tahlil qilish, hisob-kitob qilish va fizik qonuniyatlarni qo'llashga o'rgatadi.

Xulosa

Elektrodinamika bo'limiga oid muammoli mazmundagi masalalarni yechish metodikasi nazariy va amaliyot bilan uzviy bog'langan bo'lib, o'quvchilarning fanga bo'lgan qiziqishlarini oshirishga va muammolarni mustaqil hal qilish ko'nikmasini rivojlantirishga yordam beradi.

Adabiyotlar:

1. Boymirov Sherzod Tuxtayevich. Umumta'lim maktabida fizikaning elektrodinamika bo'limini muammoli o'qitish texnologiyalarini takomillashtirish.//Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) ilmiy darajasini olish uchun tayyorlangan DISSERTATSIYA.//Termiz – 2021

2. O'lmasova M.H. Fizika: Elektrodinamika asoslari. Tebranishlar va to'lqinlar. 2-kitob. Akademik litseylar uchun o'quv qo'llanma. 2-nashr. –Toshkent: O'qituvchi. NMIU. 2010. -360 b.

3. Djo'rayev, Maxamatrasul. Fizika o'qitish metodikasi: o'quv qo'llanma Toshkent: ABU MATBUOT-KONSALT, 2015. - 280 b.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СУШКИ ДЫНЬ

С. Хакимова, Ж. Жумаев,
Ж. Кодиров, Ш. Мирзаев

Бухарский государственный университет

Аннотация. Проведено теоретическое исследование процесса изменения температуры и влагосодержания внутри дыни при предварительной обработке, который проводится для образования подходящей температуры и влажности перед сушкой. В качестве математической модели были использованы дифференциальные уравнения тепло и массопереноса, предложенной А. В. Лыковым. Задача решена методом конечных разностей. Найдены закономерности углубления температуры и соответственно уменьшения влажности по слоям дыни.

Ключевые слова. Сушка, предварительная обработка, математический модель, дифференциальные уравнения, тепло и массоперенос, метод конечных разностей, метод прогонки.

Данное исследование направлено на изучение влияния предварительной обработки дыни на процесс сушки, так как предварительная обработка дыни перед сушкой важна по нескольким причинам: улучшение вкуса и аромата, сохранение цвета, увеличение срока хранения, улучшение текстуры, снижение содержания влаги, удобство использования, ускорение самого процесса сушки, образования съедобной части ломтиков микропора, ускорение процесса сушки относительно необработанного плода дыни, качества, и долговечности сушеной дыни[1-2].

Для эксперимента выбрана дыня сорта “Торпедо”, которая была получена на местном рынке (г.Бухара Республика Узбекистан). Дыни почти одинаковых форм и размеров, промывали и для предварительной обработки использовали в целом виде (без разреза).

Солнечные (предварительные) обработки дынь в обеих режимах проводились одновременно в течении двух дней 19 и 20 августа 2023 года на территории научной лаборатории Бухарского государственного университета. При поступлении солнечной радиации на поверхность кожуры дыни переворачивали каждый день один раз на 180 градусов.

Помещенная в камеру дыня имеет шарообразную форму. В первый день ее верхняя часть обращена к солнцу, а на второй день ее нижняя часть перевернута вверх дном. Таким образом, достаточно рассматривать только одну сторону дыни, радиус толщины одной секции составляет приблизительно 5 см, или 0,05 м. Будем считать это сечение одномерным и построим математическую модель процесса тепломассообмена в нем. Значения влажности, температуры и радиации снаружи сечения задаются на основе функций, основанных на полученных уравнениях регрессии, полученных на основе эксперимента, а внутри накладывается условие симметрии(таблица 1). В качестве начальных значений принимаем температуру дыни приблизительно в 10:00 утра, а влажность — 1 процента.

Таблица №1.

Регрессионные уравнения для процесса сушки.

Полученные величины	Регрессионные уравнения	Относительная погрешность
Температура –первый день	$y(t) = 2686.89t - 1057.12t + 162.51t^2 - 11.97 + 0.425t^4 - 0.00585t^5$	2.1
Температура –второй день	$y(t) = 348,27968 - 119,4097t + 16,48457t^2 - 0,92263t^3 + 0,01792t^4$	3.7

Влажность –первый день	$y(t) = 59,83826 + 22,37757t - 6,25103t^2 + 0,47241t^3 - 0,0108t^4$	6.6
Влажность –второй день	$y(t) = -417,84389 + 174,4113t - 23,1951t^2 + 1,26162t^3 - 0,02394t^4$	2.07
Радияция –первый день	$y(t) = 12637,054 - 4177,67064t + 517,6988t^2 - 26,8982t^3 + 0,4942t^4$	3.2
Радияция –второй день	$y(t) = 11389,526 - 3513,09t + 383,415t^2 - 14,91249t^3 + 0,017798t^4 + 0,00686t^5$	3.9

На основании сделанных предположений за основу математической модели тепломассопереноса приняты уравнения Лыкова [3]:

Для уравнения массообмена:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a_m \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + a_m \cdot \delta_i \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (1)$$

Для уравнения распределения температуры

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a_T \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\varepsilon \cdot r}{c_T} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{q}{c_T \rho_T} \quad (2)$$

На основании сделанных выше предположений зададим начальные и граничные условия для системы уравнений (1) и (2):

Считаем, что распределение концентрации влаги и температуры в поперечном сечении дыни в начальный момент времени (в момент времени $t = 0$) распределено одинаково:

$$u|_{t=0} = u_0, 0 \leq x \leq 1, \quad T|_{t=0} = T_0, 0 \leq x \leq 1, \quad (3)$$

в качестве первого граничного условия примем условие симметричности:

$$\left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, t > 0, \quad \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = 0, t > 0. \quad (4)$$

В качестве второго граничного условия при ($x = 1$) принимаем тепло и массообмен, который используется во многих источниках [3]:

$$-a_m \left. \frac{\partial u}{\partial x} \right|_{x=1} = \beta_u (u_h - u_f), \quad t > 0, \quad a_T \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=1} = \beta_T (T_h - T_f), \quad t > 0, \quad (5)$$

где β_u, β_T –коэффициенты массоотдачи и теплоотдачи; u_h, T_h – концентрация и температура на поверхности твердого тела (который является функцией времени); u_f, T_f – концентрация и температура газовой фазы (регрессионные уравнения).

Задача решена численно с использованием метода прогонки[4].

На рис.2 приведены изменения безразмерной температуры на поперечном сечении дыни, по времени. Как видно из рисунка, температура постепенно, но медленно по времени повышается внутри, а на границе почти выравнивается с температурой поверхности (граничное условие).

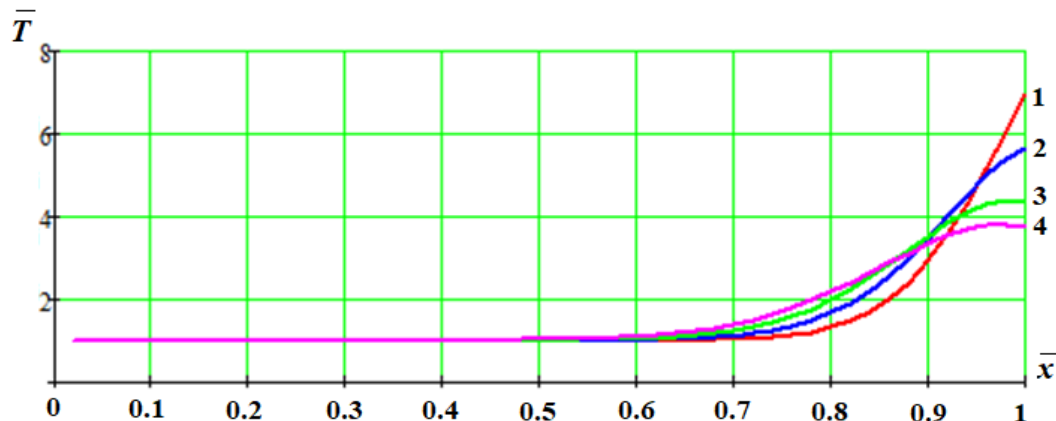


Рис.2. Изменения безразмерной температуры на поперечном сечении дыни по времени.
1- при 13-00, 2- при 15-00, 3- при 17-00, 4- при 19-00.

На рис.3 приведены изменения безразмерной влажности на поперечном сечении дыни, по времени. Как видно из рисунка, уменьшение влажности углубляется внутри сечения со временем, но в то же время его значение увеличивается в конце дня (поверхности), в соответствии с граничным условием.

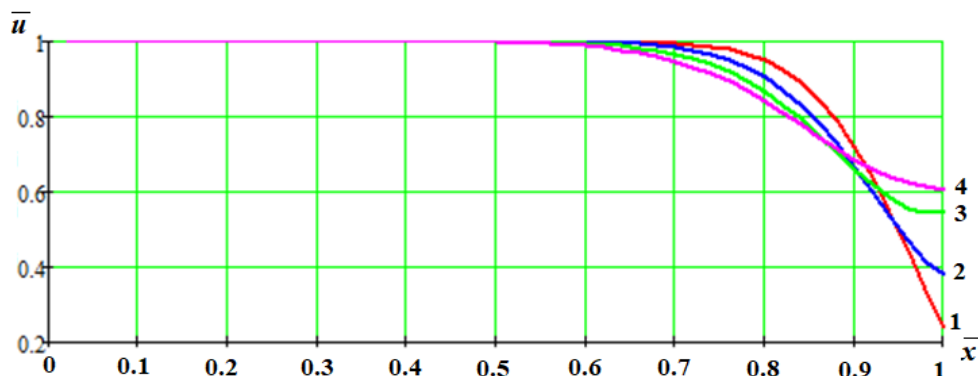


Рис.3. Изменения безразмерной влажности на поперечном сечении дыни по времени. 1- при 13-00, 2- при 15-00, 3- при 17-00, 4- при 19-00.

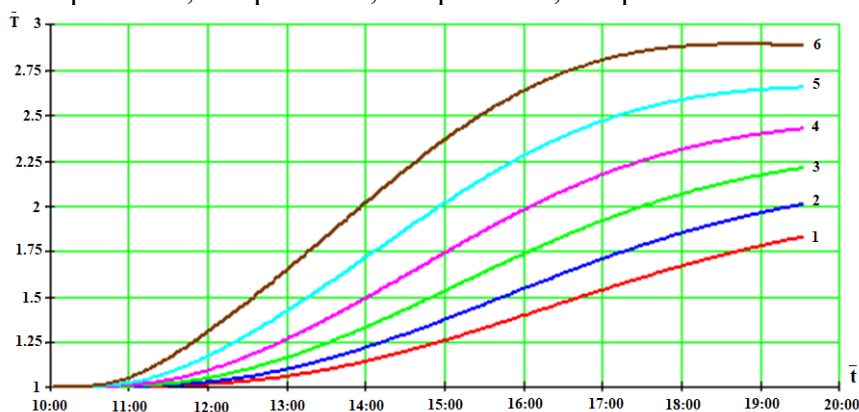


Рис.4. Изменения безразмерной температуры по слоям дыни по времени. 1- при $\bar{x} = 0,3$,
2- при $\bar{x} = 0,4$ 3- при $\bar{x} = 0,5$ 4- при $\bar{x} = 0,6$, 5- при $\bar{x} = 0,7$, 6- при $\bar{x} = 0,8$

На рис.4. приведены изменения температуры по времени по слоям. Как видно из рисунка, в самом нижнем слое температура повышается мало. Далее, чем ближе к поверхности, повышение температуры тоже соответствующее.

На рис.5. приведены изменения влажности по слоям относительно времени.

Как видно из графика, в начальных слоях влажность уменьшается почти линейно по времени, а на второй половине переходит на параболические. Так как в качестве источника тепла используется энергия солнца, уменьшение влажности небольшое. Скорость уменьшения влажности больше в сечении, которое находится ближе к поверхности.

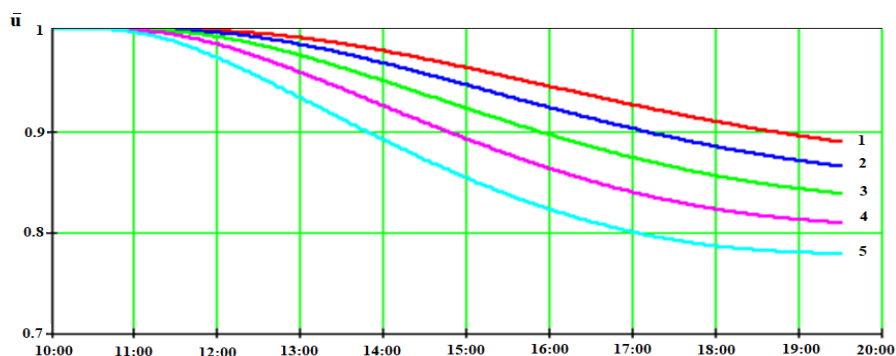


Рис.5. Изменения безразмерной влажности по слоям дыни по времени. 1- при $\bar{x} = 0,2$; ,
2- при $\bar{x} = 0,4$; 3- при $\bar{x} = 0,6$; 4- при $\bar{x} = 0,8$; , 5- при $\bar{x} = 1$;

Исследование зависимостей на рис.2 показывает, что при таких условиях пока не наблюдается в сечениях то, что концентрация выравнивается в каком-то промежутке сечения.

Из проведенного исследования следует, что созданная камера позволяет увеличить долю радиации, которое поступает из солнца, тем самым накапливать тепло внутри. А это в свою очередь позволяет ускорению углубления тепла внутри слоя, тем самым уменьшению влажности.

Использование экспериментальных данных в качестве граничных условий при моделировании позволило точнее вычислить процесс увеличения температуры и тем самым уменьшения влаги внутри дыни. Выявлено, что в конце дня в связи с уменьшением температуры экстремум температуры и влаги немного проникает внутрь.

Список использованной литературы:

1. Muhamad, N. & Mohd Redzuan, N. A. (2019). Effects of different drying methods and quality parameters on dried manis Terengganu melon (Cucumis melo). Journal of Agrobiotechnology, 10(1S), 46-58
2. Rodrigues, S., & Fernandes, F. A. N. (2007). Use of Ultrasound as Pretreatment for Dehydration of Melons. Drying Technology, 25(10), 1791–1796.
3. Лыков А.В. Теория сушки. М.: Энергия, 1968. 472 с.
4. Mirzayev Sh.M., Jumayev J., Qodirov J. Simulation of natural convection in a solar collector//2023 J. Phys.: Conf. Ser. 2573 012024

KUCHSIZ MAGNETIKDA YORUG'LIKNING YUTILISHI

Nasirova Nargiza Gayratovna,
BuxDU doktoranti,
e-mail: n.g.nasirova@buxdu.uz,
Fayziyev Shaxobiddin Shavkatovich
BuxDu Fizika kafedrası dotsenti
e-mail: s.s.fayziyev@buxdu.uz.

Annotatsiya. Ushbu maqolada kuchsiz ferromagnit material tarkibi aniqlandi. Olingan namunada 190-1100 nm to'liqin sohasida yutilishi haqida batafsil ma'lumot berildi, bu esa ilmiy izlanishlar va amaliy qo'llanishlar uchun muhim ma'lumot manbai hisoblanadi.

Kalit so'zlar: Kuchsiz magnit materiallar, yorug'likning moddada yutilishi, spektrometr, to'liqin uzunligi, ultrabinafsha, fluoressent spektrometr.

Аннотация. В данной статье определяется состав слабого ферромагнитного материала. Полученный анализ об образце предоставил подробную информацию о его поглощении в диапазоне длин волн 190–1100 нм, что является важным источником информации для научных исследований и практических приложений.

Ключевые слова: Слабые магнитные материалы, поглощение света в веществе, спектрометр, длина волны, ультрафиолет, флуоресцентный спектрометр.

Abstract: This paper determines the composition of a weak ferromagnetic material. The obtained analysis of the sample provides detailed information on its absorption in the wavelength range of 190–1100 nm, which is an important source of information for scientific research and practical applications.

Key words: Weak magnetic materials, light absorption in matter, spectrometer, wavelength, ultraviolet, fluorescence spectrometer.

Kirish. Kuchsiz magnit materiallarni magneto-optik xususiyatlarini o'rganish bizga quyidagi imkoniyatlarni beradi. Kuchsiz magnit materiallar kvant mexanikasi, spintronika va magnit o'zaro ta'sirlarning nozik mexanizmlarini tushinishda muhim. Bu fundamental bilimlarni kengaytiradi. Kuchsiz magnit xususiyatlarga ega materiallar ma'lumot saqlash, sensorlar va kvant hisoblash kabi sohalarda qo'llaniladi. Ularning past energiya sarfi va yuqori sezuvchanligi yangi qurilmalarni ishlab chiqishda foydalidir. Kuchsiz magnit maydonlar MRT(magnit-rezonans tasvirlash) kabi tibbiy texnologiyalarda va biomagnit signallarni o'rganishda muhim rol o'ynaydi. Kuchsiz magnit materiallar ko'pincha kam energiya talab qiladi, bu esa ekologik jihatdan barqaror texnologiyalarni rivojlantirishga yordam beradi. Kuchsiz magnit maydonlar sayyoralar, yulduzlar va Yer magnit maydonini tushinishda muhim ma'lumot beradi.

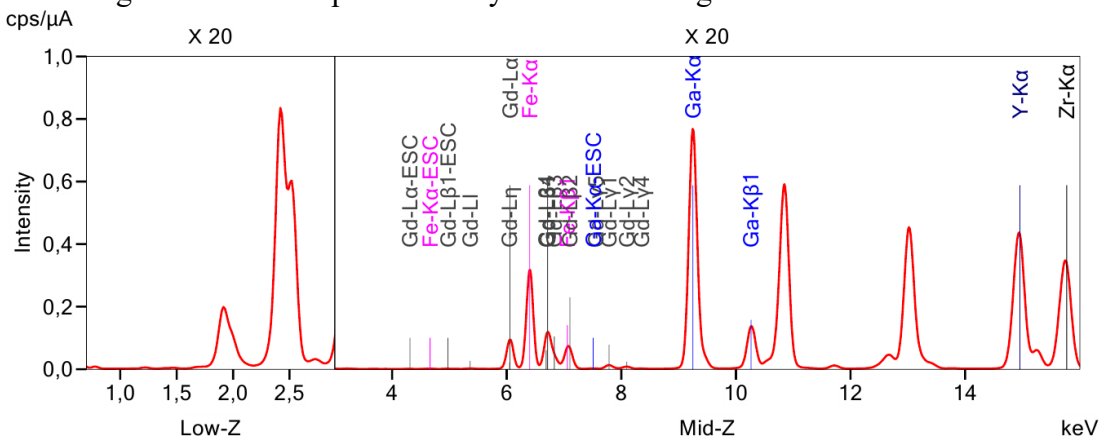
Shuning uchun ham juda ko'plab olimlar tomonidan kuchsiz magnit materiallar tadqiq qilib kelinmoqda.

Yorug'likning moddada yutilishi – bu yorug'lik energiyasining modda molekulalari yoki atomlari tomonidan so'rilishi jarayoni. Bu hodisa elektromagnit nurlanishning modda bilan o'zaro ta'sirida ro'y beradi va quyidagi asosiy jihatlarga ega:

Absorbsiya mexanizmi: Yorug'lik fotonlari moddaning elektronlari bilan o'zaro ta'sirlashadi. Agar foton energiyasi elektronning energiya sathlari o'rtasidagi farqqa mos kelsa, elektron bu energiyani yutadi va yuqori energiya sathiga o'tadi.

Moddaning xususiyatlari: Yutilish moddaning kimyoviy tarkibi, tuzilishi va yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liq.

Kuchsiz magnit material tarkibi Yaponiyada ishlab chiqarilgan Rigaku NexDE VS energiya dispersion rentgen fluorescent spektrometri yordamida amalga oshirildi.

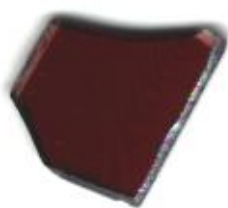


1-rasm. Rigaku NexDE VS energiya dispersion rentgen fluorescent spektrometri yordamida olingan spektr tasviri.

Tahlil qilingan natija (FP usuli)

No.	Komponent	Natija	Birlik	LLD	LLQ	Element chizig'i	Intensivlik(cps/μA)
1	Fe	32,4	mol%	0,0086	0,0258	M:Fe-Kα	64,26858
2	Zr	7,05	mol%	0,0023	0,0070	M:Zr-Kα	110,37104
3	Ga	39,8	mol%	0,0074	0,0223	M:Ga-Kα	186,53715
4	Gd	11,4	mol%	0,0112	0,0336	M:Gd-La	21,47931
5	Y	9,41	mol%	0,0030	0,0089	M:Y-Kα	136,97269
6	Tc	ND	mol%				

Rigaku NexDE VS energiya dispersion rentgen fluorescent spektrometri yordamida tahlil natijasida kuchsiz magnit materialning tarkibi Fe₃Ga₄GdYZr ekanligi aniqlandi.



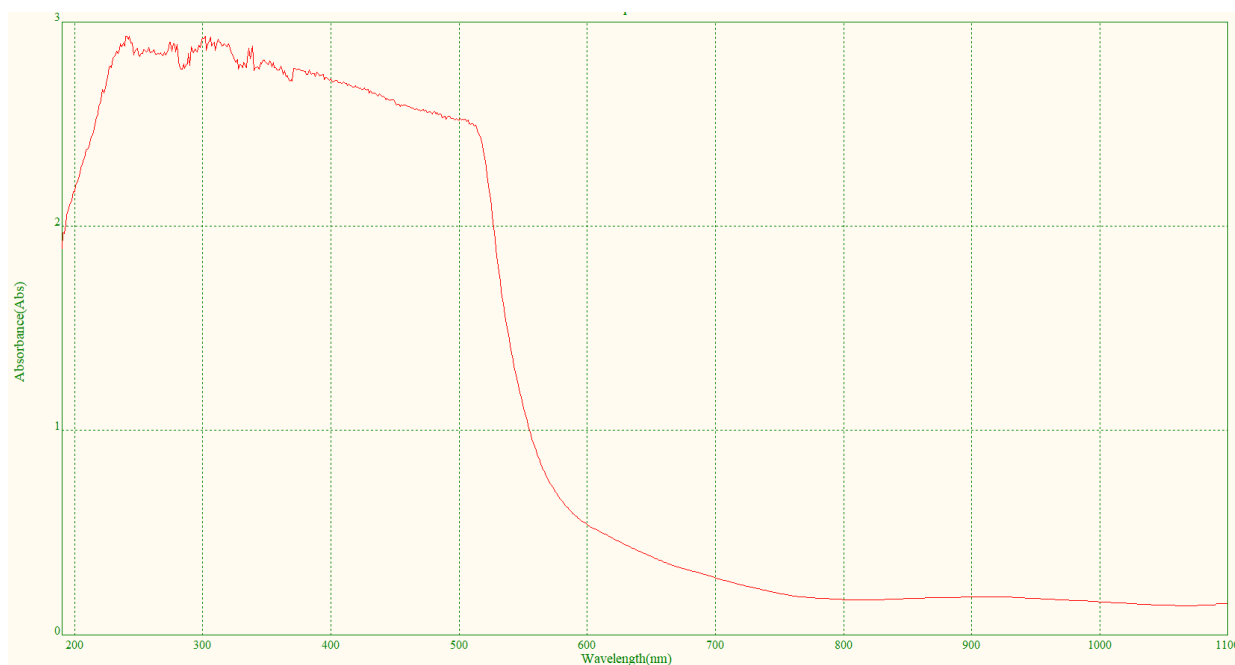
2-rasm. Kuchsiz magnit material(kristall)ning ko'rinishi.

Ushbu kuchsiz magnit material shaffof bo'lib yorug'likni o'tkazadi. Rangi esa jigarrang ko'rinishga ega.



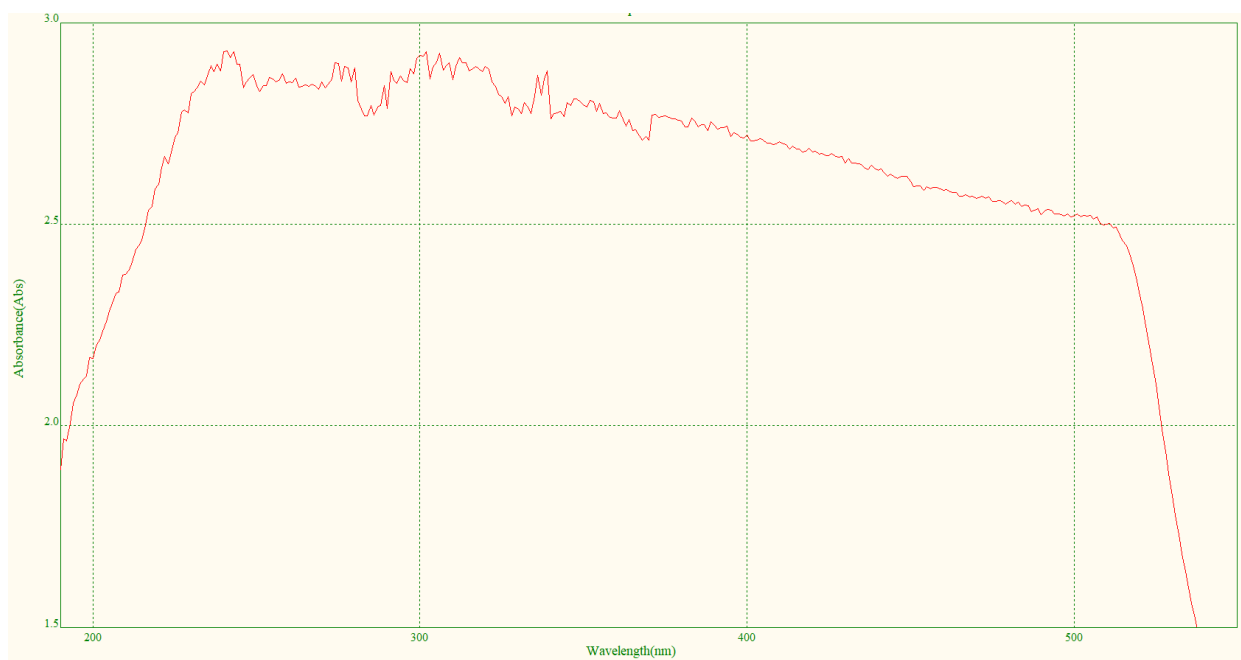
3-rasm. UV-visible spectrophotometer EMC-61PC

EMC-61PCS-UV — bu **UV-VIS (ultrabinafsha va ko'rinadigan spektr)** diapazonida ishlovchi spektral fotometr bo'lib, u turli to'lqin uzunliklarida moddalarning yutilishini (absorbtsiyasini) aniqlab beradi. Ushbu ishda shu qurilma yordamida $\text{Fe}_3\text{Ga}_4\text{GdYZr}$ kuchsiz magnit materialda turli to'lqin uzunlikdagi nurlarni yutilishini o'rgandik.



4-rasm. $\text{Fe}_3\text{Ga}_4\text{GdYZr}$ kristallda yorug'lik yutilishini to'lqin uzunligiga bog'liqligi.

4-rasmdan ko'rinib turibdiki asosiy natijalar 200-500 nm to'lqin uzunlik oralig'ida.



5-rasm. $\text{Fe}_3\text{Ga}_4\text{GdYZr}$ kristallda yorug'lik yutilishini to'liqin uzunligiga bog'liqligi.

5-rasmdan aytishimiz mumkinki asosiy piklar quyidagi to'liqin uzunliklarida aniqlangan. 199nm; 222nm; 228nm; 233; 249nm; 254nm; 274nm; 280nm; 320nm; 375nm; 404nm; 410nm; 433nm; 492nm; 513nm.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, $\text{Fe}_3\text{Ga}_4\text{GdYZr}$ kuchsiz magnit kristali asosan ultrabinafsha nurlarni yaxshi yutar ekan. Ko'zga ko'rinadigan yorug'ikni qisman yutar ekan. $\text{Fe}_3\text{Ga}_4\text{GdYZr}$ kuchsiz magnit moddasi ultrabinafsha nurlarni C kategoriyasi kamroq yutib, B kategoriyasini o'tkazib yuboradi. Buni ahamiyatli jihati shundaki, inson quyoshdan kelayotgan ultrabinafsha nurlanishning B kategoriyasi orqali asosan D vitaminini qabul qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Nasirova N. G., Fayziyev Sh. Sh. "Effect of magnetic field on weak magnets". Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research, (2024)
2. Nasirova N. G., Fayziyev Sh. Sh. "Tashqi ta'sir natijasida kuchsiz ferromagnetiklarning spektral tahlilini o'rganish". Ta'lim innovatsiyasi va integrtatsiyasi, (2024)
3. Nasirova N.G. "Kuchsiz magnitlar va magnit maydonlardan tibbiyotda foydalanish" International journal of scientific researchers (2024)
4. Nasirova N. G. "Tibbiy qayd qilgichlarda ferritlarning o'rni", PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI, № 4, Fevral, 2025
5. Born, M., & Wolf, E. (1999). Principles of Optics: Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light (7th ed.). Cambridge University Press.
6. Fox, M. (2010). Optical Properties of Solids (2nd ed.). Oxford University Press.
7. Kittel, C. (2004). Introduction to Solid State Physics (8th ed.). Wiley.
8. Ashcroft, N. W., & Mermin, N. D. (1976). Solid State Physics. Holt, Rinehart and Winston.
9. Zvezdin, A. K., & Kotov, V. A. (1997). Modern Magneto-optics and Magneto-optical Materials. Institute of Physics Publishing.
10. Osgood, R. M. (2009). Physics of Light and Optics. Cornell University Press.

UDK.621.311.243

QUYOSH FOTOELEKTRIK STANSIYALARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Raxmatov Ilhom Ismatovich

texnika fanlari nomzodi , professor

Buxoro davlat universiteti Geliofizika,

qayta tiklanuvchi energiya manbalari va elektronika kafedrası professori

i.i.raxmatov@buxdu.uz

Annotatsiya: maqolada Quyosh panellaridan samarali foydalanish yo'llari uni samaradorligini oshirishga qo'yilgan talablar bayon qilingan Quyosh paneli yacheykasida kechadigan fizik jarayonlar ham sxematik asosda ko'rsatib o'tilgan

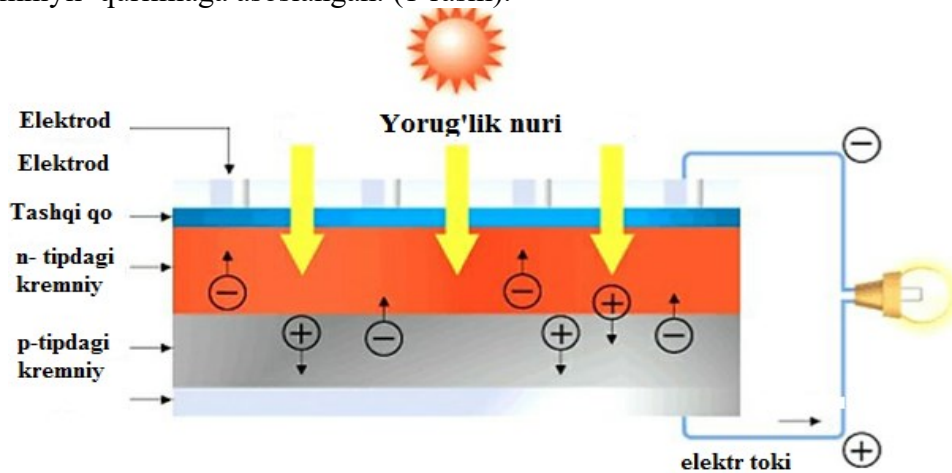
Kalit so'zlar: Quyosh paneli ,samaradorlik, quvvat , kuchlanish,volt-amper xarakteristikasi

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "2023-yilda Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" Qarorida umumiy quvvati 4 300 MW bo'lgan qayta tiklanuvchi energiya manbalarini, shu jumladan 2 100 MW-yirik Quyosh va shamol elektr stansiyalari, 1 200 MW ijtimoiy soha obyektlari, xo'jalik subyektlarining bino va inshootlari hamda xonadonlarda o'rnatiladigan Quyosh panellari, 550 MW tadbirkorlar tomonidan barpo etiladigan kichik fotoelektr stansiyalarini ishga tushirish, qayta tiklanuvchi energiya manbalari qurilmalarini o'rnatish, iste'molchilarni muqobil energiyaga o'tkazish va energiya tejamkor texnologiyalarni joriy qilish orqali 2023-yilda qo'shimcha 5 milliard kilovatt-soat elektr energiyasi ishlab chiqarish va 4,8 milliard metr kub tabiiy gazni iqtisod qilish; ushbu maqsadlarga jami 15,4 milliard AQSh dollari miqdoridagi mablag'larni yo'naltirish, shu jumladan 13,4 milliard AQSh dollari — davlat-xususiy sheriklik loyihalari doirasida investorlar mablag'lari, 1,1 milliard AQSh dollari — tijorat banklari kreditlari, 610 million AQSh dollari — korxonalarning o'z mablag'lari, 150 million AQSh dollari — xorijiy moliyaviy tashkilotlar mablag'lari va 100 million AQSh dollari ekvivalentidagi Davlat budjeti mablag'lari ajratish ko'zda tutilgan. Buning uchun ishlab chiqarish jarayonlarining energiya samaradorligini oshirish chora-tadbirlarini moliyalashtirish uchun 2023-yil 1-martdan boshlab "Yashil energiya" bank moliya produktini amalga kiritish to'g'risidagi tashkili qo'llab-quvvatlash kerakli aytilgan.

2025 yilgacha O'zbekistonda kamida 50 % elektr energiyasini xususiy elektr stantsiyalarida ishlab chiqarish uchun barcha imkoniyatlar yaratib beriladi. Bu haqda prezident Shavkat Mirziyoev Navoiy viloyati Karmana tumanida zamonaviy Quyosh fotoelektr stantsiyasi (O'zbekistondagi ilk xususiy elektr stantsiyasi) ishga tushirilishi munosabati bilan o'tkazilgan marosimda ma'lum qildi. Jumladan, Navoiy viloyatining o'zida 2023 yilda Masdar kompaniyasi bilan hamkorlikda 500 MW li shamol stantsiyasi va Phanes group ishtirokida 200 MW li Quyosh stantsiyasi barpo etiladi. Karmanadagi Quyosh elektr stantsiyasi 100 Mwatt quvvatga ega bo'lib unga 292 mingta Quyosh paneli, 268 gektar yer maydoni, 600 dan ortiq inverter, 1000 km dan ortiq turli kabellar ishlatildi. Samarqand viloyati Nurobod tumanida ham xuddi shunday Fotoelektrik stansiya ishga tushirildi. Oxirgi 4 yilda umumiy quvvati 6000 MW bo'lgan Quyosh va shamol stansiyalarini qurish bo'yicha 16 ta bitim imzolandi. Bu "Yashil loyiha" ning umumiy qiymati 6 mlrd AQSH dollariga teng. Jami Navoiy viloyatida 6 MW bo'lgan 2 ta Quyosh va shamol elektr stantsiyasi, Samarqandda 1320 MW bo'lgan 3 ta Quyosh elektr stantsiyasi, Toshkentda 400 MW bo'lgan Quyosh elektr stantsiyasi, Jizzaxda 220 MW Quyosh elektr stantsiyasi, Qoraqalpog'istonda 1600 MW bo'lgan shamol elektr stantsiyasi, Xorazmda 100 MW bo'lgan Quyosh elektr stantsiyasi, Buxoroda 1250 MW bo'lgan shamol va Quyosh elektr stantsiyasi, Surxondaryoda 457 MW bo'lgan Quyosh elektr stantsiyasi "Yashil loyiha" tarkibiga kiritildi. Shuningdek "ASWA POWER" kompaniyasi O'zbekiston energetika tarmog'iga kiritgan investitsiya hajmi 7,5 mlrd AQSH dollariga teng bo'lib bu mablag' 4 ta yo'nalish: issiqlik, shamol, Quyosh, vodorod energiyasiga yo'naltirilgan. So'nggi yillarda aynan shu dastur Quyosh panellari bozorining qariyb 90 %ini ta'minlaydi. Aksariyat hollarda Quyosh panellari tarmoq bilan parallel ravishda ishlaydi va tuman elektr tarmoqlari uchun toza elektr energiyasini ishlab chiqaradi. Ko'pgina mamlakatlarda Quyosh energiyasini qo'llab-quvvatlashning maxsus

mexanizmlari mavjud, masalan, Quyosh panellaridan elektr tarmog'iga elektr energiyasini yetkazib berish uchun maxsus oshirilgan tariflar, soliq imtiyozlari, asbob-uskunalar sotib olish uchun kredit olish uchun imtiyozlar va boshqalar. Fotoenergetikaning shakllanish bosqichida bunday mexanizmlar Evropa, AQSh, Yaponiya, Xitoy, Hindiston va boshqa mamlakatlarda yo'lga qo'yilgan.

Fotoelektr effekti Quyosh energiyasini to'g'ridan-to'g'ri elektr energiyasiga aylantiradigan fotoelektrik tizimda paydo bo'ladi. Fotovoltaik tizim kun yorug'ligini talab qiladi. Fotovoltaik tizimlar to'g'ridan-to'g'ri quyosh nuri ostida bo'lishi shart emas, shuning uchun bulutli kunlarda ham fotoelektr panellari oz miqdorda elektr energiyasini ishlab chiqarishi mumkin. Fotovoltaik yoki quyosh batareyasining (QE) eng oddiy dizayni - quyosh nurlanishining elektr energiyasiga aylantirish uchun bir kristalli kremniyli qurilmaga asoslangan. (1-rasm).



1-rasm. Quyosh batareyasidagi yarim o'tkazgichlarda kechadigan fizik jarayonlar sxemasi
Yarim o'tkazgichli fotoelementlarning volt-ampere xarakteristikasini quyidagicha yozaylik:

$$-j = j_s \left(e^{\frac{eV}{kT}} \right) - j_{q.u} \quad (1)$$

Bunda j_s – to'yinish toki

Tashqi zanjirdagi R qarshilikda ajraladigan quvvat

$$W = j \frac{kt}{e} \ln \left(\frac{j_{q.u} - j}{j_s} + 1 \right). \quad (2)$$

Tashqi zanjirda maksimal quvvat olish uchun R qarshilikni shunday tanlab olish kerakki,

$$R = \frac{\mathcal{E}_{max}}{j_{max}} \quad (3)$$

Tenglik bajarilishi kerak. Bunda $\mathcal{E}_{max}$ va j_{max} qarshilikdagi maksimal e.yu.k va maksimal tok. $\mathcal{E}_{mak}$ va j_{max} larni topish uchun (2) dan j bo'yicha hosila olib, nolga tenglashtiramiz, yani

$$\ln \left(\frac{j_{q.u} + j_{max}}{j_s} + 1 \right) - \frac{j_{max}}{j_s + j_{q.u} - j_{max}} = 0 \quad (4)$$

$$(1) \text{ dan } \frac{e\mathcal{E}_{max}}{kT} = \ln \left(\frac{j_{q.u} - j_{max}}{j_s} + 1 \right). \quad (5)$$

(4) va (5) larni birga yechsak:

$$j_{max} = \frac{(j_T + j_{q.u}) \frac{e\mathcal{E}_{max}}{kt}}{1 + \frac{e\mathcal{E}_{max}}{kT}}; \quad (6)$$

$$e^{\frac{e\mathcal{E}_{max}}{kT}} \left(1 + \frac{e\mathcal{E}_{max}}{kT} \right) = 1 + \frac{j_{q.u}}{j_s} \quad (7)$$

R qarshilikda olinadigan maksimal quvvat

$$W_{max} = j_{max} \mathcal{E}_{max} \quad (8)$$

Formula orqali aniqlanadi. Fotoelementning foydali ish koeffitsenti esa

$$\eta = \frac{W_{max}}{W_i} * 100\% \quad (9)$$

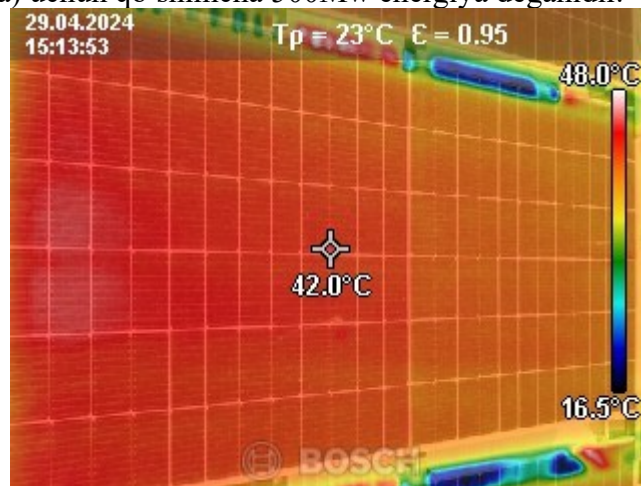
bo'ladi, bunda W_i - fotoelementga 1 sek da tushadigan nurlanish energiyasi. Biz bu yerda nurning fotoelement sirtidan qaytishini, fotoelementda yutilmasdan o'tib ketadigan qismini va kvant chiqarishni hisobga olmadik. Agar bularni ham hisobga olsak, fotoelementning foydali ish koeffitsenti quyidagicha yoziladi:

$$\eta = (1-r) (1-e^{-ad_2}) \beta * \frac{W_{max}}{W_{max}} * 100\% \quad (10)$$

bunda r -nurning sirtidan qaytish koeffitsenti, β kvant chiqarish (har bir yutilayotgan foton yoki radio aktiv nurga to'g'ri kelgan electron-teshik jufti).

Fotoelementga tushayotgan nurning r qismi fotoelement sirtidan qaytib foydali ish koeffitsentining kamayishiga olib keladi. R ortishi bilan FIK. ham kamayib boradi. Shuning uchun maxsus shaffof qatlam bilan fotoelement yuzi qoplanib r ni kamaytiradi. Yorug'lik nurining $\exp(-ad_1 - ad_2)$ qismi m fotoelementda yutilmay o'tib ketadi. Bu ham F.I.K ning kamayishiga olib keladi. Yarim o'tkazgichda yutilayotgan fotonlarning hammasi fotoaktiv bo'lmasligi mumkin, yani β hamma vaqt birga teng (radiaktiv nurlar uchun $\beta > 1$ bo'la oladi) bo'lmay birdan kichik bolishi ham mumkin. β birdan qancha kichik bo'lsa, f.i.k ham shuncha kichrayib boradi. Bulardan tashqari f.i.k kamayishiga sirtiy va hajmiy rekombinatsiya ta'sir qiladi. Nazariya shunu ko'rsatadiki, agar kontakt va sirt oldida berkituvchin qatlam hosil bo'lsa sirtiy rekombinatsiyakatta bo'lib, f.i.k kamayadi.

Quyosh batareyalari sovuq ob-havo sharoitida yaxshiroq ishlaydi. Oddiy sharoitlarda quyosh paneli 40-45 °C gacha qizdirilganda uning quvvati 15-17% ga kamayadi. Quyida teplovizor orqali o'lchangan havo harorati va quyosh panelidagi temperaturani ko'rishimiz mumkin (2-rasm). Bunda havo harorati 23°C ni, quyosh paneli sirtidagi temperatura esa 42°C ni, ular orasidagi 19°C ni tashkil etgan. Yozning issiq kunlarida harorat 40-45C ga yetganda quyosh paneli sirtidagi temperatura 55-60°C ga yetadi. Bu esa uning ishlash samaradorligini 15-17% ga kamaytirib yuboradi. Agar quyosh panellarini temperaturasi, optimal 25°C dabarqaror saqlay olsak, uning f.i.k ni 10-15%ga oshirish imkoniyatiga ega bo'lamiz. Bu esa birgina Buxoro Davlat Universitetidagi quyosh panellari (1Gwattli quyosh fotoelektrik stansiya) uchun qo'shimcha 500Mw energiya deganidir.



2-rasm. Quyosh paneli sirtidagi va havo haroratlari maydoni

Xulosa: Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanib elektr energiya ishlab chiqarish hozirda dolzarb vazifa bo'lib turibdi. Chunki energiyaga bo'lgan talab kundan-kunga oshib bormoqda, energiya manbalari esa kundan-kunga kamayib bormoqda. Quyosh panellaridan samarali foydalanish esa bugungi kun talabi. 2024-yilda O'zbekiston hududida quyosh energiyasi ulushini 15% ga yetkazish rejalashtirilgan. Agar quyosh panellarining ishlash samaradorligini oshirsak, qo'shimcha MW energiyaga ega bo'lamiz va millionlab dollar mablag'ni tejashimiz mumkin bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Основы возобновляемой энергетики. Компания «Ваш Солнечный Дом», 2016. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.solarhome.ru/ru/basics>
2. Investigations into kinetics of sun drying of herb greens I.I.Rakhmatov – Applied solar energy, 1995
3. Модель массопереноса при сушке в режиме прямотока и противотока И.И. Рахматов, Т.Ойгул - Вестник науки и образования, 2020

PARABOLIK QUYOSH KONSENTRATORINI ISIIQLIK VA TEXNIK PARAMETRLARINI MODELLASHTIRISH.

Temirov Sohob Amonovich

Buxdu tayanch doktoranti

Buxoro davlat tibbiyot instituti assistenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada uncha katta bo'lmagan oila uchun ovqat pishirish, suv qizdirish va boshqa maqsadlarda qo'llash uchun tushayotgan quyosh nurlanishini fokusda yo'naltirish vazifasini bajaruvchi paraboloid konsentratorning sinov natijalari keltirilgan. Paraboloidni asosini yasash uchun matcad dasturida o'lchamlar olindi. Paraboloid shaklni quyish maqsadida qolip yasaldi. Asos betondan quyilib sirti 0.1×0.1 m o'lchamdagi ko'zgular bilan qoplandi. Qurilma uchun matematik model yaratildi.

Аннотация: В статье представлены результаты испытаний параболоидного концентратора, фокусирующего падающее солнечное излучение для приготовления пищи, нагрева воды и других целей для небольшой семьи. Размеры были сняты в программе Matcad для создания основания параболоида. Была изготовлена форма для отливки параболоидной формы. Основание было отлито из бетона, а его поверхность покрыта зеркалами размером $0,1 \times 0,1$ м. Создана математическая модель устройства.

Abstract: This article presents the test results of a paraboloid concentrator that focuses the incoming solar radiation for cooking, water heating, and other purposes for a small family. Dimensions were taken in the MATCAD program to make the base of the paraboloid. A mold was made to cast the paraboloid shape. The base was poured from concrete and its surface was covered with mirrors measuring 0.1×0.1 m. A mathematical model was created for the device.

Kalit so'zlar: parabolik konsentrator, quyosh nurlanishi, fokus masofa, foydali ish koeffitsienti, harorat, nur qaytarish koeffitsienti, ko'zgu-oyina.

Keywords: parabolic concentrator, solar radiation, focal length, efficiency, temperature, reflectance, mirror.

Ключевые слова: параболический концентратор, солнечное излучение, фокусное расстояние, эффективность, температура, отражательная способность, зеркало.

Matematik model.

Quyosh oshxonasida hosil bo'luvchi issiqlik jarayoni nostatsionar bo'lib, uning matematik modelini tuzish uchun issiqlik balansi tenglamalaridan foydalanamiz [5,7-10]

$$cm \frac{dT}{dt} = A_c I_T + kF(T_a - T). \quad (1)$$

bunda, c - suvning solishtirma issiqlik sig'imi, m - suvning massasi, T - suvning temperaturasi, t - vaqt, Q - quyosh oshxonasi hosil qilayotgan quvvat, k - issiqlik uzatish koeffitsiyenti, F - yuza, T_a - atrof temperaturasi.

Issiqlik uzatish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi

$$k = \left(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2} \right)^{-1} \quad (2)$$

Bunda α_1 va α_2 – mos ravishda suyuqlikning devor bilan hamda devorning atrof muhit bilan issiqlik almashinuv koeffitsiyenti; δ - devor qalinligi; λ - devorning issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti.

(1) tenglamani sonli usullardan foydalanib yechish qulayligi sababi oshkor ko'rinishidagi ayirmali sxemadan foydalanamiz [6-10]

$$cm \frac{T^{t+\Delta t} - T^t}{\Delta t} = A_c I_T + kF(T_a - T^t) \quad (3)$$

(3) tenglamadan vaqt bo'yicha bir qadam keyingi temperatura $T^{t+\Delta t}$ ni topamiz

$$T^{t+\Delta t} = \left(1 - \frac{\Delta t}{cm} kF\right) T^t + \frac{\Delta t kF}{cm} T_a + \frac{\Delta t}{cm} A_c I_T. \quad (4)$$

Hosil bo'lgan tenglamadan foydalanib berilgan qiymatlar asosida quyosh oshxonasidagi suyuqlik temperaturasi vaqt bo'yicha o'zgarishini aniqlash mumkin. Bu esa o'z navbatida quyosh oshxonasining qaralayotgan muhit uchun geometrik o'lchamlarini tanlashning imkonini beradi.

Quyosh qozoni uchun nazariy hisoblashlar o'tkazishda foydalanilgan issiqlik – fizikaviy parametrlar: $k = 2.96 \text{ W}/(\text{m}^2\text{ }^\circ\text{C})$; $F = 0.112 \text{ m}^2$; $C = 4200 \text{ J}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$; $m = 5 \text{ kg}$; $\Delta t = 20 \text{ s}$

Yuqorida keltirilgan parametrlar asosida hisoblashning quyidagicha algoritmi tuzildi[11,12].

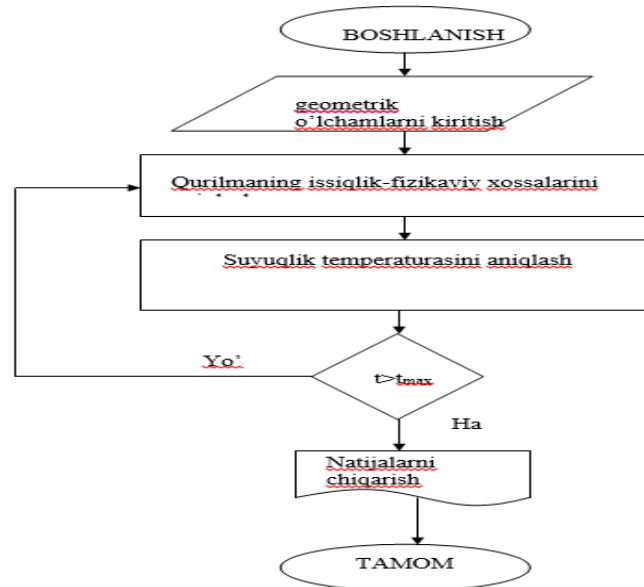


Fig.2. Quyosh qozonidagi issiqlik jarayonlarining hisoblash algoritmi.

Olingan natijalar va ularning tahlili

Yuqorida keltirilgan shartlar va (2), (4) tenglamalar hamda **Fig.2** da keltirilgan algoritmlar asosida bajarilgan hisoblashlar natijalari grafik ko'rinishda quyidagi chizmalarda keltirilgan[11,12].

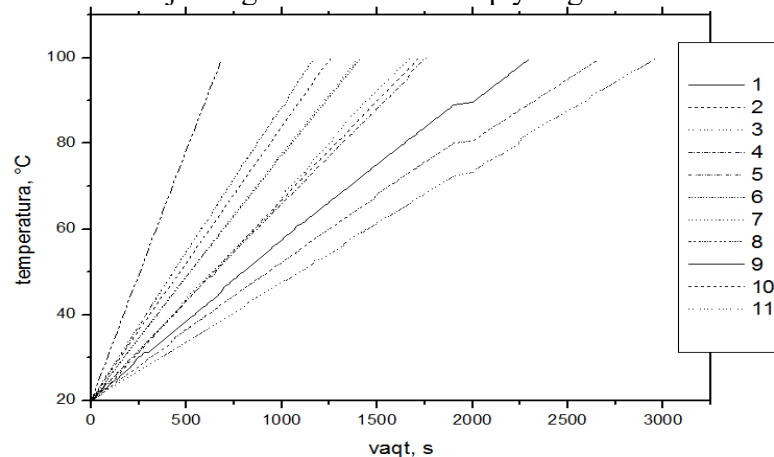


Fig.3. Barcha variantlar bo'yicha hisoblash natijalari

Xulosa.

Quyosh qozonining issiqlik rejimi uchun matematik model ishlab chiqildi. Matematik modelni hisoblash algoritmi tuzildi. Hisoblashlar natijasida quyosh qozoni geometrik o'lchamlarining eng samarali qiymati aniqlandi. Unga ko'ra O'zbekiston geografik kengligida quyosh qozonining nur tushish yuzasi 2.5 m^2 ga teng bo'lishi kerak.

Adabiyotlar

1. Karimov I.A. Barkamol avlod orzusi. –T. “O'zbekiston milliy entsiklopediyasi” davlat ilmiy nashriyoti, 2000, 245b.

2. Wenhau X, Lanying Z. Solar energy application technologies.-Lanzhou (China), 2007, 224p.
3. Возобновляемые источники энергии. / В кн. Первое национальное сообщение Республики Узбекистан по Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Фаза2. Главное управление по гидрометеорологии при КМ Республики Узбекистан. –Ташкент, 2001, -С.34-36.
4. Авезов Р.Р., Орлов А.Ю. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. - Ташкент.: Фан, 1988. -288с.
5. Duffie J., Beckman W. Solar engineering of thermal processes. New York. Wiley, 1991. -919p.
6. Holman J.P. Heat Transfer. New York. McGraw-Hill, 1997. 697p.
7. Патанкар С. Численные методы решения задач теплообмена и динамика жидкости: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 152с.
8. Андерсон Д., Таннехил Дж., Плетчер.Р. Вычислительная гидромеханика и теплообмен. В 2-х т. – М.: Мир, 1990. -728с.
9. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2-х т. –М.: Мир, 1991. -504с.
10. Versteeg H.K., Malalasekera W. An introduction to computational fluid dynamics. The finite volume method. England. Longman Group Ltd, 1995. -257p.
11. Solodov A., Ochkov V. Differential Models. An Introduction with Mathcad: Germany. Springer Berlin Heidelberg, 2005. -230p.
12. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. MathCAD 7 в математике, физике и в Internet. – М.: Нолидж, 1999. -352с.

FAZAVIY O‘TUVCHI MATERIALLARDAN FOYDALANIB QUYOSHENERGIYASINI AKKUMULYATSIYA QILISH IMKONIYATLARI

Maxmudova Marjona Maxsud qizi

Buxoro davlat universiteti

“Fizika” kafedrası doktoranti

m.m.maxmudova @buxdu.uz

Annotatsiya: Mazkur maqolada quyosh energiyasini issiqlik shaklida saqlashda fazaviy o‘tuvchi materiallardan (FO‘M) foydalanish imkoniyatlari yoritilgan. FO‘Mlar faza o‘zgarishi jarayonida katta miqdordagi issiqlikni so‘rib olishi va zarur holatlarda uni samarali qaytarib bera olishi tufayli, ularni passiv isitish tizimlarida issiqlik akkumulyatori sifatida qo‘llash istiqbollari tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida turli turdagi FO‘Mlarning termofizik xossalari, energiya samaradorligiga ta’siri va qo‘llanilish sohalari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: fazaviy o‘tuvchi material, issiqlik akkumulyatsiyasi, passiv quyosh isitish tizimi, energiya samaradorligi, quyosh energiyasi.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish, xususan quyosh energiyasini to‘plash va undan samarali foydalanish, global energetik strategiyaning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Quyosh energiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri issiqlik shaklida saqlash uchun samarali usullardan biri bu – fazaviy o‘tuvchi materiallar (FO‘M) dan foydalanishdir. Bu materiallar o‘zining latent issiqligi orqali faza o‘zgarishida katta miqdorda energiyani akkumulyatsiya qiladi va uni vaqt o‘tishi bilan asta-sekin ajratadi.

Fazaviy o‘tuvchi materiallar quyosh issiqligini saqlovchi muhit sifatida issiqlik akkumulyatorlarida, passiv isitish tizimlarida va quyosh hovuzlarida keng qo‘llanilishi mumkin. FO‘Mlarning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

➤ harorat farqlarida saqlash imkoniyati

Katta hajmdagi issiqlikni kichik

➤ yo‘qotmasdan saqlab turish

Issiqlikni uzoq vaqt davomida

➤ binolarning energiya balansini yaxshilash

Termal massani oshirish orqali

Eng ko'p qo'llaniladigan FO'Mlar			
Material turi	Erish harorati (°C)	Latent issiqlik (kJ/kg)	Xususiyatlari
Parafinlar	45–65	140–210	Arzon, kimyoviy barqaror
Tuzli gidratlar	30–90	180–250	Yuqori issiqlik o'tkazuvchanligi
Organik aralashmalar	25–70	150–230	Ekologik toza, barqaror erish harorati

Misol uchun, binoning devor konstruksiyasiga 100 kg parafin asosidagi FO'M joylashtirilsa, u kun davomida 15–20 kWh energiyani saqlab qolishi mumkin.

Xulosa qilib shuni aytishimiz mumkinki, fazaviy o'tuvchi materiallardan foydalanish passiv quyosh isitish tizimlarida issiqlikni uzoq muddat saqlashni ta'minlaydi va quyosh energiyasidan foydalanish samaradorligini oshiradi. Shu sababli FO'Mlar yordamida ishlab chiqilayotgan innovatsion issiqlik akkumulyatorlari ekologik toza, tejamkor va istiqbolli hisoblanadi. Kelgusida bu materiallarning fizik-kimyoviy barqarorligini oshirish va ularni arzonlashtirish bo'yicha tadqiqotlar olib borish dolzarbdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zalba, B., Marín, J.M., Cabeza, L.F., & Mehling, H. (2003). Review on thermal energy storage with phase change materials, heat transfer analysis and applications. *Applied Thermal Engineering*, 23(3), 251–283.
2. Farid, M.M., Khudhair, A.M., Razack, S.A.K., & Al-Hallaj, S. (2004). A review on phase change energy storage: materials and applications. *Energy Conversion and Management*, 45(9–10), 1597–1615.
3. Mehling, H., & Cabeza, L.F. (2008). *Heat and Cold Storage with PCM*. Springer-Verlag.
4. O'zbekiston Respublikasi Innovatsion Rivojlanish Vazirligi. (2023). "Quyosh energiyasidan foydalanishning istiqbollari va texnologiyalari", Ilmiy maqolalar to'plami.
5. Xolmirzayev A., & Nuriddinov J. (2021). Issiqlik energiyasini saqlovchi materiallarning taqqoslamali tahlili. *Energetika muammolari*, 4(2), 32–39.

KOMBINATSIYALASHGAN QUYOSH QURITGICHLARINI ISHLAB CHIQISH BO'YICHA ILMIY-TADQIQOTLARNING ILMIY-TEXNIKAVIY TAHLILI

A.B. Nusratov, U.X. Ibragimov, J.R., Qodirov

Buxoro davlat universiteti. Qarshi davlat texnika universiteti.

qodirov.jobir@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu ilmiy ishda kombinatsiyalashgan quyosh quritgichlarini ishlab chiqish bo'yicha olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlarining zamonaviy holati, ularning texnologik imkoniyatlari va texnik xususiyatlari o'rganilgan. Quyosh energiyasidan samarali foydalanish, quritish jarayonida issiqlik va namlikni boshqarish, shuningdek, tabiiy va majburiy ventilyatsiya tizimlarini birlashtirish orqali energiya tejamkor quritgichlar yaratish masalalari ko'rib chiqilgan. Tahlil davomida mavjud quritgich turlari – passiv, aktiv va kombinatsiyalashgan tizimlarning afzallik va kamchiliklari solishtirilib, ularning agroteknika sohalarida qo'llanilishi baholangan. Shu bilan birga, kombinatsiyalashgan quritgichlarda qo'llaniladigan innovatsion materiallar, issiqlik almashinuv mexanizmlari hamda energiya tejovchi usullar yuzasidan texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar tahlil qilingan. Natijada, mazkur yo'nalishda olib borilayotgan ilmiy izlanishlar istiqbollari va ularni amaliyotga joriy etish imkoniyatlari aniqlab berilgan.

Kalit so'zlar: quyosh fotoelektrik modul, sovutish, kollektor, passiv, aktiv, radiator, samaradorlik, quvvat.

Kombinatsiyalashgan QQQlari bir nechta energiya manbalari asosida quyosh energiyasi mavjud bo'lmaganda ham ishlaydi [1]. Bu quritish davrini sezilarli qisqartiradi va mahsulot sifati buzilishini oldi olinadi. Gudiño-Ayala va Calderón-Topetelar [2] kombinatsiyalashgan va oddiy QQQlaridan foydalanib ananasni quritishni tadqiqot qilishgan. Natijalarga ko'ra, an'anaviy QQQ, kombinatsiyalashgan QQQga nisbatan 31,2% ko'p vaqt talab etgan. Wang va boshqalarning [3] tadqiqot ishida qo'shimcha qizdirgich moslamali uzluksiz ishlaydigan majburiy sirkulyatsiyali QQQda mangoni quritish tadqiqot qilingan. Bulutli kunlarda harorat tebranishini olidini olish uchun qo'shimcha qizdirgich moslamasidan foydalanilgan. Quritish tezligini boshqarish uchun avtomatik boqaruv tizimidan foydalanilgan, ushbu tizim havoning massaviy sarfini rostdashda ishlatilgan. Quritgichning o'rtacha issiqlik FIK qiymati 30,9...33,8% oralig'ida o'zgargan. Quritish harorati 52°C bo'lganda namlikni hisobiy solishtirma ajralish tezligi 1,67 kg suv/kVt-soat ni tashkil etgan.

Yano va boshqalar [4] FEMdan olinayotgan elektr energiyasini maksimalga yetkazish uchun bir qiyali QQQda FEMning ikki xil joylashuvini tadqiqot qilishgan. Natijalarga ko'ra, FEMlarni shaxmatsimon joylashtirish quyosh nurlanishini bir xilda taqismlanishiga olib kelgan. Shuningdek, QQQda o'rnatilgan tuproq-havo issiqlik almashinuv qurilmasining unumdorligini tekshirishgan. Ushbu issiqlik almashinuv qurilmasi ham yozda ham qishda QQQni isitish va sovutish uchun xizmat qiladi. Butun tizimning umumiy energiya iste'moli 8,1 kVt-soat bo'lib, uning 34,5% qismi FEM hisobidan qoplangan. Yano va boshqalarning [5] keyingi tadqiqotida FEM bilan integratsiya qilingan QQQni tajribaviy tadqiqot qilishgan. Ular FEMni oriyentatsiyasini va yillik ishlab chiqargan elektr energiyasini hisoblashgan. Natijalarga ko'ra, FEMning yillik ishlab chiqargan elektr energiyasi quyidagicha: FEM sharq tomonda joylashganda 110 kVt-soat/m²·yil, g'arb tomondan joylashganda 39 kVt-soat/m²·yil, janub tomonda joylashganda 102 kVt-soat/m²·yil va shimol tomonda joylashganda 36 kVt-soat/m²·yil ni tashkil etgan. Nayak va Tiwarilar [6] FEM va issiqlik almashinuv qurilmasining kombinatsiyalashuvini QQQdagi issiqlik energiyasini ortishiga ta'sirini tadqiqot qilishgan. Natijalarga ko'ra, butun quritish jarayonida QQQ ichidagi harorat, tashqi havo haroratidan 7-8°C ga yuqori bo'lgan. FEM va issiqlik almashinuv qurilmasi kombinatsiyalashganda olingan umumiy issiqlik energiyasi 24728,8 kVt-soatni tashkil etgan. Ushbu taklif etilgan quritgichdan qish mavsumida QHMLarini quritishda to'liq foydalanish mumkin. Ganguly va Ghoshlar [7] gulchilik uchun mo'ljallangan QQQni FEM bilan integratsiya qilishgan. FEM yordamida ishlab chiqarilgan ortiqcha energiya vodorod ishlab chiqarish uchun foydalanilgan va yoqilg'i elementiga uzatilgan. Ushbu taklif etilgan tizim qish mavsumi uchun maqbul yechim bo'lib, uning unumdorligi dekabr oyida maksimumga yetadi. Ushbu avtonom tizim an'anaviy elektr tarmog'iga bog'liq bo'lmaydi. Elwakeel va boshqalar [8] bilvosita QQQ va FEM integratsiyalashgan shkaf turidagi quritgichni ishlab chiqishgan (1-rasm).



1-rasm. Kombinatsiyalashgan bilvosita QQQning tajriba namunasi

Pomidor bo'laklarining qalinligi 4, 6 va 8 mm hamda havoning kirishdagi tezligi 1, 1,5 va 2 m/s bo'lganda bilvosita QQQning unumdorligiga ta'sir etuvchi parametrlar tadqiqot qilingan. Olingan natijalarga ko'ra, kombinatsiyalashgan qurilmaning samaradorligi 21,6% ga oshgan, shuningdek, quritish vaqti 20-25% ga qisqargan va FEMning maksimal samaradorligi 17,45% ni

tashkil etgan. Azam va boshqalar [9] tomonidan olib borilgan tadqiqot ishida kichik fermer ho'jaliklari uchun pomidorni qayta ishlash imkonini beradigan FEM va QHK integratsiyalashgan avtonom gibrid QQQ ishlab chiqishgan. Gibrid QQQda issiqlik energiyasining tahliliga ko'ra, issiqlikni foydali ortishi 6,45...26,62% oralig'ida o'zgargan va tizimning o'rtacha umumiy FIK qiymati 17,96% ga yetgan. Chouikhi va boshqalar [10] tadqiqotida havoli PV/T kollektor bilan jihozlangan majburiy konveksiyali bilvosita QQQ taklif etilgan. Tajribalar pomidorni quritish bo'yicha o'tkazilgan bo'lib, ikki kun davomida harorat va namlik, shuningdek quritilgan mahsulotning massasi o'lchab borilgan. Tizimning unumdorligini tadqiqot qilish uchun termik tahlil o'tkazilgan. Quritgichda havoning harorati va tezligini modellashtirishda CFD modellashtirishdan foydalanilgan va olingan natijalar tajriba natijalari bilan yetarlicha mos kelgan. QHK, quritgich va FEMning o'rtacha sutkalik samaradorligi mos ravishda 30,9%, 15,2% va 8,7% ni tashkil etgan. Öztürk va boshqalar [11] tadqiqot ishida absorberi takomillashtirilgan ikki yo'lli QHK va FEM integratsiyalashgan yangi QQQ taklif etilgan bo'lib, uning unumdorligi tajribaviy tadqiqot qilingan. Natijalarga ko'ra, havoning tezligi 0,012...0,016 kg/s oraliqda o'zgarganda, QQQning eksergetik FIK qiymati 27,35...82,20% oralig'ida o'zgargan. Yuqorida keltirilgan ko'p sonli ilmiy-tadqiqot ishlarining tahlilidan ko'rinib turibdiki, kombinatsiyalashgan bilvosita QQQni ishlab chiqish bo'yicha turlicha konstruksiyalar taklif etilgan. Biroq QQQni FEM bilan integratsiyalashda FEMni havoli sovitish orqali bir vaqtning o'zida FEM va QQQning samaradorligini oshirish, FEMdan olingan ortiqcha energiyani bulutli va quyosh nurlanish intensivligi past bo'lgan vaqtlarda qo'shimcha qizdirgichda foydalanish masalalari tadqiqot qilinmagan. Demak, FEM, QHK, quritish kamerasi va qo'shimcha havo qizdirgichli kombinatsiyalashgan tizimni matematik modellashtirish va sonli tadqiqot qilish, tajriba qurilmasini ishlab chiqish va tajribaviy tadqiqot qilish hamda tizimning umumiy energetik samaradorliklarini baholash bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarini amalga oshirish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kouchakzadeh A. The hybrid drying of pistachios by solar energy and high electric field. *Agric. Eng. Int. CIGR J.*, 2016, vol. 18, no. 1. – p. 129-137.
2. Gudiño-Ayala D., Calderón-Topete Á. Pineapple drying using a new solar hybrid dryer. *Energy Procedia*, 2014, vol. 57. – p. 1642-1650.
3. Wang W., Li M., Hassanien R.H.E., Wang Y., Yang L. Thermal performance of indirect forced convection solar dryer and kinetics analysis of mango. *Appl. Therm. Eng.*, 2018, vol. 134. – p. 310-321.
4. Yano A., Kadowaki M., Furue A., Tamaki N., Tanaka T., Hiraki E., Kato Y., Ishizu F., Noda S. Shading and electrical features of a photovoltaic array mounted inside the roof of an east-west oriented greenhouse. *Biosyst. Eng.* 106 (4), 2010. – p. 367-377.
5. Yano A., Onoe M., Nakata J. Prototype semi-transparent photovoltaic modules for greenhouse roof applications. *Biosyst. Eng.* 122, 2014. – p. 62-73.
6. Nayak Sujata, Tiwari G.N. Theoretical performance assessment of an integrated photovoltaic and earth air heat exchanger greenhouse using energy and exergy analysis methods. *Energy Build.* 41 (8), 2009. – p. 888-896.
7. Ganguly A., Ghosh S. Performance analysis of a floriculture greenhouse powered by integrated solar photovoltaic fuel cell system. *J. Sol. Energy Eng. Trans. ASME* 133, 2011. – p. 1-7.
8. Elwakeel A.E., Gameh M.A., Oraith A.A.T., Eissa A.S., Elsayed S., Elmessery W.M., Mostafa M.B., Alhag S.K., Al-Shuraym L.A., Moustapha M.E., et al. Development and Techno-Economic Analysis of a Tracked Indirect Forced Solar Dryer Integrated Photovoltaic System for Drying Tomatoes. *Sustainability* 2024, 16, 7008. <https://doi.org/10.3390/su16167008>.
9. Azam M.M., Eltawil M.A., Amer B.M.A. Thermal analysis of PV system and solar collector integrated with greenhouse dryer for drying tomatoes. *Energy*, 212, 2020, 118764. doi.org/10.1016/j.energy.2020.118764.

10. Chouikhi H., Amer B.M.A. Performance Evaluation of an Indirect-Mode Forced Convection Solar Dryer Equipped with a PV/T Air Collector for Drying Tomato Slices. Sustainability 2023, 15, 5070. <https://doi.org/10.3390/su15065070>.

11. Öztürk M., Yüksel C., Çiftçi E. Investigation of a Photovoltaic–Thermal Solar Dryer System with Double-Pass Solar Air Collectors and Absorber Surfaces Enhanced with Graphene Nanoparticles. Arab J Sci Eng 49, 2024. – p. 11425-11443.

OLIIY TA'LIM TIZIMIDA "MUQOBIL ENERGIYA MANBALARI TA'MINOTI" FANINI OQITISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Qodirova Xamidaxon Nurmuxamadovna

p.f.f.d.PhD "UzTest" DM mutaxassis

Annotatsiya. Ushbu maqolada oliy ta'lim tizimida "Muqobil energiya manbalari ta'minoti" fanini oqitish samaradorligini oshirishdagi muhim jihatlarga e'tibor qaratilgan. Muallif o'quv jarayoniga ta'lim, fan va ishlab chiqarishning o'zaro mustahkam integratsiyasini ta'minlash borasida ham tashkiliy hamda ilmiy-metodik jihatdan kompleks tahlil qilish zaruratini oshirishni ta'kidlaydi.

Kalit so'zlar. Muqobil energiya, muqobil energiya manbalari, energiya tejamkorlik, ta'lim, fan.

Аннотация. В статье рассматриваются важные аспекты повышения эффективности преподавания дисциплины «Альтернативные источники энергии» в системе высшего образования. Автор подчеркивает необходимость комплексного анализа как организационного, так и научно-методического характера для обеспечения прочной интеграции образования, науки и производства в образовательном процессе.

Ключевые слова. Альтернативная энергетика, альтернативные источники энергии, энергоэффективность, образование, наука.

Abstract. The article examines important aspects of increasing the effectiveness of teaching the discipline "Alternative Energy Sources" in the system of higher education. The author emphasizes the need for a comprehensive analysis of both organizational and scientific-methodical nature to ensure a strong integration of education, science and production in the educational process.

Keywords. Alternative energy, alternative energy sources, energy efficiency, education, science.

Kirish

"Muqobil energiya manbalari ta'minoti" fanini o'qitishda zamonaviy ta'lim tushunchasi o'qituvchilardan nafaqat nazariy bilimlarni yetkazishni, balki talabalarda amaliy ko'nikmalarni, tanqidiy fikrlashni va olingan bilimlarni real hayotiy vaziyatlarda qo'llash qobiliyatini shakllantirishni talab qiladi. Bugungi kunda oliy ta'lim muassasalarida bu fanni o'qitishda yechimini topmagan ayrim masalalar ta'lim sifati va ilmiy tadqiqot samaradorligini oshirishga qaratilgan chora-tadbirlarni amalga oshirish zaruratini ko'rsatmoqda. "Muqobil energiya manbalari ta'minoti" fanini o'qitish samaradorligini oshirishdagi muhim jihatlarga e'tibor qaratilish, shu bilan birga o'quv jarayoniga ta'lim, fan va ishlab chiqarishning o'zaro mustahkam integratsiyasini ta'minlash borasida ham tashkiliy hamda ilmiy-metodik jihatdan kompleks tahlil qilish zaruratini oshirish lozim.

Asosiy qism

Oliy ta'lim muassasalarida "Muqobil energiya manbalari ta'minoti" fanini o'qitishning samaradorligini oshirishda quyidagi muhim jihatlarga e'tibor qaratilishi lozim:

– talabalarining fanga bo'lgan qiziqishlarini kuchaytirishga e'tibor qaratish, fan ta'lim dasturlarini talabalarda mustaqil, kreativ fikrlashni shakllantirishga va rivojlantirishga ko'proq yo'naltirish, ta'lim jarayonini tashkil etishda umumiy o'rta va oliy ta'lim dasturlarining uzviyligini ta'minlash, xorijlik yetakchi mutaxassis, olim va o'qituvchilarni dars jarayoniga jalb etish darajasini oshirish;

– fanlar bo'yicha zamonaviy darsliklarni yaratish, o'quv adabiyotlarining mazmuni fan va texnika taraqqiyotining bugungi darajasini yetarli qamrab olinganligini ta'minlash, laboratoriya

ishlarini bajarish bo'yicha qo'llanmalar, multimedia dasturlarini yaratishga e'tibor qaratish, fanlarni o'qitishda va tadqiqot o'tkazishda oliy ta'lim muassasalarida moddiy-texnik bazasini muntazam yangilab borish

– oliy ta'lim muassasalarida umumkasbiy va fizika fanlarini o'qitishning integrativ prinsiplarini joriy etish, ta'lim yo'nalishini ta'lim bozorida talab yuqori bo'lgan mutaxassisliklar qatoriga kirgizish yuzasidan tizimli ishlarni amalga oshirish, ilmiy tadqiqotlarning ishlab chiqarish bilan uzviy bog'liqligini ta'minlash hamda iqtisodiyot tarmoqlaridagi muammolar yechimiga qaratilgan ilmiy ishlar salmog'ini kengaytirish hamda ilmiy tadqiqotlarning va innovatsiya ishlarining natijadorligi va amaliy ahamiyatini oshirish.

Xulosa

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, ilm-fan va ta'limni rivojlantirishga oid dolzarb muammolarni aniqlash, ularni keng jamoatchilik ishtirokida muhokamalar tahlili shuni ko'rsatadiki, bu sohadagi asosiy muammo sifatida nazariyaning amaliyot bilan to'liq bog'lanmaganligi hisoblanadi. Oliy ta'lim muassasalarida "Muqobil energiya manbalari ta'minoti" fanini o'qitishda, o'quv dasturlari va darsliklarni takomillashtirish, zamonaviy pedagogik texnologiyalarni joriy qilish borasida pedagogik tadqiqotlar olib borishni takomillashtirish zaruratini ko'rsatadi.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ SWAT МОДЕЛИРОВАНИЯ: ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОЦЕНКИ ЭРОЗИИ ГРУНТА ПРИ РАСЧЁТЕ НАНОСОВ БАССЕЙНЕ РЕКИ ЗАРАФШАН

Иноятова Комола Лавзаровна

*PhD студент института водных проблем,
гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана,
тел.: +992939991155, E-mail: kamola.ikl@gmail.com*

Гулахмадов Аминжон Абдулжаббарович

*д.т.н директор института водных проблем,
гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана,
тел.: +992885471616, E-mail: agulakhmadov@gmail.com*

Annotatsiya. Maqolada gidrotexnik inshootlarni (GTI) uzluksiz ishlashi uchun loyihalash va/yoki ekspluatatsiya qilish uchun SWAT modellashtirish metodologiyasining o'rni keltirilgan. GIS texnologiyalaridan tuproq eroziyasini baholashda SWAT modellashtirish bilan birgalikda foydalanish, cho'kindilarning matematik hisob-kitoblari va ularning gidrotexnik inshootlar majmuasining ishlashiga ta'sirini oldindan baholashga yaratilnadigon imkoniyatlari haqida.

Kalit so'zlar: SWAT modellashtirish, GIS texnologiyalari, Zarafshon daryosi havzasi, tuproq eroziyasi, tuproq, erdan foydalanish, gidrogeologiya, prognozlash, modellashtirish.

Аннотация. В статье приводится методология SWAT моделирования при проектировании и/или эксплуатации гидротехнических сооружений (ГТС) для бесперебойного их функционирования. Использование ГИС технологий в совокупности с SWAT моделированием при прогнозировании и оценки эрозии грунта, что дает возможность выполнить математические расчеты наносов и их влияния на функционирования комплекса гидротехнических сооружений.

Ключевые слова: SWAT моделирование, ГИС технологии, бассейн реки Зарафшан, эрозия грунта, почва, землепользование, гидрогеология, прогнозирование, моделирование.

Abstract. The article presents the SWAT modeling methodology for designing and/or operating hydraulic structures (HS) for their uninterrupted functioning. The use of GIS technologies in conjunction with SWAT modeling in predicting and assessing soil erosion, which makes it possible to perform mathematical calculations of sediments and their impact on the functioning of the hydraulic structures complex.

Keywords: SWAT modeling, GIS technologies, Zarafshan River basin, soil erosion, soil, land use, hydrogeology, forecasting, modeling.

SWAT (Soil and Water Assessment Tool) моделирование – имитационная почвенно-гидрологическая оценочная масштабируемая модель бассейна (группы суббассейнов) реки. Она была разработана для определения и оценки влияния хозяйственной деятельности человека на большие и сложные бассейновые структуры, на состояние водных ресурсов. Оценка влияния землепользования на почвенно-растительный покров на гидрологический режим речных бассейнов является одной из проблем глобального изменения климата. Применение имитационных моделей SWAT и землепользования для оценки воздействия в полусухих регионах повышает точность, снижает затраты и позволяет моделировать широкий спектр методов сохранения в масштабе водораздела. Цель данного анализа являлась в представлении карты цифровой модели рельефа, землепользования, почвы и уклонов для гидрологического моделирования бассейна реки Зарафшан.

Зарафшан – река, которая протекает в таких странах как Таджикистан и Узбекистан в древние времена был притоком р. Амударья, но теперь река не достигает её и делится на ветви в оазисе Каракуль. Река Зарафшан берет начало в Таджикистане от ледника Зарафшан, у слияния горы Коксу на пересечении хребтов Туркестан и Зарафшан, на высоте около 2800 м. Длина реки составляет более 870 км. Общая площадь бассейна 41 860 км², из которых 17 710 км² составляют горную часть, образующую сток.

Интеграция элементарных гидрологических единиц в более крупные системы - суббассейны, в модели SWAT осуществляется довольно механистически, путем определения доминирующего по площади HRUs и присвоения его значения- индекса и характеристик всему суббассейну.

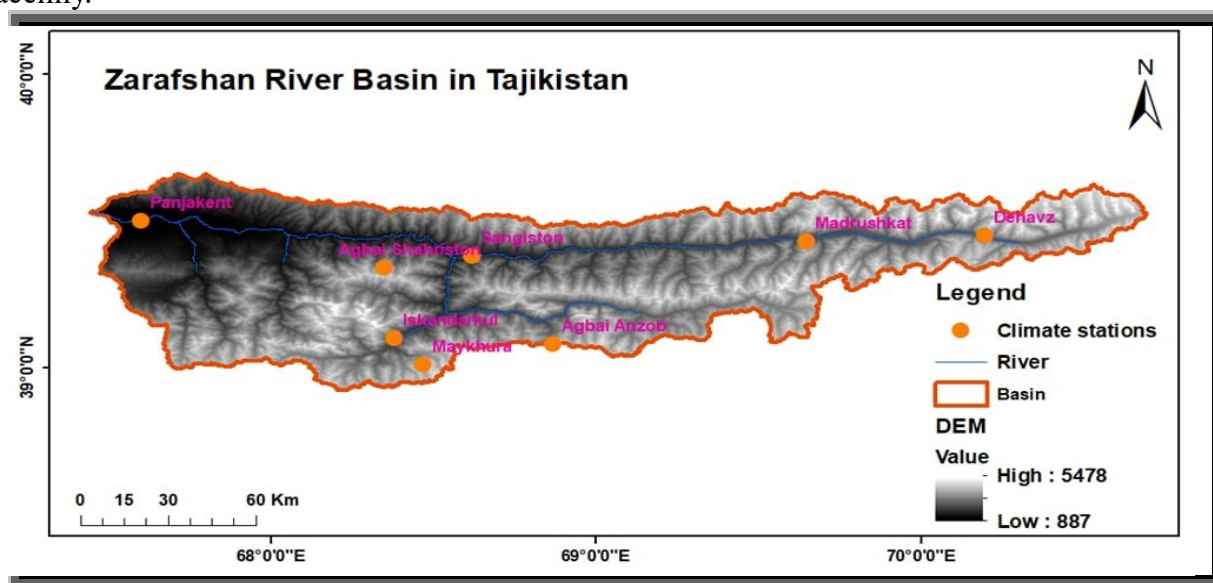


Рис. 1. Структура бассейна реки Зарафшан по цифровой модели рельефа (DEM)

ГИС-технологий ориентированы на постоянную работу в длительном режиме моделирования и симуляции ситуаций на длительные прогнозные сроки. SWAT модель может использоваться для решения целого ряда задач: прогнозирования последствий антропогенного воздействия сельскохозяйственного производства на гидрологический и почвенный компоненты ландшафта, на донные отложения, на миграцию пестицидов и продуктов их распада, на урожайность сельскохозяйственных культур, геохимический фон исследуемого региона.

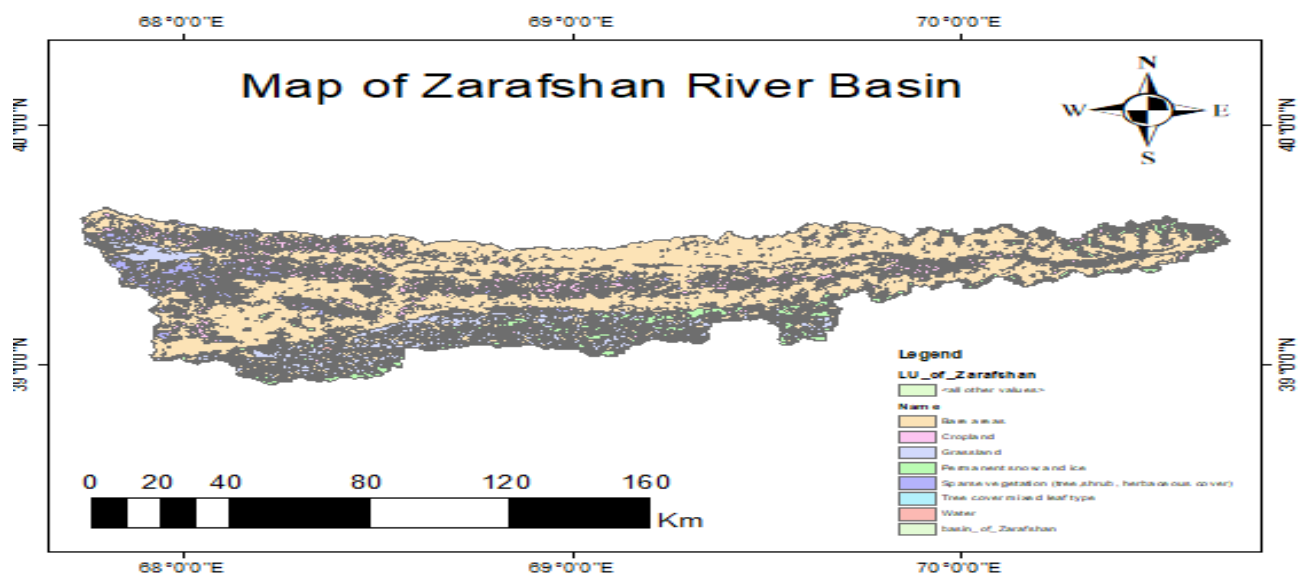


Рис. 2. Карта землепользования бассейна реки Зарафшан по SWAT модели

Бассейн реки Зарафшан обладает многим культурно-историческим наследием, выгодным географическим положением, разнообразными природными ландшафтами, рекреационными зонами, растительностью и редкими животными. Богатство его форм, обусловленное разнообразием климатических зон. Цель исследования заключается в моделировании и оценке водной эрозии почвенного покрова в масштабе землепользования с использованием SWAT моделирования на основе наземных данных и данных ДЗЗ. При полном получении точных данных можно получить возможность долгосрочного прогнозирования появления наносов их количественной оценки для применения в технико – экономических расчетах при проектировании или эксплуатации комплекса гидротехнических сооружений для их бесперебойного функционирования.

Использованная литература

1. Gassman P. W. The Soil and Water Assessment Tool: Historical Development, Application, and Future Research Direction. SWAT./ Gassman P. W., Reyes M. R., Green C. H., Arnold J. G. – American Society of Agricultural and Biological Engineers Vol. 50(4) ? 2007. – 1211-1250 pp.
2. Абдураимов М.Ф. Проблемы Зарафшанского гидрографического бассейна // ННО «Защита бассейна реки Зарафшан». Ташкент. 2017.
3. Р. Кулматов, К. Опп, М. Гролл и Д. Кулматова, "Оценка качества воды трансграничная река Зарафшан на территории Узбекистана», Водный журнал, Ресурс и охрана, Том 5 No 1, 2013, с. 17-26. DOI:10.4236/jwarp.2013.51003
4. Normatov I., Kurbonov N., Narzulloev N. Ecological and risk assessment aspect of the Zeravshan Transboundary river basin water resources management // Materials of International Conference «Mountain hazards 2013». - Bishkek, 16-18 September 2013. - PP. 46-47.

QUYOSH QURITGICH QURILMALARINING KONSTRUKSIYALARI TAHLILI

J.R., Qodirov, U.X. Ibragimov, A.B. Nusratov

Buxoro davlat universiteti, Qarshi davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada qishloq xo'jalik mahsulotlarini quyosh quritgichlari yordamida quritishning dolzarbligi, quyosh quritgichini ishlash prinsipi, shkafli va issiqxona turidagi quyosh quritgichlari bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarining tahlili, gibrid quyosh quritgichlari va konstruksiyalari bo'yicha chet el olimlari tomonidan olib borilgan ilmiy izlanishlarning tahlillari keltirilgan.

Kalit so'zlar: quyosh quritgichi, quyosh havo kollektori, havo, harorat, quyosh radiatsiyasi, issiqlik miqdori, issiqlik uzatish.

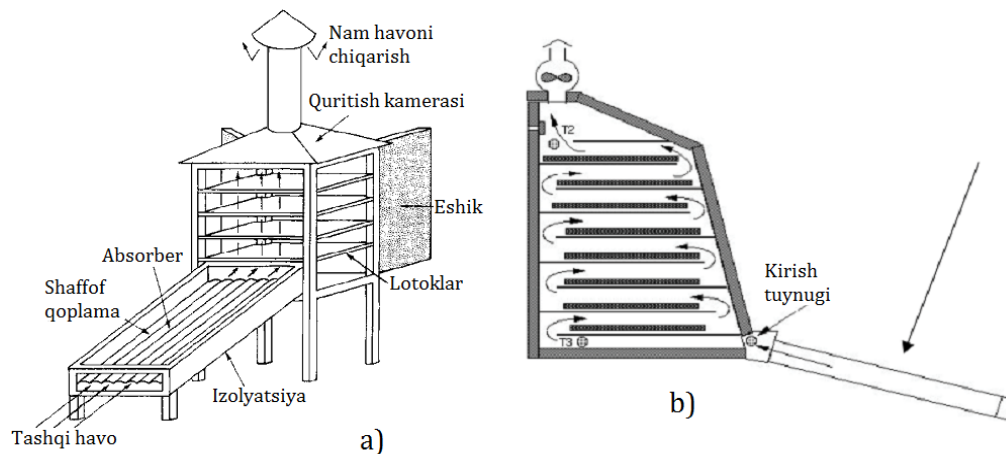
Kirish. Qishloq xo'jalik mahsulotlarini uzoq muddat saqlash uchun quritishning an'anaviy tizimi-bu quyoshda quritish bo'lib, bepul va qayta tiklanadigan energiya manbai hisoblanadi. Biroq yirik masshtabli ishlab chiqarishlar uchun quyoshda quritishning bir nechta cheklovlari mavjud, ya'ni hosil hayvonot dunyosi tomonidan zararlanishi, quyosh radiatsiyasini bevosita ta'siri natijasida mahsulot sifatini buzilishi, shudring va yomg'irda zararlanishi, chang bilan ifloslanishi va hokazo. Bundan tashqari, ushbu tizim uchun mehnat sig'imi yuqori va ko'p vaqtni talab etadi, shuningdek, tungi vaqtda va yomg'irli kunlarda mahsulot ustini himoyalashga zaruriyat tug'iladi. Quritish jarayonini notekisligi hisobiga mikroorganizmlarni rivojlanish ehtimoli yuqori. Quyoshda quritish tizimini takomillashishi natijasida ichki harorati juda yuqori bo'lgan yopiq tizimli quritish tizimlari ishlab chiqildi [1]. So'nggi yillarda quritishda quyosh energiyasidan foydalanish va quyosh energiyasidan maksimal foydalanish uchun ko'plab ilmiy-tadqiqot ishlari olib borildi. Qishloq xo'jalik mahsulotlarini quyoshda quritish mamlakatimizda va dunyoning ko'plab mintaqalarida keng tarqalgan bo'lib, ayniqsa yilning ko'p qismida quyosh radiatsiyasi intensivligi yuqori bo'lgan hududlarda keng qo'llanilmoqda. Buning asosiy sababi quyoshda quritish tizimi kunduzi energiya talab etmaydi, agar kechqurun yoki bulutli ob-havoda quritish zarur bo'lsa, u holda qo'shimcha energiyadan foydalaniladi.

Material va usullar. Quyosh quritgichlarining asosiy vazifasi-bu talab etilgan namlikda tashqi muhit issiqligidan yuqori issiqlik bilan ta'minlash. Quyosh quritgichi mahsulot ichida mavjud namlik bug'larining bosimini oshiradi va quritish havosining nisbiy namligini kamaytiradi, natijada, havoning namlik miqdori ortadi. Havo quritgichdan tabiiy konveksiya hisobiga yoki ventilyator yordamida so'rib olinadi. Havo kollektordan o'tayotgan vaqtda isiydi va materialga issiqligini berishi hisobiga qisman soviydi [2]. Quritilayotgan mahsulot ham havo ham quyosh energiyasi hisobiga qizdiriladi. Issiq havo sovuq havoga nisbatan ko'p miqdordagi namlikni olib ketadi, shuning uchun chiqarib yuborilayotgan namlik miqdori havoning haroratiga va kirishdagi nisbiy namligiga bog'liq bo'ladi. Havoning namlikni yutish qobiliyatiga havoning boshlang'ich namligi va harorati sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Hozirgi kunda eng ko'p tarqalgan quyosh quritgichlariga shkafli va issiqxona turidagi quritgichlarni kiritish mumkin.

Shkaf-bu katta yog'och yoki metal quti bo'lib, mahsulotlar quti ichidagi lotok yoki polkalarda joylashtiriladi. Agar shkaf shaffof bo'lsa, quritgich integral yoki quyosh quritgichi deb ataladi. Agar shkaf shaffof bo'lmasa, quritgich taqsimlangan yoki bilvosita harakatli quyosh quritgichi deb ataladi. Aralash turdagi quritgichlar bevosita (integral) va bilvosita (taqsimlangan) quyosh quritgichlarini o'ziga birlashtiradi. Quritilayotgan mahsulotga bevosita tushayotgan quyosh nurlanish energiyasi va issiq havo, quritish jarayoni uchun zarur bo'lgan issiqlikni ta'minlaydi [3]. Ko'pgina hollarda havo quyosh kollektori orqali o'tganda isiydi va uzatish quvuri orqali quritgich ichida joylashgan lotok ustidagi mahsulotga uzatiladi. Hosil bo'lgan nam havo, shkafning yuqori qismida joylashgan shamollatish tuynugi yoki havo so'rgich orqali chiqarib yuboriladi [4]. Issiqlik yo'qotilishini kamaytirish va xizmat ko'rsatish muddatini uzaytirish uchun shkafni yaxshi izolyatsiya qilish zarur. Shkaf konstruksiyasini metal listdan tayyorlash va suvga chidamli qoplamadan foydalanish tavsiya etiladi. Issiq havo lotokdagi mahsulot to'liq quritilgunga qadar uzatiladi. Issiq havo dastlab pastdagi lotok orqali uzatilganligi sababli, ushbu lotok birinchi quriydi, yuqoridagi lotok eng oxiri quriydi.

Ushbu tizimning afzalliklari: konstruksiyasi sodda, ishchi kuchi harajati kam, mahsulotni yuklash va bo'shatish oson, mahsulot bevosita quyosh nurlari ta'sirida bo'lmaganligi sababli, mahsulotning sifati va ranggi chiroyli saqlanadi, issiqlikni akkumulyatsiyalash tizimini qo'llash mumkin. Kamchiliklari: pastki lotokda joylashgan mahsulotni keragidan ortiq qurishi, yoqilg'i sarfi nuqtai nazaridan samaradorligini pastligi va hokazo (1, a-rasm).

Aktiv quyosh quritgichlari majburiy konveksiyali yoki gibrid quyosh quritgichlari deb ataladi. Ushbu quritgichlarda quritishning butun jarayoni davomida havoning optimal oqimini ta'minlash mumkin, shuningdek, iqlim sharoitiga bog'liq bo'lmagan holda harorat va namlikni keng diapazonda nazorat qilish mumkin. Bundan tashqari, hajmiy balandlik kam chegaralangan bo'lib, havo oqimining tezligini ham nazorat qilish mumkin. Demak, tabiiy konveksiyali quritgichga qaraganda unumdorlik va quritgich ishonchliligi ham sezilarli ortadi. Ko'p sonli tadqiqotlardan ma'lumki, yaxshi loyihalangan majburiy konveksiyali bilvosita quyosh quritgichlari tabiiy konveksiyali turga nisbatan ancha samarali hisoblanadi [5]. Majburiy konveksiyadan foydalanish quritish vaqtini uch martagacha qisqartiradi va kollektorning zarur maydoinin 50% gacha kamaytiradi. Xuddi shunday ventilyatorli quritgichlar ham yuqori unumdor bo'lib, kollektor yuzasini taxminan 6 martagacha qisqarishini ta'minlaydi. Ventilyatorlar elektr tarmog'idan yoki fotoelektrik paneldan ta'minlanishi mumkin. Tabiiy konveksiyali quritgichlarning deyarli barcha turlari majburiy konveksiyada ham ishlaydi [6] (1, b-rasm).



1-rasm. Shkafli quyosh quritgichlari

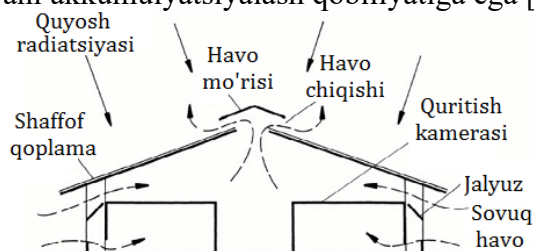
Ma'lumki, quyosh quritgichlarida havoni qizdirish uchun quyosh energiyasidan foydalaniladi, natijada quritgichlar faqatgina quyoshli kunlarda ishlaydi. Quritgichlarning samaradorligini oshirish uchun issiqxona turidagi quyosh quritgichlari taklif etilgan bo'lib, u quyosh kollektori va issiqxona tizimlarini o'ziga birlashtirgan. Ushbu quritgichning devori va qoplamasi shaffof materiallardan, shisha, olovbardosh oyna, ultrabinafsha nurlanishiga chidamli plastik yoki polikarbonat listlardan tayyorlanadi. Shaffof materiallar tayanchlarga yoki po'lat ramalarga bolt, gayka va zichlamalar yordamida mahkamlanadi. Quyosh radiatsiyasi yutilishini oshirish uchun konstruksiya ichida qoraytirilgan yuzalar hosil qilinadi. Quritish havosini bir xilda taqsimlanishiga erishish uchun haydovchi va so'ruvchi ventilyatorlar to'g'ri holatda joylashtiriladi. Issiqxona quritgichlarining yaxshi konstruksiyasida quritish jarayonining yuqori nazorati ta'minlanadi va ulardan yirik masshtabli quritishlarda keng foydalanish mumkin.

Tiwari va boshqalar [7] tabiiy konveksiyali issiqxona quritgichini ishlab chiqishgan bo'lib, u ikkita parallel qatorli quritish maydonidan tashkil topgan. Ruxlangan metal simdan tayyorlangan to'rtli yuza yog'och ustunlarda joylashtirilgan. Platforma ustidagi qo'zg'almas qiya shishali qoplama quyosh radiatsiyasini mahsulotga uzatadi. Quritgich o'qi bo'ylab shimol-janub yo'nalishida joylashgan bo'lib, quyosh radiatsiyasini maksimal yutish uchun qora qoplamali ichki devorga ega. Ruxlangan listdan tayyorlangan qopqoqcha qoplama ustida joylashtirilgan bo'lib, havo chiqishini ta'minlaydi. Plastformaning tashqi tomonidagi jalyuzlar havo kirishini nazorat qiladi. Tabiiy sirkulyatsiyali issiqxona turidagi quyosh quritgichining soddalashtirilgan tipaviy konstruksiyasi

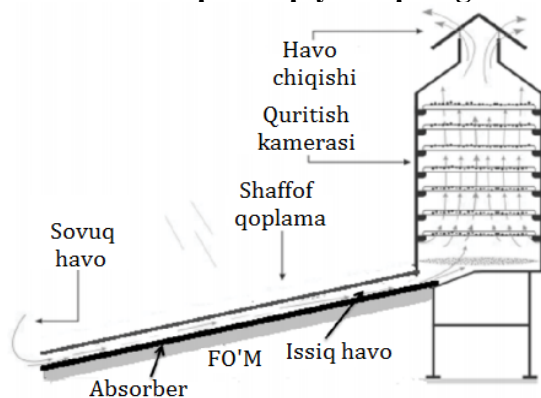
shaffof yarim silindrik quritish kamerasi va unga mahkamlangan silindrsimon havo mo'risidan tashkil topgan. Quritish kamerasi ustidagi havo mo'risining maksimal balandligi 3 m va diametri 1,64 m.

Quritgich quyosh energiyasi bevosita quritgich ichidagi mahsulotga ta'sir etishi natijasida ishlaydi. Havo mo'risining ichida joylashgan va vertikal osilgan qora absorber quyosh nurlanishini yutadi va qiziydi, natijada atrofidagi havoni qizdiradi. Ushbu issiq havo yuqoriga ko'tarilganda quritgichning ikkinchi uchidan yangi havo so'rilib kiradi. Issiqxona turidagi quritgichlarning asosiy afzalligi narxining arzonligi, qurishda oson va ekspluatatsiyada qulay. Kamchiligi-shamolning tezligi yuqori bo'lganda mahsulotni zararlanish ehtimoli mavjud (2-rasm).

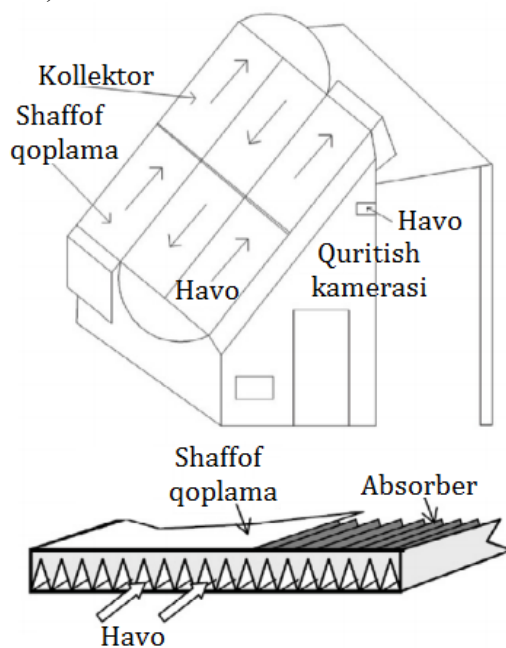
Natijalar va muhokama. Fazasini o'zgartiruvchi materialdan foydalaniladigan quyosh quritgichlari. Fazasini o'zgartiruvchi material (FO'M)-bu belgilangan haroratda yuqori erish va qotish issiqligiga (yashirin issiqlik), katta miqdordagi issiqlikni saqlash va fazasini o'zgartirgan vaqtda shu issiqlik chiqarish qobiliyatiga ega bo'lgan modda hisoblanadi. Bunday turdagi materiallar ikki turda bo'ladi: oshkora issiqlik (haroratni o'zgaradi) va yashirin issiqlik (harorat o'zgarmaydi). FO'M o'zgaras haroratda fazasini o'zgartiradi, katta miqdordagi issiqlikni saqlaydi va yana qaytadan fazasini o'zgartirib saqlangan issiqlikni chiqaradi, ushbu issiqlikdan qizdirish yoki quritishda foydalanish mumkin. Odatda qattiq-suyuq FO'Mlardan ko'p foydalaniladi. Material qattiq holatdan suyuq holatga o'tganda yoki suyuq holatdan qattiq holatga o'tganda issiqlik uzatiladi. Dastlab qattiq-suyuq FO'Mlar faqatgina issiqlikni saqlashda qo'llanilgan bo'lib, ularga issiqlikni yutilishi bilan harorat ortishi kuzatilgan. Hozirgi kunda ishlatiladigan FO'Mlar o'zgaras haroratda issiqlikni yutadi va ajratadi. Ular hajm birligida suvga nisbatan 5-14 martgacha ko'p miqdorda energiyani akkumulyatsiyalash qobiliyatiga ega [11] (3-rasm).



2-rasm. Issiqxona quyosh quritgichi

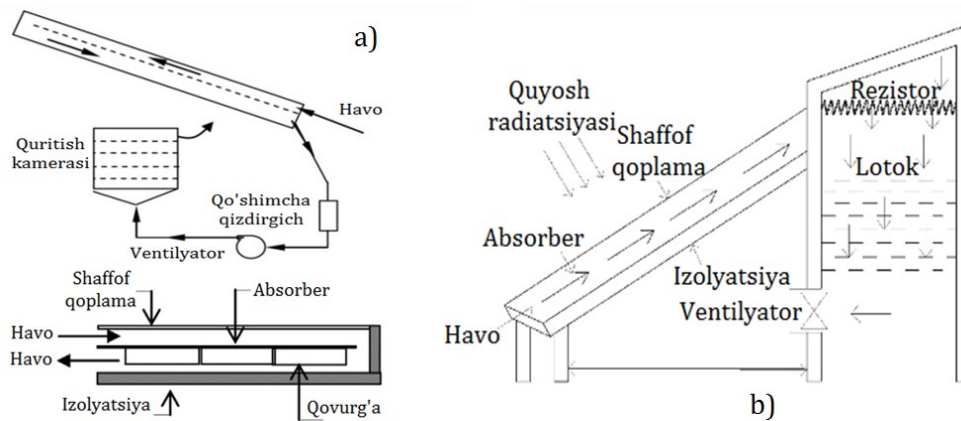


3-rasm. FO'Mli quyosh quritgichi



4-rasm. Quyosh havo kollektorli quyosh quritish tizimi

Quyosh havo kollektorli quyosh quritgichlari. Prasad va Singhlari [8] o'rtacha quyosh radiatsiyasi 700 Wt/m^2 , kollektorning yuzasi 15 m^2 va havo oqimining tezligi $15,1 \text{ m}^3/\text{min}$ bo'lganda havoning chiqishdagi o'rtacha harorati 50°C ga yetishini aniqlashgan. Choy va qalampir quyosh quritgichida quritilganda tizimning samaradorligini tajribaviy tadqiqot qilishgan. Issiq havo kollektorning chiqish tuynugidan quritish kamerasiga kiritiladi. Uzluksiz ishlashni ta'minlash va haroratni samarali nazorat qilish uchun quvvati 10 kVt bo'lgan qo'shimcha issiqlik manbaidan foydalanilgan (4-rasm). Yangi choy barglarining boshlang'ich namligi 87% bo'lib, namlikni 54% gacha pasaytirish zarur bo'lgan. Agar quritish kamerasidagi harorat 50°C dan pasaysa yordamchi qizdirgich qo'shiladi. Havo oqimining tezligi $15,1 \text{ m}^3/\text{min}$. Choyning boshlang'ich massasi $10,03 \text{ kg}$, oxirgi massasi $2,86 \text{ kg}$ ni tashkil etgan.



5-rasm. Bilvosita quyosh quritish tizimlari

Ikki yo'li quyosh havo kollektorida havo dastlab qora absorber plastinadan o'tadi, keyin issiqlik uzatish yuzasini oshiruvchi qovurg'alar tizimidan o'tkaziladi, natijada havoning harorati sezilarli ortadi. Sopian va boshqalar [9] sig'imi 300 kg bo'lgan quritish tizimini ishlab chiqishgan. Tizimning asosiy komponentlari quyosh kollektorlari massivi, yordamchi qizdirgich, ventilyator va quritish kamerasidan iborat. Kameraning o'lchamlari quyidagicha: uzunligi 4,8 m, kengligi 1 m va balandligi 0,6 m. To'rtta kollektor ketma-ket o'rnatilgan (5, a-rasm). Kollektorning maydoni 11,52 m², havoning massaviy sarfi 0,05-0,12 kg/s, quritishning o'rtacha harorati 50 dan 65°C gacha. Tizim dengiz suv o'tlarini quritish uchun ishlatiladi. Ochiq havoda quritish sharoitida odatda 10-14 kun zarur bo'ladi. Dengiz o'tlarining boshlang'ich va oxirgi namligi 90% va 10% ni tashkil etadi. O'rtacha quyosh radiatsiyasi 544 Vt/m² va havo oqimining tezligi 0,06 kg/s bo'lganda quritish vaqti 14 soatni tashkil etgan. Massasi 40 kg bo'lgan material uchun kollektor va quritish tizimining samaradorligi mos ravishda 37% va 27% ni tashkil etgan.

Bilvosita aktiv gibrid quyosh-elektrik quyosh quritgichi. Gibrid turidagi quyosh quritgichlarida quyosh kollektoridan tashqari havoni qo'shimcha qizdiruvchi manba mavjud bo'ladi, natijada qurituvchi havoning umumiy harorati sezilarli ortadi. Ushbu quritish tizimi uzluksiz quritish va quyosh nurlanishi mavjud bo'lmaganda ham ishlaydi. Mirzaei va boshqalarning [10] tadqiqotida uzluksiz aktiv gibrid quyosh-elektrik quritgichining tahlili keltirilgan (5, b-rasm). Gibrid quyosh-elektrik quritgich quyosh kollektori, quritish kamerasi, ventilyator, rezistivli qizdirgich (quvvati 3,75 kVt) va harorat rostlagichidan tashkil topgan. Quyosh havo kollektorining maydoni 2,45 m² va 31° burchak ostida o'rnatilgan. Absorberining qalinligi 2 mm, shaffof qoplamasining qalinligi 5 mm, tashqi tomoni polistirol materiali bilan izolyatsiya qilingan. Havo shisha va absorber orasidan o'tkaziladi. Quyosh kollektori bevosita quritish kamerasiga ulangan. Quritish kamerasining o'lchami 1,65x0,60x1,0 m bo'lib, ichiga oltita lotok joylashtirilgan va har bir lotokning maydoni 0,4 m². Lotokning korpusi yog'ochdan tayyorlangan va o'rta qismi simli to'r bilan qoplangan. Quritish kamerasining eshigidan yo'qotilishni kamaytirish uchun eshigi germetik yopilgan. Quyosh quritgichida quritish jarayonida havoning haroratini rostlash uchun yordamchi qizdirgich o'rnatilgan. Havoni dastlabki qizdirish quyosh nurlanishi hisobiga amalga oshiriladi, agar harorat talab etilgan haroratdan past bo'lsa, u holda elektrik qarshilik yordamida qo'shimcha qizdiriladi, keyin tortuvchi ventilyator yordamida mahsulot atrofidan o'tkaziladi. Tortuvchi ventilyatorning diametri 20 sm bo'lib, havoning massaviy sarfini tanlash uchun klapan yordamida qo'l orqali boshqariladi. Havoni bir xilda taqsimlanishini va mahsulot namligini to'liq nazorat qilish uchun ventilyator lotkaning ostida joylashtirilgan.

Xulosa. Quyosh energiyasi potentsiali eng ko'p qo'llaniladigan sohalardan biri qishloq xo'jalik mahsulotlarini quyosh energiyasi yordamida quritishdir. Rivojlangan mamlakatlarda meva va sabzavotlarni quritish vaqtidagi yo'qotilish ishlab chiqarishning 30-40% ni tashkil qiladi. Yuqorida ko'rib chiqilgan har xil turdagi quyosh quritgichlari orasida shkaf turidagi quyosh quritgichlari quritish tezligi va sifati bo'yicha ustun ekanligini ko'rsatadi. Katta miqdordagi qishloq xo'jalik mahsulotlarini quritishda esa issiqxona turidagi quyosh quritgichlaridan foydalanish quritish tizimining samaradorligini ortishiga olib keladi. Yuqoridagi tahlillardan kelib chiqib samaradorligi

yuqori bo'lgan quyosh quritgichlarini tanlash quritilayotgan qishloq xo'jalik mahsulotlarni turiga, iqlim sharoitiga va qurilmaning konstruksiyasiga bog'liq ekanligi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. A. Tiwari. A Review on Solar Drying of Agricultural Produce. J Food Process Technol. V.7, I.9, 10006232016, 2016.
2. Y. Li, H.F. Li, Y.Y. Dai, S.F. Gao, L. Wei et al. Experimental investigation on a solar assisted heat pump in-store drying system. Appl Therma Eng 31, 2011. – p. 1718-1724.
3. M.I. Ismail, N.A. Yunus, H. Hashim, H. Integration of solar heating systems for low-temperature heat demand in food processing industry-A review. Renew. Sustain. Energy Rev. 2021, 147, 111192.
4. P. Singh Chauhan, A. Kumar, P. Tekasakul. Applications of software in solar drying systems: A review. Renew. Sustain. Energy Rev., 51, 2015. – p. 1326-1337.
5. H. Essalhi, M. Benchrif, R. Tadili, M.N. Bargach. Experimental and theoretical analysis of drying grapes under an indirect solar dryer and in open sun. Innov. Food Sci. Emerg. Technol., 49, 2018. – p. 58-64.
6. A. Kumar, K.U. Singh, M.K. Singh, A.K.S. Kushwaha, A. Kumar, S. Mahato. Retracted: Design and Fabrication of Solar Dryer System for Food Preservation of Vegetables or Fruit. J. Food Qual. 2023, 9760148.
7. S. Tiwari, G.N. Tiwari, I.M. Al-Helal. Development and recent trends in greenhouse dryer: A review. Renew. Sustain. Energy Rev., 65, 2016. – p. 1048-1064.
11. M. Sharma, D. Atheaya, A. Kumar, A. Recent advancements of PCM based indirect type solar drying systems: A state of art. Mater. Today Proc., 47, 2021. – p. 5852-5855.
8. A.K. Prasad, M.L. Singh. Design and analysis of different types of solar collector for solar air dryer: A review. In Proceedings of the 2022 1st IEEE International Conference on Industrial Electronics: Developments & Applications (ICIDEA), Bhubaneswar, India, 15–16 October 2022. – p. 169-174.
9. K. Sopian, M.A. Alghoul, E.M. Alfegi, M.Y. Sulaiman, E.A. Musa EA. Evaluation of thermal efficiency of double pass solar collector with porous-nonporous media. Renew Energy 34, 2009. – p. 640-645.
10. S. Mirzaei, M. Ameri, H. Morteza pour. Comparative energy-exergy and economic-environmental analyses of recently advanced solar photovoltaic and photovoltaic thermal hybrid dryers: A review. Dry. Technol., 41, 2022. – p. 655-706.

UZUM MAHSULOTINI TABIIY USULDA (QUYOSH ENERGIYASI ASOSIDA) QURITISH TEXNOLOGIYALARI

Mirzayev Shavkat Mustaqimovich

tex.f.d.prof, Buxoro davlat universiteti, professor

Ibragimov Salim Safarovich

Buxoro davlat universiteti, o'qituvchi

Annotatsiya: ushbu ishda uzum mahsulotini botanik xususiyatlari va uning quyosh energiyasi asosida quritish texnologiyalari tahlili olib borilgan. Quyosh quritgichlarining samaradorligini oshirish uchun quritish havosini dastlabki qizdirishda quyosh havo kollektorlari, vakuum quvurli kollektorlar va issiqlik quvurlaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir ko'rsatib o'tilgan.

Kalit so'zlar: uzum, quyosh, quritgich, kollektor, issiqlik quvuri, bevosita, bilvosita, tabiiy.

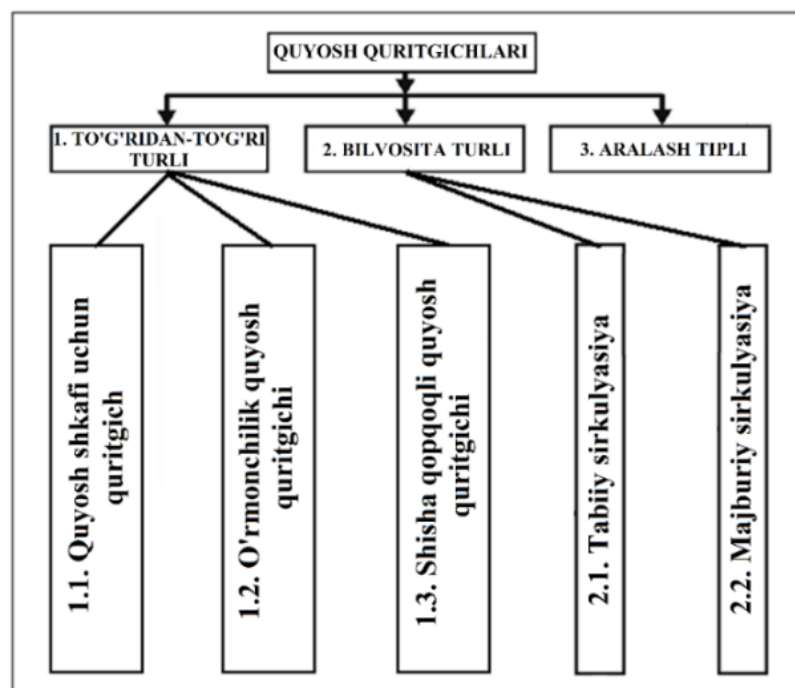
Аннотация: в данной работе анализируются ботанические свойства виноградной продукции и технологии ее сушки на основе солнечной энергии. Показано, что для повышения эффективности солнечных сушилок целесообразно использовать солнечные воздушные коллекторы, вакуумные трубчатые коллекторы и тепловые трубы для предварительного нагрева воздуха для сушки.

Ключевые слова: виноград, солнечная энергия, сушилка, коллектор, тепловая трубка, прямой, косвенный, естественный.

Abstract: this paper analyzes the botanical properties of grape products and their drying technologies based on solar energy. It is shown that in order to increase the efficiency of solar dryers, it is advisable to use solar air collectors, vacuum tube collectors and heat pipes for preheating the air for drying.

Keywords: grapes, solar energy, dryer, collector, heat pipe, direct, indirect, natural.

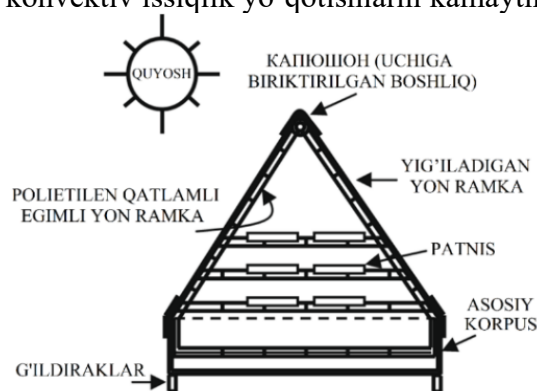
Quyoshda mahsulotlarni quritish vaqtida quyosh energiyasi zarur issiqlikning yagona yoki qo'shimcha manbai sifatida ishlatiladi. Quyosh quritgichlarida mahsulotlarni quritish eng yaxshi va gigiyenik natijalarni bergan. Uzunni quritish uchun ishlatiladigan quyosh quritgichlarining tasnifi 1-rasmda ko'rsatilgan [1]. Quyosh quritgichlarining har birining tavsifi, ishlash prinsipi, afzalliklari va kamchiliklari mualliflar A.A. El-Sebaii va S.M. Shalabyalar [2] tomonidan muhokama qilingan.





1-rasm. Quyosh quritgichlarining tasnifi

Bevosita quyosh quritgichlarida quyosh radiatsiyasi shaffof qopqoqdan, odatda shishadan o'tadi va quritish uchun joylashtirilgan uzumga tushadi. Shisha qopqoq atrof-muhitga to'g'ridan-to'g'ri konvektiv issiqlik yo'qotishlarni kamaytiradi va quritgich ichidagi havo haroratini oshiradi.



3-rasm. Yig'ib qo'yiladigan quyosh quritgichi

Shkaf turidagi bevosita quyosh quritgichlari odatda yog'ochdan yasalgan va uzunligi kengligidan uch baravar ko'p bo'lgan kichik issiq quti hisoblanadi. Shkafning ichki yon tomonlari va tub qismi shisha qopqoqdan o'tadigan quyosh nurlanishini maksimal yutishi uchun qora rangga bo'yalgan bo'lib hisoblanadi. Shamollatish teshiklari yon qismida, shuningdek, quritgichning yuqori tomonlarida joylashgan. Uzun pastki qismida simli to'rli alyuminiy patnislar ustiga joylashtiriladi va quyosh nurlanishiga qaratiladi, uzumning harorati ko'tariladi, bu esa uzum namligining bug'lanishiga olib keladi. Ushbu quritgich 10 kg uzumni quritish uchun sinovdan o'tkazilganda, taxminan 3-4 kun talab qilingan [3].

Yig'ib qo'yiladigan bevosita turidagi uzum uchun quyosh quritgichi Nair va Bongirwar [4] tomonidan uzum uchun yig'ib qo'yiladigan quyosh quritgichi ishlab chiqilgan bo'lib, xuddi shisha tomli quyosh quritgichining prinsipiga ko'ra ishlaydi. Qurilmaning sxematik ko'rinishi 3-rasmga tasvirlangan. Ushbu quritgichning yon devorlari alyuminiy qatlamdan yasalgan va tashqi tomondan qora rangga bo'yalgan. Ushbu quritgich bir vaqtning o'zida taxminan 100 kg uzumni quritish imkoniyatiga ega.

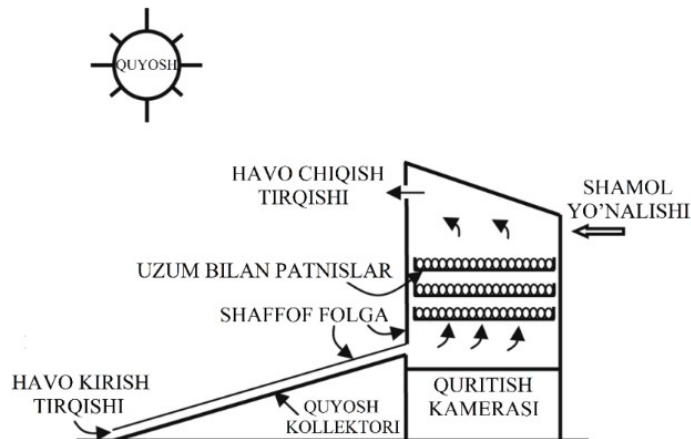
Bu qurilmaning ichki harorati tushlik vaqtida atrof-muhit haroratidan ikki marta ortishi aniqlangan. Ushbu quritgichning asosiy kamchiligi shundaki, tashqi shamol tezligining ortishi ichki haroratni pasaytirishi mumkin, chunki isitish quritgichning tashqi sirlarining yuzalarida sodir bo'ladi.

Uzumni bilvosita quyoshda quritish. Bevosita quyosh nurlanishi ba'zi hollarda quritilgan uzum sirti va kartoshka yuzasining yorilishiga olib keladi. Shuning uchun shirin kartoshka va uzum kabi ba'zi ekinlar hosil bergan mahsulotining istalmagan rangni olishining oldini olish uchun to'g'ridan-to'g'ri quyosh nurlaridan himoyaga muhtoj. Bu ekinlarni bilvosita quyosh quritgichlarida quritish maqsadga muvofiq [5]. Quyoshda quritishning bilvosita vositalaridan foydalanadigan ko'plab quritish konstruksion modellari mavjud. Ushbu modellar uzumni to'g'ridan-to'g'ri quyosh nuri bilan aloqa qilmaydigan tarzda quritishadi. Quyoshda bilvosita quritish orqali osongina erishish

mumkin bo'lgan yuqori sifatli suvsizlantirish uchun past haroratlar maqsadga muvofiqligi ko'rsatilgan [6]. Bilvosita quyosh quritishning konstruksion modellarining ikki turi muhokama qilingan, bular: qurilma ichida tabiiy havo aylanadigan va majburiy havo aylanadigan turlari.

Tabiiy aylanish turi. Ushbu quyosh quritgichlarida havo harakati tabiiy aylanish tufayli sodir bo'ladi. Uzun to'g'ridan-to'g'ri issiqlikni yutishi yoki kameradagi yuqori harorat tufayli isitiladi, so'ngra uzumdan bug'langan namlik tabiiy havo aylanishi tufayli kameradan tashqi muhitga chiqib ketadi.

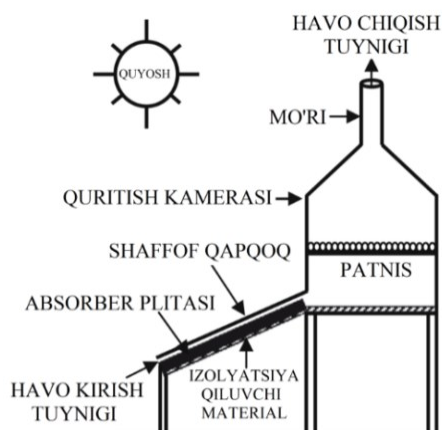
Bilvosita turidagi quyosh quritgichi. Ushbu turdagi quyosh quritgichi havoni isitish uchun quyosh kollektori va uzumlar yotqizilgan patnislarni o'rnatishga moslashtirilgan quritish kamerasidan iborat (4-rasm). Quyosh kollektoriga shaffof plyonka va absorberning yasalgan qopqoqdan foydalaniladi.



4-rasm. Bilvosita turidagi quyosh quritgichi

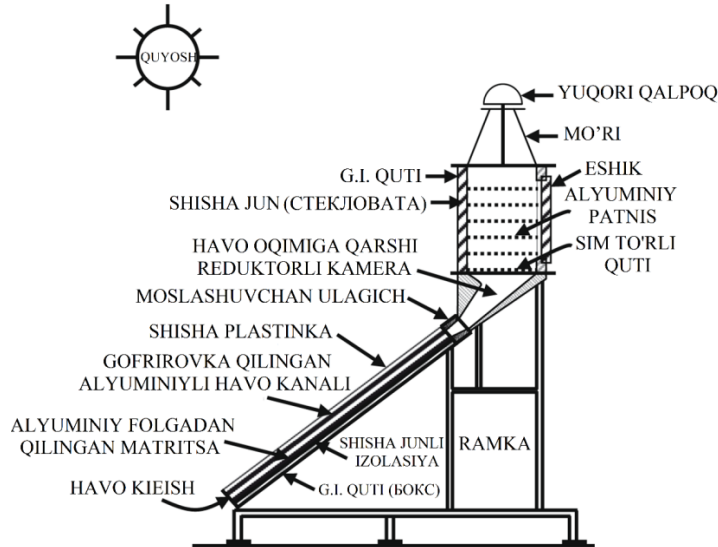
Quritish kamerasi uzumni yomg'ir va changdan himoya qiluvchi shaffof plyonka bilan qoplangan. Quyosh kollektori quyosh energiyasini to'playdi va kirish tirqishi orqali keladigan havoni isitadi. Atrof-muhit harorati 30°C bo'lganda quritish kamerasida maksimal harorat 50°C qayd etilgan. Isitilgan havo patnislar ostidan quritish kamerasiga kiradi va uzum sirt yuzasi bo'ylab oqadi, uning tarkibidan namlikni olib turadi. Bu nam havo yuqori qismda joylashgan teshikdan (mo'ridan) chiqarib yuboriladi. Quritish kamerasida shamollatish kollektor va quritish kameralari ichidagi havoning tabiiy konveksiyasi bilan ta'minlanadi. Bu ta'sir shamol ta'sirida havo chiqishidagi assimilyatsiya effekti (samarasi) bilan yanada kuchayadi. Uzumni quritish kamerasidagi sig'imi 25 kg/m^2 . Quritish vaqti esa 7-8 kun. Ushbu quritgich samarali, amaliy natija beradigan va tejamkor ekanligi tajribalarda aniqlangan [7].

Mo'rili bilvosita tabiiy konveksiyali quyosh quritgichi. Ko'pincha bilvosita passiv quyosh quritgichi deb ataladigan tabiiy aylanishga ega quyosh quritgichining sxematik tasviri 5-rasmda keltirilgan. Uning quyosh kollektori, quritish kamerasi va mo'risi bor. Maydoni $1,0 \text{ m}^2$ bo'lgan quyosh kollektorida absorber sifatida qora rangga bo'yalgan $0,002 \text{ m}$ qalinlikdagi mis plastinka ishlatilgan. Mis plastinka ustida qalinligi $0,005 \text{ m}$ bo'lgan shaffof shisha o'rnatilgan, uning ostida havo oqimi kirishi uchun kengligi $0,08 \text{ m}$ bo'lgan tirqish o'rnatilgan.



5-rasm. Mo'ri bilan tabiiy konveksiyali quyosh quritgichi

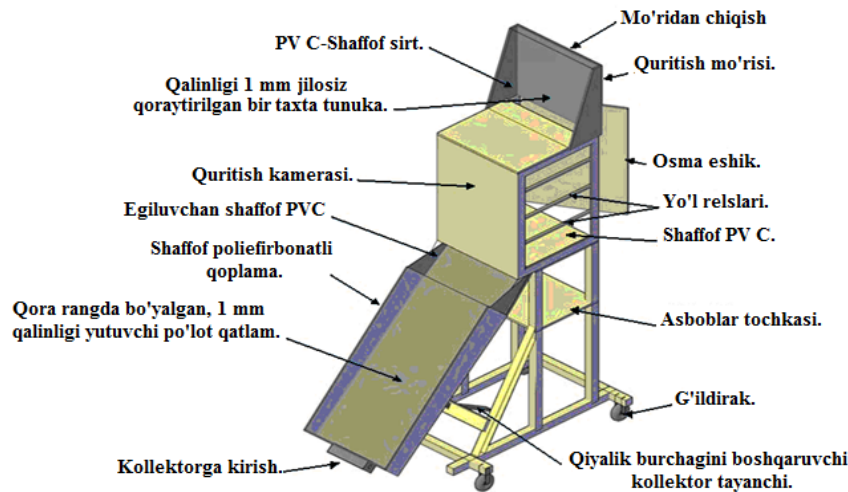
Kollektorning orqa qismidan issiqlik yo'qotilishini minimallashtirish uchun qalinligi 0,08 m bo'lgan issiqlik izolyatsiya qatlami mavjud. Silindrsimon quritish kamerasi yog'ochdan yasalgan va o'lchami 1,0x1,0x1,5 m, ruxlangan temir mo'ri o'rnatilgan va qora rangda bo'yalgan. Mo'rining balandligi esa 0,5 m va diametri 0,1 m. Mo'ri havo oqimining katta tezligini va namlikni tezroq quritish kameradan tashqi muhitga olib tashlashni ta'minlash uchun xizmat qiladi. Quritish uchun patnislar quritish kamerasining bir tomonini tashkil etuvchi eshik orqali yuklanadi. 1 kg ishlov berilmagan uzumni 18% namlikgacha quritish uchun zarur bo'lgan vaqt atigi 72 soatni tashkil qiladi [8].



6-rasm. Ko'p maqsadli tabiiy konveksiyali quyosh quritgichi

Ko'p maqsadli tabiiy konveksiyali quyosh quritgichi. Ushbu quyosh quritgichi asosan yassi quyosh kollektori va unga mustahkam ulangan havo reduktori, quritish kamerasi (shkafi) va uning shiftiga o'rnatilgan mo'ridan tashkil topgan (6-rasm). Yassi quyosh kollektori qovurg'ali absorberdan, shisha qopqoq, issiqlik izolyatsiyasi va korpus ramkasidan iborat. Absorber ostidagi kanal 0,5 mm qalinlikdagi alyuminiy 1,95x0,73x0,03 m o'lchamdagi plastinkadan iborat bo'lib, u orqali havo o'tadi [9].

U-simon shakldagi gofrlangan absorber havo oqimi yo'nalishiga parallel ravishda o'rnatilgan. Butun qurilma ruxlangan temirdan yasalgan va to'rtburchak shaklidagi qutida joylashtirilgan. Kanalning pastki qismi va quti orasidagi bo'shliq shishali tola izolyatsiyasi bilan to'ldirilgan. Qalinligi 4 mm, o'lchamlari 1,82x0,76 m bo'lgan shaffof shisha, absorber plastina yuzasidan 0,04 m masofada yuqorida to'rtburchakli quti ramkasiga o'rnatilgan [9]. 0,35x0,35x0,70 m o'lchamdagi quritish kamerasining ichki va tashqi qismlari 0,5 mm qalinlikdagi alyuminiy plastina bilan qoplangan, ular orasida shisha tolali izolyatsiya joylashtirilgan. Quritish kamerasi 0,35x0,35m o'lchamli beshta alyuminiy patnis bilan jihozlangan, patnisning pastki qismi (tubi) simli to'rdan tayyorlangan. Quritish kamerasining orqa qismida patnisni yuklash va tushirish uchun eshik o'rnatilgan. Quritish kamerasining yuqori qismida mo'ri o'rnatilgan, u kerakli havo oqimini tortishni yuzaga keltiradi. Ushbu quyosh quritgichi kollektorining samaradorligi 26% dan 65% gacha bo'lishi aniqlangan. Dastlabki kimyoviy ishlov berilgan uzumni quritish muddati 4 kundan oshmasligi aniqlangan [9].



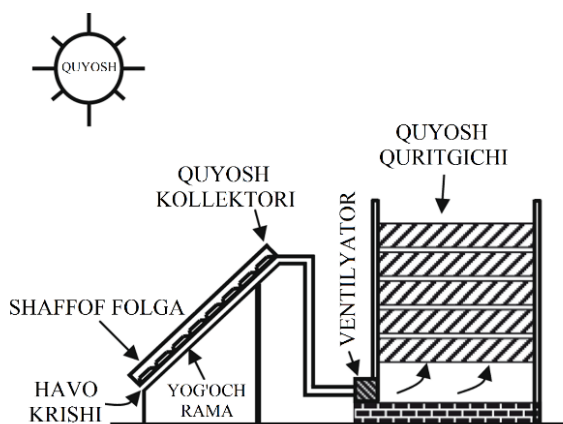
7-rasm. Modifikatsiya qilingan quyosh quritgichi

Konstruksion modeli modifikatsiya qilingan bilvosita quyosh quritgichi. Quyosh quritgichi kollektorining sirt yuzasi $0,56265 \text{ m}^2$, havoning kirish tirqishi yuzasi $0,00925 \text{ m}^2$. Quritish kamerasining uzunligi 52 sm, kengligi 50 sm va balandligi 69 sm. Yuqori, pastki va old qismi 1,3 sm qalinlikdagi faneradan tayyorlangan. Orqa eshik ilmoqlar va yog'och qulflar bilan jihozlangan (7-rasm).

Ushbu ishda bilvosita quyosh quritgichining issiqlik xususiyatlaridan tashqari, PIV (dasturlangan virtual axborot) usuli yordamida quritish kamerasi orqali havo oqimining taqsimlanishi o'rganilgan. PIV havo oqimi taqsimotini vizual tahlil qilish uchun samarali vositadir. Quritish kamerasida havo oqimining taqsimlanishini tasavvur qilishdan tashqari, havoning tezligi va turbulent kinetik energiyasi kabi boshqa parametrlarni ham tahlil qilish mumkin bo'ladi. PIV ning CFD dasturiy ta'minoti tomonidan taqdim etilgan oqim hodisalarini miqdoriy bashorat qilishdan farqli o'laroq, o'lchovlar yordamida havo oqimi hodisalarining miqdoriy va sifatli tavsifini taqdim etadi va uni laboratoriya miqyosidagi modellar uchun mos vositaga aylantiradi. Havo oqimining taqsimlanishini tahlil qilish metodologiyasini tushunib, patnislarda quritgichning ish faoliyatini yaxshilash, quritilgan mahsulot sifatini yaxshilash va mahsulotlarda bir xil quritishni ta'minlash uchun mos loyihalarda foydalanish mumkin bo'ladi [10]. Havo oqimi taqsimoti o'rtacha 0,9 dan yuqori korrelyatsiya koeffitsiyenti bilan yetarlicha yaxshi, bu oqimning teng taqsimlanishini anglatadi. Havoning turbulent kinetik energiyasi uchun tasvir natijalari o'rtacha $4,0 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}^2$ ni ko'rsatadi, bu tabiiy konveksiya bilan quyosh quritgichining juda silliqlashgan havo oqimini anglatadi. Ushbu quyosh quritgichi olma namligi 16,47% dan 86% gacha bo'lganda, quritgandan keyin uning umumiy foydali samaradorligi 13,74% ga ega bo'lgan.

PIV tadqiqotida patnislarda havoning bir xil taqsimlanishi kuzatildi, bunday tasvirlar patnislarda o'rnatilgan mahsulotlarning bir xil quritilishini ko'rsatadigan tajribalar natijalariga to'g'ri keldi. Ushbu ilmiy maqola muallifi quyidagilarni tavsiya qiladi: Yerning o'rta kengliklarida foydalanish uchun ushbu qurilmani dunyoning istalgan nuqtasida arzon narxda ishlab chiqarish, mahsulotlarni bir kunda quritish mumkin va quritgichning o'zi esa mahsulotlarni sanoat miqyosida quritish imkoniyatiga ega.

Shunga o'xshash quyosh quritgichi mualliflar SH.M. Mirzayev, J.R. Kodirovlar [11] tomonidan ishlab chiqilgan, uning strukturaviy modelining geometrik o'lchamlari (shu jumladan yassi quyosh kollektorining o'lchamlari va quritish shkafining o'lchamlari) empirik usullar bilan tanlab olinmagan bo'lsada, ma'lum bir aniq konsepsiyalar asosida qabul qilingan. Bu qurilmaning unumdorligi yuqorida keltirilgan prototiplarga nibatan 2% ga yuqori (prototipning unumdorligi 16,47% bo'lgan), ya'ni 18,6% ni tashkil etgan. Bu qurilmada 85% namlikdagi o'rik quritilgandan keyin uning namligi 23% ga tushgan. Olingan natijalarning qisqacha xulosasi quyidagicha: bevosita turidagi quyosh quritish qurilmasida o'rikni quritish vaqti 8 kun, bilvositali quyosh quritish qurilmasida esa 6 kun davom etgan, o'rik sirti yuzasida o'rtacha kunlik harorat 37°C dan 60°C gacha, bilvositali quyosh quritgichda esa 37°C dan 44°C gacha o'zgargan.



8-rasm. Davriy harakatli ko'p qatlamli quyosh quritgichi

Davriy harakatli ko'p qatlamli quyosh quritgichi. Ushbu turdagi quyosh quritgichi yassi quyosh havo kollektori qurilmasi va davriy ko'p qatlamli quritgichdan iborat (8-rasm). Havo kollektorida shaffof plyonkali va qora gofrlangan metall absorber mavjud. Absorber yuzasining chang bilan ifloslanishini oldini olish uchun havo absorber ostidan so'riladi. Havoni so'rish uchun kollektor va quritgich o'rtasida joylashgan markazdan qochma ventilyator qurilmasi ishlatilgan. Uning nominal quvvati 0,8 kVt bo'lib, uning yuritma tizimi ham elektr, ham mexanik. Quritgichning yuklash quvvati 2 kg yangi uzumga to'g'ri keladi. Dastlab quritgichdagi havo oqimi $2000 \text{ m}^3/\text{soat}$ sarfni ($0,35 \text{ m/s}$) tashkil qiladi va keyin $1400 \text{ m}^3/\text{soat}$ ($0,25 \text{ m/s}$) gacha kamayadi. Uzunni quritish 5-6 kun ichida yakunlanadi [7]. Shunga o'xshash quritgichda 10 kg uzumni quritish vaqti ikki yarim kunni tashkil etgan [12].

Yuqorida keltirilgan adabiyotlar tahlilidan ko'rinib turibdiki, uzum mahsulotlarini quritish uchun juda ko'p sonli quyosh quritgichlarining konstruksiyalari taklif etilgan bo'lib, ular asosan bevosita va bilvosita turdagi qurilmalardan iborat. Quyosh quritgichlarining samaradorligini oshirish uchun quritish havosini dastlabki qizdirishda quyosh havo kollektorlari, vakuum quvurli kollektorlar va issiqlik quvurlaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Adabiyotlar

- [1] Ajay Kumar Sharma, P.G. Adsule. National Research Centre for Grapes, Pune. Raisin Production in India 2007. – p. 1-5.
- [2] Fadhel A., Kooli S., Farhat A. Bellghith A. Study of the solar drying of grapes by three different processes. Desalination 2005, 185. – p. 535-541.
- [3] Doymaz I. Drying kinetics of black grapes treated with different solutions. Journal of Food Engineering 2006, 76. – p. 212-217.
- [4] Ramos N.I., Cristina L.M., Silva A.M., Sereno J.M. Quantification of micro structural changes during first stage air drying of grape tissue. Journal of Food Engineering 2004, 62. –p. 159-164.
- [5] Waterhouse A.L. Wine Phenolics. Annals of the New York Academy of Sciences 2002, 957. – p. 21-36.
- [6] Мирзаев М.М. Виноградарство предгорно-горной зоны Узбекистана. Издательство ФАН, 1980, 236 с.

UZUM MAHSULOTINI BOTANIK XUSUSIYATLARI VA UNI QUYOSH ENERGIYA ASOSIDA QURITISH TEXNOLOGIYALARI

Mirzayev Shavkat Mustaqimovich
tex.f.d.prof, Buxoro davlat universiteti, professor
Ibragimov Salim Safarovich
Buxoro davlat universiteti, o'qituvchi

Annotatsiya: ushbu ishda uzum mahsulotini botanik xususiyatlari va uni quyosh energiyasi asosida quritish texnologiyalari tahlili olib borilgan. Quyosh quritgichlarining joriy etilishi an'anaviy quritish usullariga nisbatan hosil yo'qotilishini kamaytirishi va quritilgan mahsulot sifatini sezilarli darajada yaxshilashi mumkinligi ko'rsatib o'tilgan.

Kalit so'zlar: uzum, quyosh, quritish, mayiz, tabiiy, soyaki, oftobi, blansirovka.

Аннотация: в данной работе анализируются ботанические свойства виноградной продукции и технологии ее сушки на основе солнечной энергии. Было показано, что внедрение солнечных сушилок позволяет снизить потери урожая и значительно улучшить качество высушенного продукта по сравнению с традиционными методами сушки.

Ключевые слова: виноград, солнце, сушка, изюм, натуральный, тень, солнце, бланшировка.

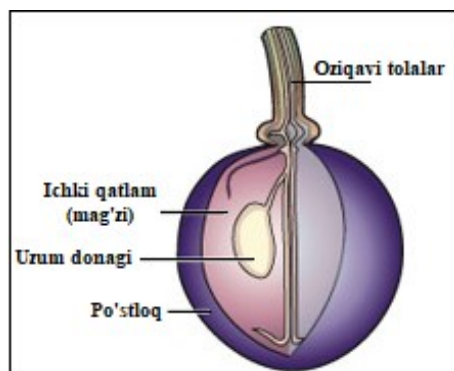
Abstract: this paper analyzes the botanical properties of grape products and their drying technologies based on solar energy. It was shown that the introduction of solar dryers allows to reduce crop losses and significantly improve the quality of the dried product compared to traditional drying methods.

Keywords: grapes, sun, drying, raisins, natural, shade, sun, blanching.

Madaniy uzum - uzum oilasining uzum turiga mansub ko'p yillik butali lianalarining bir turi. Yangi uzum mevalari oziq-ovqat uchun ishlatiladi, shuningdek, mayiz, uzum sharbati, sharob, murabbo, marinadlar, kompotlar, turli xil ichimliklar (alkogolli va alkogolsiz) hamda sharob sirkasi, shu jumladan balzamlar olish uchun qayta ishlanadi. Shuningdek, uzum urug'idan yog' siqib chiqarish ham yo'lga qo'yilgan. Uzum mevali ekinlar dunyosidagi eng ko'p, eng mashhur va mazali mevalardan biridir. Jahonda uzum ishlab chiqarish hozirda 65,486 million tonnani tashkil etadi [1]. Uzunni ochiq quyoshda, soyada yoki mexanik quritish orqali mayiz mahsuloti olinadi [2]. Mayiz uglevodlar manbai bo'lib, tarkibida ko'p miqdorda temir, vitaminlar va minerallar mavjud [3]. Mayiz odatda nonushta, sut va non mahsulotlari, shuningdek, qandolat mahsulotlariga, yaqinda esa parhez taomlariga kiritilgan [4]. Mayiz yoki kishmish ishlab chiqarish ko'plab mamlakatlarda muhim eksport biznesi hisoblanadi, masalan, Gretsiyada o'rtacha yillik eksport qiymati 104...106 AQSH dollarini tashkil qiladi.

Uzum mahsulotining tashqi ko'rinishi, cho'zilgan ellipsoidga (tuxum) yoki shar shakliga o'xshash bo'lib, ular har biri 15 dan 300 donagacha bo'lgan, ko'proq yoki kamroq bo'shashgan (kamdan-kam zich) klasterlar o'sadigan meva turiga kiradi va turli xil ranglarda: binafsha, qirmizi, qora, quyuq ko'k, sariq, yashil, to'q sariq va pushti bo'lishi mumkin. "Oq" uzum aslida yashil rangga ega va evolyusion ravishda binafsha uzumdan hosil qilingan. Uzum tarkibida bir nechta urug'lar uchraydi, lekin urug'siz navlari ham bor, ular tarkibida umuman urug'lari yo'q bo'lgan navi kishmish deb ataladi [5].

Uzumning botanik tarkibiy tuzilishi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Uzumning botanik tarkibiy tuzilishi

Hozirgi vaqtda yetishtiriladigan uzumlarning aksariyati Yevropaning uzum navlaridan kelib chiqqan. O'z navbatida, uzumning vatani O'rta Yer dengizi va Markaziy Osiyodir. O'zbekistonda uzumni quritish uchun juda qulay sharoitlar mavjud. Uzoq issiq yoz, past nisbiy namlik, ajoyib "Kishmish" va "Stol" uzum navlari, an'anaviy tajriba, shuningdek, ilmiy yutuqlar havo-quyosh va soyali quritishdan keng foydalanish, minimal harajatlar va yuqori sifatli mahsulotlarni olish imkonini beradi [6]. Uzumning "Kishmish" navida 23-25% va mayizida 22-23% shakar miqdori bilan quritishga erishildi.

Uzumdan mayiz ishlab chiqarish Gretsiyada 1490 yilda ochiq quyoshda quritish bilan amalga oshirilgani qayd qilingan [6] bo'lib, uzumni quyosh energiyasidan foydalangan holda quritish an'anaviy usul hisoblanadi. O'zbekiston Respublikasi fermer xo'jaliklarida uzumni ochiq quyoshda quritish qishloq xo'jaligi ekinlarini yetishtirish uchun yaroqsiz yerlarga joylashtirilgan maxsus jihozlangan quritish maydonchalarida amalga oshiriladi. Mayiz bir tekis quritilishi uchun mahsulot muntazam ravishda aylantirib turiladi. Tabiiy uzum uchun zarur bo'lgan quritish vaqti 20 kun, oldindan qayta ishlangan uzum uchun esa 8-10 kunni tashkil etadi.

Yig'ilgan quritish usuli shundan iboratki, yengil va ozgina rangli navlarning saralangan va tekshirilgan uzumlari natriy gidroksidining (NaOH) 0,3-0,4% li konsentratsiyali qaynoq eritmasida 5-7 soniya davomida oqartiriladi, yog'och tovoqlar ustiga yotqiziladi va quruq sulfatatsiyaga (oltingugurt ikki oksidi tutuni bilan qoplanadi) yoki oltingugurt kislotasi eritmasida nam ishlov beriladi (1 kg yangi uzum uchun 0,5-0,8 gr oltingugurt yoki 0,4-1,0 gr oltingugurt ikki oksidi ishlatiladi). Ishlov berilgan uzum ochiq quyoshda 8-10 kun davomida quritiladi.

Uzumni "Objush" usuli bilan quritishda uzumlar saralanadi, 2-3 kg qilib savatlarga joylashtiriladi va kaustik sodaning (blansirovka) qaynoq suvli eritmasi bo'lgan qozonga tushiriladi. Soda tarkibi 0,3-0,4%, oqartirish (blansirovka) vaqti 3-6 soniya. Oqartirilgandan keyin uzum savatlari eritmani batamom to'kib tashlash uchun bir necha daqiqaga qo'yiladi va quritadigan patnislarga yotqiziladi. Ochiq quyoshda quritish uchun yotqizilganidan uch-to'rt kun o'tgach, uzum tayyor bo'lgunga qadar aylantiriladi va quritiladi.

Uzumni quritishning "Soyaki" usuli uzumni asl quritishning xalqoni usuli hisoblanadi. Faqat "Oq kishmish" navli uzumlar soyada, maxsus xonalarda-soyakixonalarda quritiladi, bunday xonalar shamol yaxshi esadigan joylarda quriladi [6]. Quritish uchun yig'ilgan uzum soyakixonaga yetkazib beriladi, u yerda ular oldindan saralanadi va uzum boshlariga elastiklik xususiyat berish uchun bu yerda 1-2 kun davomida quritiladi. Keyin tayyorlangan uzum sim bilan 4-5 joyda bir-biriga mahkam bog'langan to'rt qirrali yog'och yoki metaldan yasalgan maxsus ramkalarga joylashtirilib quritiladi. Quritilgan mahsulotlarning mayiz bo'yicha hosildorligi 22-23% ni tashkil qiladi. Quritish vaqti 30-40 kun.

Uzumni quritishning "Oftobi" usuli-uzum erta pishadigan zonalarda qo'llaniladigan eng qadimgi usullardan biri bo'lib, unda uzumga oldindan ishlov bermasdan quritish jarayoni amalga oshiriladi. Uzum dastalari saralanadi va ishlov bermasdan, yupqa qatlamda yog'och tovoqlar ustiga yoki to'g'ridan-to'g'ri loy somon eritmasi bilan oldindan qoplangan quritish maydoniga yotqiziladi. Quritish vaqti 18-20 kun, 18% namlikda mahsulotni chiqishi 22-25% ni tashkil qiladi.

Uzumni plyonkali boshpana (qopqoq) ostida quritish. R.R. Shreder nomidagi O'zbekiston bog'dorchilik, uzumchilik va vinochilik ilmiy-tadqiqot instituti xodimlari tomonidan uzumni

plyonkali qopqoqlar yordamida quritish usuli ishlab chiqilgan va sinovdan o'tkazilgan [6]. Ushbu usul yordamida quritish maydoniga yotqizilgan uzum shaffof plyonka bilan qoplanadi, shunda ular ma'lum darajada yomon ob-havo xavfi va ifloslanishdan himoyalanaadi. Ularni bir xil quritish uchun muntazam ravishda qo'lda aylantirib turiladi. Bu holda quritish vaqti ham bir kunga qisqaradi.

Xulosa qilib aytganda ochiq quyoshda, soyada quritishning kamchiliklari, shuningdek, mexanik quritish ko'plab mamlakatlardagi fermerlarni mevalarni saqlashning iqtisodiy va gigiyenik usuli bo'lishi mumkin bo'lgan muqobil quritish usullarini izlashga majbur qildi. Quyosh quritgichlarining joriy etilishi an'anaviy quritish usullariga nisbatan hosil yo'qotilishini kamaytirishi va quritilgan mahsulot sifatini sezilarli darajada yaxshilashi mumkin.

Adabiyotlar

- [1] Ajay Kumar Sharma, P.G. Adsule. National Research Centre for Grapes, Pune. Raisin Production in India 2007. – p. 1-5.
- [2] Fadhel A., Kooli S., Farhat A. Bellghith A. Study of the solar drying of grapes by three different processes. Desalination 2005, 185. – p. 535-541.
- [3] Doymaz I. Drying kinetics of black grapes treated with different solutions. Journal of Food Engineering 2006, 76. – p. 212-217.
- [4] Ramos N.I., Cristina L.M., Silva A.M., Sereno J.M. Quantification of micro structural changes during first stage air drying of grape tissue. Journal of Food Engineering 2004, 62. –p. 159-164.
- [5] Waterhouse A.L. Wine Phenolics. Annals of the New York Academy of Sciences 2002, 957. – p. 21-36.
- [6] Мирзаев М.М. Виноградарство предгорно-горной зоны Узбекистана. Издательство ФАН, 1980, 236 с.

*Section 8: New pedagogical
technologies in teaching physics,
mathematics and information
technology*

PEDAGOGIK DASTURIY VOSITALAR VA ULARDAN FOYDALANISH METODIKASI

Qunnazarov Amangeldi Quatbayevich
 NDPI, Informatika o'qitish
 mekodikasi kafedrası katta o'qituvchisi

Ta'limning faol, samarali vositalarini ishlab chiqish, har bir o'qituvchining ijodiy kompetentligidan va unda foydalaniladigan axborot sifati va ilmiy ma'lumotlarni qulay va oson ta'riflash orqali yaratish mumkin. Elektron o'quv resurslari faqat ma'lumot sifatida emas, balki yangi bilimlarni egallash uchun ishlatilishi mumkin.

Mamlakatimizda bugungi kunda ta'lim samaradorligini oshirish omillaridan biri bu elektron darsliklardan foydalanishdir. Ko'pgina mualliflar elektron darslik uchun umumiy ta'rifni shakllantirishga harakat qilishgan.

Elektron darsliklar mutaxassislar tomonidan yoki o'qituvchilarning o'zlari tomonidan tayorlanishi mumkin.

Elektron darslik tushunchasidan tashqari bugungi zamonaviy ta'limda yana bitta tushuncha borki bu- pedagogik dasturiy vositalar tushunchasi.

Pedagogik dasturiy vositalar- komp'yuter texnologiyalari yordamida o'quv jarayonini qisman yoki to'liq avtomatlashtirish uchun mo'ljallangan didaktik vosita hisoblanadi. Ular ta'lim jarayonini samaradorligini oshirishning istiqbolli shakllaridan biri hisoblanib, zamonaviy texnologiyalarning o'qitish vositasi sifatida ishlatiladi. Pedagogik dasturiy vositalar tarkibiga: o'quv fani bo'yicha aniq didaktik maqsadlarga erishishga yo'naltirilgan dasturiy mahsulot (dasturlar majmuasi), texnik va metodik ta'minot, qo'shimcha yordamchi vositalar kiradi.

Hozirgi kunda elektron darsliklar, pedagogik dasturiy vositalar va onlayn kurslar yordamida ta'lim olish tobora keng tarqalgan formatga aylanib bormoqda - bu maktab o'quvchilari, talabalar va kattalar uchun istalgan vaqtda va istalgan joyda bilim olishlari va istalgan qurilmada o'quv materiallaridan foydalanishlari uchun qulayroqdir.

Keltirilgan fikirlarga tayanib elektron darsliklar, pedagogik dasturiy vositalar va onlayn kurslar yaratish texnologiyalarini ko'rib chiqamiz.

Pedagogik dasturiy vositalar yaratish uchun qulay bo'lgan dasturlarga **Adobe Flash, iSpring Suite, CourseLab, eBook Maestro, NVU, Document Suite, Smart Builder, Easygenerator** larni atab aytishimiz mumkin.

Bu keltirilgan dasturlar pedagogik dasturiy vositalar yaratishda qo'llash mumkin bo'lgan eng zamonaviy dasturlar dir.

Adobe Flash - bu Adobe Systems ning veb-illovalar yoki multimedia prezentatsiyalarini yaratish uchun muljanlangan multimediali platformadir. Flash dan animatsiya, o'yin yaratish va veb-sahifalarda video va audio tinglash uchun foydalaniladi. **Adobe Flash ECMAScript** -ga asoslangan **ActionScript** tilidan foydalanadi.

Ishlash jarayoni Java ga o'xshash, ammo o'rganish osonroq bo'lgan maxsus Action Script tili kiritilgan. Ushbu tilda yozilgan dasturiy ta'minot modullari illovalar sifatida import qilinadi va tasvirni dinamik ravishda o'zgartirish kerak bo'lgan animatsiya ramkasiga kiritiladi.

Adobe Flash texnologiyasining keng tarqalishi va ularning katta imkoniyatlari, jumladan, pedagogik dasturiy vositalar ishlab chiqish bilan bog'liq. Adobe Flash texnologiyasi u kuchli, ishlatish uchun qulay, ichki interaktivlikni qo'llab-quvvatlovchi vektorli grafikalar asosida jonlantirilgan loyihalarni yaratish vositasidir. Adobe Flash tomonidan yaratilgan web-loyihalarni animatsiya va ovoz bilan to'ldirishga imkon beruvchi rassomlar va dizaynerlar uchun ideal ish vositasidir.

iSpring Suite da siz elektron testlar, interaktiv simulyatorlar, dialog trinajelar, slaydlarda ovoz yozish, ekran yozuvlarini yozish, videoni tahrirlash yoki ta'limiy o'yin yaratishingiz mumkin bo'ladi.

CourseLab dasturi-bu kuchli va shu bilan birga foydalanuvchiga oddiy bo'lganb internet tizimida, masofaviy ta'lim tizimlarida, kompakt disk yoki boshqa har qanday saqlash qurilmalarida ishlatish uchun mo'ljallangan interaktiv ta'lim materiallari (elektron darsliklar) tayyorlash uchun

mo'ljallangan kuchli va ishlatish oson bo'lgan dasturiy vositadir. CourseLab ning asosiy imkoniyatlari: WYSIWYG tizimida ko'rish va natijalarni olish mumkin bo'lgan ta'lim materiallarini yaratish va tahrir qilish. Tuzuvchidan HTML yoki boshqa dasturlash tillarini bilishni talab qilmaydi. Bundan tashqari **eBook Maestro**, **NVU**, **Document Suite**, **Smart Builder**, **Easygenerator** va **Adobe Flash** lardan foydalanish mumkin.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak pedagogik dasturiy vositalarni yaratishda **Adobe Flash**, **iSpring Suite**, **CourseLab** texnologiyasidan foydalanish nafaqat yaratuvchining ishiga mos keladi, balki bunday resurslar yordamida o'quvchilarning ishini yanada qiziqarli va mazmunli qiladi. Shu sababli, ushbu texnologiya elektron ta'lim tizimida o'quv resurslarini yaratish sohasida etakchi kompaniyalardan biri hisoblanadi.

Adabiyotlar

1. A.Kunnazarov. Creation and use of an interactive virtual stand. Scientific Bulletin of NamSU. Number 10 of 2022
2. Л.Х.Зайнутдинова. Создание и применение электронных учебников: Моногр. Астрахань: ЦНТЭП, 1999.
3. Беленкова И.В., Технологии разработки современных электронных учебников и их использование в условиях ФГОС (Электронный научный журнал «Наука и перспективы» №3, 2016).
4. Бегимкулов У.Ш. Педагогик таълимда замонавий ахборот технологияларини жорий этишнинг илмий-назарий асослари. Монография. -Т.: Фан, 2007.

FIZIKADAN "BIO-SAVAR-LAPLAS QONUNI" MAVZUSIGA DOIR MASALALAR YECHISH METODIKASI

Kamolova Dilnavoz Ixtiyorovna

NDU "Fizika va astronomiya" kafedrasida professori

Nabiyeva Firuza Odil qizi

NDU "Fizika va astronomiya" kafedrasida o'qituvchisi

Idiboyeva Sevinch Bahodir qizi

NDU "Fizika va astronomiya" yo'nalishi 2-bosqich talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada magnit maydonlarni hisoblashda Bio-Savar-Laplas qonunining roli va qo'llanishi ko'rib chiqiladi. Qonunning matematik ifodasi va fizik mazmuni, shuningdek, uni real hayotdagi elektr toki oqayotgan o'tkazgichlar atrofidagi magnit maydonni aniqlashda qanday qo'llash mumkinligi misollar orqali tushuntiriladi.

Kalit so'zlari: Bio-Saver-Laplas qonuni, magnit induksiya, tok, o'tkazgich, magnit maydon, vektor kattalik.

Аннотация. В статье рассматривается роль и применение закона Био-Савара-Лапласа при расчете магнитных полей. На примерах поясняется математическое выражение и физическое содержание закона, а также то, как его можно применять для определения магнитного поля вокруг проводников, по которым течет электрический ток, в реальной жизни.

Ключевые слова: закон Био-Савара-Лапласа, магнитная индукция, ток, проводник, магнитное поле, векторная величина.

Abstract. This article examines the role and application of the Bio-Savart-Laplace law in calculating magnetic fields. The mathematical expression and physical content of the law, as well as how it can be used to determine the magnetic field around conductors carrying electric current in real life, are explained through examples.

Keywords: Bio-Savart-Laplace law, magnetic induction, current, conductor, magnetic field, vector quantity.

Elektromagnetizm bo'limida muhim o'rin tutuvchi qonunlardan biri bu - Bio-Savar-Laplas qonuni bo'lib, u tokli o'tkazgichlar atrofida hosil bo'ladigan magnit maydonni aniqlashga xizmat qiladi. Bu qonun magnit induksiya vektorining o'tkazgichdagi tok elementlari bilan bog'liq ravishda qanday taqsimlanishini tushuntirib beradi. Ushbu maqolada Bio-Savar-Laplas qonuniga oid masalalarni yechishning bosqichma-bosqich metodikasi, har xil shakldagi o'tkazgichlar uchun magnit induksiya vektorini topish usullari, shuningdek, fizik analiz orqali natijalarni talqin qilish yo'llari bayon etiladi. Metodik yondashuv masalalarni tizimli ravishda tahlil qilish va ularni amaliyotga tatbiq qilish imkonini beradi.

Magnit maydon – harakatdagi zaryadlar ya'ni elektr toki oqimi natijasida hosil bo'ladigan fizik maydondir. Bio-Savar-Laplas qonuni tok oqayotgan o'tkazgich atrofida hosil bo'ladigan magnit induksiyasini aniqlash uchun asosiy qonunlardan biridir. Ushbu qonun orqali magnit maydon kuchlanganligini qiymatini va yo'nalishini aniqlash mumkin bo'lib, elektrotexnika, fizik tadqiqotlar va zamonaviy texnologik qurilmalarda keng qo'llaniladi.

1920-yilda fransuz fiziklari J. Bio va F. Savar cheksiz uzun to'g'ri tokli o'tkazgichlarning atrofida magnit maydonlarni tajribada o'rganadilar. Keyinchalik fransuz fizigi P. Laplas Bio va Savar tajribalaridan olingan ma'lumotlarni tahlil qilib va umumlashtirib, ixtiyoriy shakldagi tokli o'tkazgich atrofida magnit maydon induksiyasini aniqlash imkonini beradigan qonunni topdi. Bio-Savar-Laplas qonuni quyidagicha ta'riflanadi: "Ixtiyoriy shakldagi tokli o'tkazgichni har bir dl elementi ixtiyoriy olingan nuqtada hosil qilgan magnit maydonning induksiyasi shu maydonni hosil qiluvchi tok kuchiga to'g'ri proporsional va tokli o'tkazgichdan magnit induksiyasi aniqlanayotgan nuqtaga bo'lgan masofaga teskari proporsional". Matematik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I [d\vec{l} \times \vec{r}]}{4\pi r^3} \quad \text{yoki} \quad dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I \cdot dl \cdot \sin\alpha}{r^2}$$

Bu yerda:

- μ_0 – magnit doimiysi yoki vakuumning absolyut magnit singdiruvchanligi ($\mu_0 = 4\pi * 10^{-7} Tl/A$);
- I – o'tkazgichdagi tok kuchi;
- dl – o'tkazgichning elementar uzunligi;
- r – kuzatilayotgan nuqtaga bo'lgan radius- vektor;
- B – magnit maydon induksiya vektori.

Mavzuga doir masalalar va ularning yechimlari

1. Uzunligi chegaralanmagan to'g'ri chiziqli o'tkazgichdan 12A tok o'tmoqda. O'tkazgichdan 5sm masofada joylashgan nuqtadagi magnit maydon induksiyasini toping.

Berilgan:	Yechilishi:
$I = 12A$ $r = 5sm = 0,05m$ $\mu_0 = 4\pi * 10^{-7} Tl/A$ Topish kerak: $B = ?$	Bio-Savar-Laplas qonuniga asosan to'g'ri chiziqli uzun o'tkazgich atrofida magnit maydon induksiyasining formulasi quyidagicha bo'ladi: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ Berilganlarni qo'yib hisoblaymiz: $B = \frac{4\pi * 10^{-7} * 12}{2\pi * 0,05} = 48 * 10^{-6} T = 48\mu T$

2. Radiusi 8sm bo'lgan halqaning markazida magnit induksiyasi $10\mu T$ ga teng. Simdan oqayotgan tok miqdorini toping. ($\mu_0 = 4\pi * 10^{-7} Tl/A$)

Berilgan:	Yechilishi:
$R = 8sm = 0,08m$ $B = 10\mu T = 1 * 10^{-5} T$ $\mu_0 = 4\pi * 10^{-7} Tm/A$	Aylana shaklidagi halqa markazidagi magnit induksiya Bio-Savar-Laplas qonuni bilan aniqlanadi va u quyidagicha bo'ladi: $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$

Topish kerak: I=?	Masala shartidan foydalanib ishchi formulani keltirib chiqaraylik: $I = \frac{2BR}{\mu_0}$ Son qiymatlarini qo'yib hisoblaymiz: $I = \frac{2 * 10^{-5} * 0,08}{4\pi * 10^{-7}} = 1,3A$

Xulosa. Bio-Savar-Laplas qonuni asosida yechiladigan masalalar talabalarga magnit maydonlarning paydo bo'lish mexanizmini va ularning tok bilan bog'liqligini chuqur anglash imkonini beradi. Bu qonun orqali olingan bilimlar elektromagnit induksiya, elektromotor kuchi, magnit ta'siri ostidagi zarralar harakati kabi boshqa fizik hodisalarni tushunishga zamin yaratadi.

Mazkur metodik yondashuv yordamida talabalar murakkab masalalarni bosqichma-bosqich yechish, fizik formulalarni to'g'ri qo'llash, magnit maydonning yo'nalishi va kuchini aniq tasavvur qilish malakalarini rivojlantiradilar. Shuningdek, bu metodika o'qituvchilar uchun ham darslarni samarali tashkil etishda, nazariy bilimlarni amaliy ko'nikmalarga aylantirishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. F.O.Nabiyeva. "Elektromagnetizm bo'limining "Tok manbalari" mavzusini steam ta'lim texnologiyalari yordamida takomillashtirish". "Ta'lim, fan va innovatsiya" ma'naviy-ma'rifiy, ilmiy-uslubiy jurnal. 1-son. 2024. 61-64 bet.
2. F.O.Nabiyeva. "Elektromagnetizm bo'limini o'qitishda amaliy mashg'ulotlarning ahamiyati". "Scienceproblems.uz. Ijtimoiy-gumanitar fanlarning dolzarb muammolari" ilmiy-uslubiy jurnal. №4(4). 2024. 464-471 bet.
3. F.O.Nabiyeva. Elektromagnetizm bo'limining "Joul – Lens qonuni va cho'g'lanma lampalar" mavzusini o'qitish metodikasini takomillashtirish. МУҒАЛЛИМ ҲАМ ЎЗЛИК СИЗ БИЛИМЛЕНДИРИЎ. Илимий-методикалык журнал. 6/3-сан. 2024.
4. Kamalova D.I., Nabiyeva F.O. Enhancing the Teaching of Electrical Capacity and Capacitors Through Practical Training. IV International Scientific Conference «Advances in Science, Engineering and Digital Education» (ASEDU-IV-2025). SCOPUS.
5. Kamalova D.I., Kamolov I.R., Nabiyeva F.O., Mardanova Y. "Elektr va magnetizm" (amaliy mashg'ulotlar) o'quv qo'llanma. Navoiy: Aziz kitobxon nashriyot, 2025. - 152 b.

FIZIKADAN "ELEKTR ENERGIYASI. JOUL–LENS QONUNI" MAVZUSIGA DOIR MASALALAR YECHISH METODIKASI

Kamalova Dilnavoz Ixtiyorovna

NDU "Fizika va astronomiya" kafedrasi professori

Nabiyeva Firuza Odil qizi

NDU "Fizika va astronomiya" kafedrasi o'qituvchisi

Tilavova Dilora Ikromjon qizi

NDU "Fizika va astronomiya" yo'nalishi 2-bosqich talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektr energiyasini hisoblashda Joul-Lens qonunining roli va qo'llanilishi ko'rib chiqiladi. Mavzuga doir nazariy ma'lumotlar va masalalarning yechimi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: issiqlik miqdori, elektr toki, tok kuchi, vaqt, ichki qarshilik, tashqi qarshilik, EYUK.

Аннотация. В данной статье рассматривается роль и применение закона Джоуля-Ленца при расчете электрической энергии. Приведены теоретические сведения по теме и решения проблем.

Ключевые слова: количество теплоты, электрический ток, сила тока, время, внутреннее сопротивление, внешнее сопротивление.

Abstract. This article considers the role and application of the Joule-Lens law in calculating electrical energy. Theoretical information on the topic and solutions to problems are presented.

Keywords: heat quantity, electric current, current strength, time, internal resistance, external resistance.

Zamonaviy fizikaning muhim bo'limlaridan biri bo'lgan elektromagnit hodisalarni chuqur o'rganish, ayniqsa, elektr energiyasining ishlab chiqarilishi, uzatilishi va iste'mol qilinishi bilan bog'liq qonuniyatlarni tushunish orqali texnik tafakkurni rivojlantirish mumkin. Elektr energiyasi bilan bog'liq masalalar nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamlash, balki ularni amaliyotda qo'llash ko'nikmasini hosil qilishda muhim ahamiyatga ega.

Mazkur maqolada "Elektr energiyasi. Joul-Lens qonuni" mavzusiga doir masalalarni yechish metodikasi yoritiladi. Maqsad – talabalarda elektr zanjirlardagi energiya sarfi va uning issiqlik ko'rinishida ajralib chiqishini tavsiflovchi qonunlarni chuqur anglash, ularni matematik jihatdan ifodalash va masalalar yechish orqali mustahkamlashga qaratilgan usullarni ko'rsatib berishdir.

Metodik yondashuv orqali o'quvchilarning analitik fikrlash, fizik qonuniyatlarni qo'llay olish va muammoni bosqichma-bosqich yechish malakalari shakllantiriladi.

Elektr zanjirida tok oqayotganida, elektr yurituvchi kuch (EYuK) manbasi tomonidan elektr energiyasi hosil qilinadi va bu energiya zanjirdagi qarshiliklarda issiqlik ko'rinishida ajraladi. Bu hodisani **Joul issiqlik ajralishi** yoki **Joul-Lens effekti** deyiladi.

Joul-Lens qonuni shuni ifodalaydiki: Elektr toki o'tayotgan o'tkazgichda ajraladigan issiqlik energiyasi o'tkazgich qarshiligi, tok kuchining kvadrati va vaqtning ko'paytmasiga teng:

$$Q = I^2 R t$$

Bu yerda:

Q – ajraladigan issiqlik energiyasi (Joul),

I – o'tkazgichdan o'tuvchi tok kuchi (Amper),

R – o'tkazgich qarshiligi (Om),

T – tok o'tgan vaqt (Sekund).

Tashqi zanjirda (qarshiliklarda) ajraladigan energiya: $Q_{tashqi} = I^2 R t$

Ichki qarshilikda ajraladigan energiya: $Q_{ichki} = I^2 r t$

Umumiy ajralgan energiya: $Q_{umumiy} = I^2 (R + r) t = I \varepsilon t$

Mavzuga doir masalalar va ularning yechimlari:

1. Elektr qaynatgichning chulg'ami ikki qismdan iborat. Faqat birinchi qism ulanganda suv 15 minutda, faqat ikkinchi qismi ulanganda esa, shuncha miqdordagi suv 30 minutda qaynaydi. Agar ikkala qism ham: 1) ketma-ket; 2) parallel ulansa shu suv necha minutda qaynaydi?

Berilgan:	Yechilishi:
$t_1 = 15 \text{ min}$ $t_2 = 30 \text{ min}$ 1) $t_{kk} - ?$ 2) $t_p - ?$	Barcha hollarda suvning miqdori bir xil bo'lganligi uchun qaynatish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdorlari ham teng bo'ladi: $Q = Q_1 = Q_2 = Q_{kk} = Q_p.$ Joul-Lens qonuniga muvofiq 1-qismdan ajraladigan issiqlik miqdori: $Q = I^2 R_1 t_1 \quad (1);$ 2-qismdan: $Q = I^2 R_2 t_2 \quad (2)$ Ketma-ket ulanganda: $Q = I^2 R_{kk} t_{kk} = I^2 (R_1 + R_2) t_{kk} \quad (3)$ Parallel ulanganda: $Q = I^2 R_p t_p = I^2 \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} t_p \quad (4)$ (1) va (2) ni tenglashtiramiz:

	$I^2 R_1 t_1 = I^2 R_2 t_2 \text{ bundan } R_1 = \frac{R_2 t_2}{t_1} \quad (5)$ (2) va (3) ni tenglashtiramiz: $I^2 (R_1 + R_2) t_{kk} = I^2 R_2 t_2 \text{ bundan } t_{kk} = \frac{R_2 t_2}{R_1 + R_2};$ (6) ni e'tiborga olsak, $t_{kk} = \frac{t_1 t_2}{t_1 + t_2} \quad (7)$ (4) va (2) ni tenglashtirsak: $t_p = \frac{(R_1 + R_2)}{R_1} t_1 \text{ va (8) ni e'tiborga olib yozsak,}$ $t_p = t_1 + t_2 \quad (9)$ Berilganlarni (8) va (9) ga qo'ysak: $t_{kk} = \frac{15 \cdot 30}{15 + 30} = 10 \text{ min}; \quad t_p = 15 + 30 = 45 \text{ min}$

2. Elektr choynak 500 g suvni 20°C dan 100°C gacha isitishi uchun qancha vaqt kerak bo'ladi? Choynak 240 V tarmoqqa ulangan, tok kuchi 4 A, choynakning issiqlik energiyasi faqat suvga ketadi. Suvning solishtirma issiqlik sig'imi $c = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

Berilgan:	Yechilishi:
$m = 500 \text{ g}$ $t_1 = 20^\circ\text{C}$ $t_2 = 100^\circ\text{C}$ $U = 240 \text{ V}$ $I = 4 \text{ A}$ $c = 4200 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ $t - ?$	Suvni isitish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdori: $Q = cm\Delta t.$ Elektr choynak beradigan issiqlik miqdori: $Q = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t.$ Ikkala issiqlik miqdorini tenglashtirib vaqtni topamiz: $t = \frac{cm\Delta t}{U^2}$ $t = \frac{4200 \cdot 0.5 \cdot (100 - 20)}{240 \cdot 240} = 175 \text{ sekund}$

Xulosa. “Elektr energiyasi. Joule-Lens qonuni” mavzusiga oid masalalarni yechish orqali talabalar elektr zanjirlarida energiya qanday sarflanishi va issiqlikka aylanishi jarayonlarini chuqurroq anglaydilar. Bu qonunning amaliy ahamiyati, ayniqsa, elektr isitish moslamalari, simlar orqali o'tayotgan tok natijasida yuzaga keladigan issiqlik yo'qotishlari va energiya tejamkorligi masalalarida yaqqol namoyon bo'ladi. Maqolada bayon etilgan metodik yondashuvlar o'qituvchilarga dars jarayonini samarali tashkil etishda yordam beradi, talabalar esa o'zlashtirilgan nazariy bilimlarni mustahkamlab, real hayotiy vaziyatlarda ulardan foydalanish ko'nikmasiga ega bo'ladilar. Natijada, elektr energetikasiga oid bilimlar yanada mukammal va mazmunli o'zlashtiriladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. D.I.Kamalova, F.O.Nabiyeva “O'qitish jarayonida o'quv faoliyatining tarkibi va tuzilishi (Elektromagnetizm bo'limi misolida)”. Ta'lim fidoyilari Respublika ilmiy-uslubiy jurnali №1. 12.03.2023. 380-385-b.
2. F.O.Nabiyeva ““Elektromagnetizm” bo'limini o'qitishda amaliy mashg'ulotlarning ahamiyati”. Scienceproblems.uz. Ijtimoiy-gumanitar fanlarning dolzarb muammolari. № 4 (4) – 2024. 464-471-b.
3. D.I.Kamalova, F.O.Nabiyeva “Enhancing the teaching of electrical capacity and capacitors through practical training”. AIP Conf. Proc. 3268, 070021 (2025), FEBRUARY 24 2025 <https://doi.org/10.1063/5.0257188>.
4. Kamalova D.I., Kamolov I.R., Nabiyeva F.O., Mardanova Y.O'. “Elektr va magnetizm (amaliy mashg'ulotlar)”. Navoiy. Aziz kitobxon. 2025.

FIZIKA FANI O'QITUVCHILARINI TAYYORLASHNING METODOLOGIK OMILLARI

Axmedov Axat Axrorovich

p.f.d. (DSc), professor

Navoiy davlat universiteti, "Fizika va astronomiya" kafedrası

Annotatsiya: Ushbu maqolada fizika fani o'qituvchilarini tayyorlashning metodik omillari ochib berilgan. Maqolada oliy ta'lim muassasalarida fizika faniga oid laboratoriya mashg'ulotlarini o'tkazish metodikasini takomillashtirish orqali ta'lim sifatini oshirish imkoniyatlari tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: metodika, kompetentlik, texnologiya, laboratoriya, o'lchov asboblari, texnik jihozlar, o'qituvchi, eksperimental kompetentlik.

Аннотация: В статье раскрываются методические факторы подготовки учителей физики. В статье анализируются возможности повышения качества образования за счет совершенствования методики проведения лабораторных занятий по физике в высших учебных заведениях.

Ключевые слова: методика, компетентность, технология, лаборатория, приборы, техническое оснащение, преподаватель, экспериментальная компетентность.

Annotation: This article reveals methodological factors in the training of physics teachers. The article analyzes the possibilities of improving the quality of education by improving the methodology of conducting physics laboratory classes in higher education institutions.

Keywords: methodology, competence, technology, laboratory, measuring instruments, technical equipment, teacher, experimental competence.

Oliy ta'lim muassasalarida talabalarni fizikaning turli sohalarini bo'yicha tayyorlashda, ularni umumiy bilishning empirik metodlari bilan qurollantirish, kasbiy mahorat sirlarini egallashlari uchun kasbiy kompetentligini rivojlantirish, hozirgi axborotlar oqimi kundan-kunga ko'payayotgan va shiddat bilan rivojlanayotgan jamiyatimizda ishlashga tayyorlaydi. Shundan kelib chiqib, fizikadan doimiy takomillashtirib turiladigan barcha o'quv mashg'ulotlarini, yani ma'ruza, seminar, masalalar yechish va laboratoriya darslarini o'tkazish metodikasiga kerakli talablar qo'yilgan. Bu talablar axborot kommunikatsion texnologiyalar taraqqiyoti bilan bog'liq tarzda jihozlari o'zgarib turadigan yangi texnologiyalar asosida rivojlantirilgan va chet elda (Koreya, Rossiya, Germaniya) ishlab chiqilgan laboratoriya o'tkazishga mo'ljallashtirilgan ishlarga tegishlidir.

Oliy ta'lim muassasalarida fizikadan laboratoriya ishlarini o'tkazishga mo'ljallangan chet eldan keltirilayotgan texnik jihozlar va asbob-uskunalar, elektron o'lchov qurilmalari jamlanmasida faqatgina texnik jihatlari yoritilgan pasporti asosida, shu ishga mos laboratoriya ishlanmasi (описание лабораторных работ) har bir oliy ta'lim muassasalari yoki akademik litseylar o'zlaricha tayyorlanmoqda, u ham bo'lsa, laboratoriya mashg'uloti tartibi oldin qanday tartibda tayyorlangan bo'lsa, shundayligicha bajarish tartibi eskicha uslubda laboratoriya ishlanmasi tayyorlanmoqdaki, laboratoriya ishlanmalari turlicha qiyofa kasb etmoqda. Tasavvur qiling, texnologiya yangi qurilmaga eskicha tartibda bajarish tartibi keltirilmoqda.

Bundan tashqari, har bir oliy ta'lim muassasalarida o'zicha laboratoriyani tashkil etish va o'tkazish shaklini joriy etsa, barcha ta'lim muassasalari uchun laboratoriya mashg'ulotlarini tashkil etish va o'tkazish uslubiyotida yagona talab ishlab chiqilmasa, yagona standart joriy etilmasa ta'lim sifatini taminlashda birmuncha qiyinchiliklar ta'lim sifatiga salbiy ta'sirini o'tkazadi. Shu sababli, yuqori texnik imkoniyatlarga ega bo'lgan zamonaviy talablarga javob bera oladigan qurilmalarga laboratoriya o'tkazishning yangi tartibini joriy etish orqali ta'lim sifatini oshirish asosiy masalalardan biri hisoblanadi.

Bizga malumki, fizika tabiat hodisalarini o'rganadi, bundan esa, ishlab chiqarishning samaradorligini oshirishda, fan va texnika yutuqlarini turli sohalariga qo'llashda keng foydalaniladi. Fizikani o'rganishda laboratoriya mashg'ulotlarida talabalar: nazariya va amaliyot uyg'unligiga erishishlari, fizikaning asosiy tushunchalari va qonunlarini chuqurroq tushunish va anglab olishga

erishishlari, asbob va qurilmalar, o'ltchov asboblari bilan ishlash kompetensiyasiga ega bo'lishlari va tajriba natijalarini ishlab chiqishni o'rganishlari, o'ltchov qurilmalarning texnik imkoniyatlarini qo'llanishini bilishlari lozim.

Laboratoriya ishini bajarishga talabani oldindan tayyorlash muhim ahamiyat kasb etadi. Bunda talabaga o'qituvchi tomonidan dastlab ko'rsatma beriladi yoki texnik xavfsizlik tushuntirilgandan so'ng, talaba oldindan tayyorgarlik ko'rishi, buning uchun u ishning laboratoriya ishlanmasi tavsifi bilan tanishib, qisqacha laboratoriya ishlanmadagi ishini bajarish tartibini yoki qurilmani ishlashini yozib olishi hamda ishini bajarishda foydalaniladigan adabiyotlar bilan tanishishi kerak.

Fizikadan laboratoriya ishini tashkil etish va o'tkazish uslubiyotiga quyidagi didaktik talablar qo'yiladi [1,2,3].

Talabalar test asosida qabul kilinganligi uchun laboratoriya ishlamasini olib tayyorlanishdan oldin shu laboratoriya tegishli test namunalarini yechishlari lozim. O'qituvchi test natijalariga qarab laboratoriya ishini bajarish yoki bajarmasligi to'g'risida qaror qabul qiladi.

- laboratoriya ishlarini muvaffaqiyatli bajarish fizikadan o'quv laboratoriyasining moddiy-texnik ta'minlanganligiga bog'liq. Zamon talabalarining o'zgarishi hisobiga praktikumning mazmuni, tuzilishi va texnik jihozlanishini o'zgartirib turish, yani zamonaviy asboblardan va jihozlardan bilan almashtirish;

- laboratoriya ishining mavzusini tanlashda talabalarning ma'ruzadagiga nisbatan qiyin mavzu va bo'limlarni chuqur o'rganishlari hamda nazariyani amaliyotga tadbiiq etish malakalarini egallashlarini maqsad qilib, mutaxassislik yo'nalishini hisobga olish.

Fizik praktikumni o'tkazishda, laboratoriya mavzusi va uni mashg'ulotga tayyorlash bo'yicha quyidagi amaliy ishlarni qilish talab etiladi:

- a) laboratoriya ishlari mavzularini optimal tanlash va uni o'tilgan nazariy materialga mos ravishda qismlarga ajratish;

- b) laboratoriya xonasida har bir ish uchun alohida joy ajratish va uni jihozlash, namoyishli devoriy ko'rgazmalar axborot kommunikatsion texnologiyalardan (AKT) foydalanish uchun fizik ma'lumotlarning mavjudligi;

- v) bo'lajak kompetentli o'qituvchilar tayyorlash tizimi, fizik praktikumni tashkil qilishda eksperiment o'tkazish madaniyatiga rioya qilishni, yani ishchi o'rnini qulay va xonani yoritilganlik darajasi yetarli bo'lishini, tajribaga salbiy ta'sir o'tkazuvchi omillarning bo'lmasligini, ishini zamonaviy texnika va kompyuterlar, ularning dasturlar bilan ta'minlanishi va texnika xavfsizligiga rioya etish;

- g) tadqiqot ishlarini bajarilishini o'zaro aloqadorligini ta'minlash uchun laboratoriya ishlarining izchilligini hisobga olishni;

- d) laboratoriya ishlarini ongli tarzda bajarish uchun metodik ko'rsatmalar va dasturlar ishlab chiqish hamda AKTdan foydalanishini amalga oshirish lozim.

Umumiy fizika praktikumlarini o'qitish sifatini ko'tarish va bo'lajak o'qituvchilarning kompetentligini takomillashtirishga yordam beruvchi quyidagi ijobiy jihatlarini inobatga olish tavsiya etiladi: laboratoriya ishlarini bajarish jarayonida talabalarni ilmiy bilish metodlari bilan tanishtirish, fizik hodisalarning tabiatiga, ularni o'rganish mumkinligiga va amalda qo'llanilishiga ishonch hosil qiladi; fizik praktikum – talabalarning nazariy va amaliy fikrlashini rivojlantirishga imkon beradi, nazariyaning mohiyatini tushunishga olib keladi; fizik praktikumda – ma'ruzalar, darsliklar, elektron darslik, o'quv qo'llanmalar va boshqa manbalar bilan mustaqil ishlash natijasida to'plangan ma'lumotlar umumlashtiriladi; talabalarni laboratoriya ishlarini o'tkazish metodlari va ularning xususiyatlari bilan tanishtiriladi, nazariy bilimlarni amalda qo'llashga o'rgatadi, fizik asboblardan bilan ishlash, mutaxassislikka oid bilim va eksperimental kompetentligini egallashga yordam beradi; talabalar o'ltchash xatoliklarini aniqlashni o'rganadilar, tajriba natijalarini qayta ishlashda kompyuter texnologiyalaridan foydalanishni o'zlashtiradi; eksperimental ishlarni tashkil qilish va o'tkazish, ilmiy-tadqiqot metodlari bilan tanishish, talabalarda ilmiy-tadqiqot ishlari bilan shug'ullanishga qiziqish uyg'otadi; qurilmalar bilan ishlash, talabalarda bilish va ixtirochilik qobiliyatlarini, kuzatuvchanlik, diqqatni jamlash, sabr-toqat, tasavvur hosil qilish kabi boshqa sifatlarni rivojlantiradi; talabalarda individual va jamoa bo'lib ishlash madaniyatini, oldindan tuzilgan

reja asosida ishlash kompetentligini shakllantiradi; o'qituvchilarga, umumiy fizika kursidan talabalarning bilim, malaka va ko'nikmalarini muntazam ravishda tekshirib borish, talabalarga esa, o'z-o'zini nazorat qilib borish imkoniyatini beradi.

Laboratoriya praktikumi talabalarning kelgusidagi pedagogik faoliyatiga tayyorgarlik darajasi va xususiyatlariga katta ta'sir ko'rsatadi. Fizik praktikum ishlarini bajarish jarayoni, kelgusida talabalarning amaliy faoliyati uchun juda muhim hisoblanib, kasbiy kompetentligini shakllantirib boradi.

Xususan, fizika kursida laboratoriya mashg'ulotlarining mazmuni va uni tashkil etish uslublarini takomillashtirish, o'qitish metodikasida dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Talabalarning yuqori saviyadagi bilim va mahoratga ega bo'lishida fizik praktikumlarning o'rni juda muhimdir. Praktikum paytida talabalar o'z bilimlarini oshirib, olgan nazariy bilimlarini mustahkamlab, fizikaning asosiy tushunchalari va qonuniyatlarini chuqurroq anglab, eksperimental masalalarni yechish ko'nikma va malakalarini egallab, fizik asbob, qurilmalar va o'lchov asboblari bilan ishlashni o'rganib, fizik eksperiment va namoyish tajribalarini mustaqil bajarish, kuzatish va tajriba natijalarini matematik qayta ishlash usullarini o'zlashtirib oladilar. Bunda yangi pedagogik va axborot texnologiyalaridan foydalanish, ijobiy natijalarga olib keladi. Shunga ko'ra, o'qitish uslublarini takomillashtirish, bilish nazariyasi, fanning metodologiyasi va o'qitishning psixologik, didaktik asoslariga tayanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Джораев М., Ахмедов А.А., Камолов И. «Модернизация лабораторных работ по физике в высших педагогических вузах». Монография докторский диссертации. Ламберт Академик Публишинг. Хейнрих-Боскинг Стр-8, 66121, Саарбрукен, Германия. Mail: info@lap-publishing, 2015.
2. Akhmedov A.A. // Development of experimental competence of future Physics teachers // Electronic journal of actual problems of modern science, education and training. february, 2021. III. -P. 26-30.
3. Ахмедов А.А., Джораев М. // “Модернизация компетентности будущего учителя физики”. // Физика в школе. -№7. -2015. -С. 20-23.
4. Axmedov A.A. Bo'lajak fizika o'qituvchilarining eksperimental kompetentligini shakllantirish va rivojlantirish. // Monografiya. – Toshkent: A.Navoiy nashriyoti, 2019. -102 b.8. A.A.Axmedov, S. Kurbanov “Модернизация компетентности будущего учителя физики” “Tabiiy fanlarni o'qitish va tadqiq qilish masalalari” mavzusidagi Respublika ilmiy- nazariy anjuman materiallari. Nukus. 2017-yil.16-17 noyabr. 67-69 str.
5. Ахмедов А.А. “Формирование компетентности будущего учителя физики” Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий Университети «Физиканинг долзарб муаммолари» республика, Илмий-амалий конференцияси тўплами, 14 октябрь 2017 йил. 276-278 бетлар.

SUN'IY INTELLEKTGA ASOSLANGAN O'QUV PLATFORMALARINING TALABALARNING KASBIY KOMPETENTLIGIGA TA'SIRI

G'aprov Umidjon Abdurashid o'g'li

Buxoro davlat universiteti Amaliy matematika va dasturlash texnologiyalari kafedrasida mustaqil izlanuvchisi

Xusenov Murodjon Zohirovich

Buxoro davlat universiteti Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar kafedrasida dotsenti

Annotatsiya: Maqolada sun'iy intellektga asoslangan o'quv platformalarining talabalarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishdagi o'rni yoritilgan. Bunday platformalar individual yondashuv, baholash tizimlari va interaktiv uslublar orqali ta'lim jarayonining sifatini oshiradi. Shuningdek, ular

talabalarni real ish sharoitlariga tayyorlashda, yangi bilimlarni tezda o'zlashtirishda va zamonaviy texnologiyalarni egallashda muhim rol o'ynaydi. Tadqiqot natijalari sun'iy intellektga asoslangan ta'limning samaradorligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar:Sun'iy intellekt, o'quv platformalari, kasbiy kompetentlik, raqamli ta'lim, individual yondashuv, adaptiv o'qitish, interaktiv texnologiyalar.

Аннотация:В статье рассматривается роль образовательных платформ на основе искусственного интеллекта в развитии профессиональной компетентности студентов. Такие платформы улучшают качество учебного процесса за счёт индивидуального подхода, интерактивных методов и эффективных систем оценки. Результаты исследования показывают, что использование ИИ способствует профессиональной подготовке студентов.

Ключевые слова:Искусственный интеллект, образовательные платформы, профессиональная компетентность, цифровое обучение, индивидуальный подход, адаптивное обучение, интерактивные технологии.

Abstract:The article analyzes the role of AI-based educational platforms in enhancing students' professional competence. These platforms improve the quality of learning through personalized approaches, interactive methods, and effective assessment systems. The findings demonstrate that the use of artificial intelligence strengthens students professional training.

Keywords:Artificial intelligence, educational platforms, professional competence, digital learning, individualized approach, adaptive learning, interactive technologies.

Kirish:Sun'iy intellekt (SI) bugungi kunda ta'lim sohasiga chuqur kirib bormoqda. Talabalar uchun yaratilgan sun'iy intellektga asoslangan o'quv platformalar individual ta'lim, bilimlarni baholash va shaxsiy rivojlanishni qo'llab-quvvatlab, ularning kasbiy kompetentligini rivojlantirishda muhim omil bo'lib xizmat qilmoqda. Ushbu maqolada SI texnologiyalari yordamida ta'lim jarayonining qanday yangilanishi va bu o'zgarishlarning talabalar kasbiy tayyorgarligiga qanday ta'sir ko'rsatayotgani tahlil qilinadi. [1]

Uslub (Metodologiya):Tahlil davomida sun'iy intellektga asoslangan o'quv platformalarning faoliyati, talabalarning o'zlashtirish darajasi, motivatsiyasi va kasbiy tayyorgarlik ko'rsatkichlari kuzatildi. Shu bilan birga, simulyatsiya, interaktiv modul va adaptiv o'qitish tizimlari kabi metodologik vositalar qanday ishlashi ko'rib chiqildi. [2]

Natijalar:Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, sun'iy intellektga asoslangan o'quv platformalar:

- talabalarning zaif jihatlari aniqlab, individual yondashuvni ta'minlaydi;
- interaktiv va multimedaviy materiallar orqali bilimni mustahkamlaydi;
- o'quvchilarning real ish sharoitlariga tayyorlanish darajasini oshiradi;
- zamonaviy ish bozori talablariga javob beruvchi raqamli ko'nikmalarni rivojlantiradi.[3]

Munozara:SIga asoslangan ta'lim platformalari yordamida ta'lim jarayonining shaxsiylashtirilishi, baholash tizimining avtomatlashtirilishi va interaktiv o'qitish metodlarining kengayishi kuzatilmoqda. Bu texnologiyalar ta'limni yanada qiziqarli, samarali va moslashuvchan qiladi. Talabalar nafaqat o'z bilimlarini chuqurlashtiradi, balki xalqaro darajadagi raqobatbardosh kadrarga aylanish imkoniyatiga ega bo'ladi.[4]

Xulosa:Sun'iy intellektga asoslangan o'quv platformalar ta'lim tizimida inqilobiy o'zgarishlarga olib kelmoqda. Talabalar o'z bilim va ko'nikmalarini zamonaviy talablar asosida shakllantirib, ish bozorida muvaffaqiyat qozonishga tayyorlanmoqda. Bu platformalar o'qituvchi, talaba va ish beruvchi o'rtasida samarali ko'prik vazifasini o'tamoqda va kelajakda ta'limda yanada keng imkoniyatlar yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. U.A.G'apporov Miasto Przyszłości Kielce 2025 Impact Factor: 9.9 ISSN-L: 2544-980X[1]
2. U.A.G'apporov A.N.Amonova Journal of Interdisciplinary Science | ISSN: 2960-9550 [2]
3. U.A.G'apporov European Journal of Innovation in Nonformal Education (EJINE) Volume 5 | Issue 3|Mar-2025 ISSN:2795-8612[3]

4. G.S G.S.Turdieva BULUTLI PLATFORMALARDAN FOYDALANISHDA XAVFSIZLIK MUAMMOLARI: XAVFLAR VA TAHDIDLAR // Inter education & global study. 2024. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bulutli-platformalardan-foydalanishda-xavfsizlik-muammolari-xavflar-va-tahdidlar>[4]

MATEMATIKA DARSLARIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISHNING METODIK ASOSLARI

Amonova Sharofat Nurmaxmatovna

O'zbekiston–Finlandiya pedagogika instituti, 1-bosqich doktoranti

E-mail: amonovasharofat0710@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu tezisda umumta'lim maktablarida, ayniqsa 6-sinf matematika darslarida raqamli texnologiyalar – xususan, Desmos va GeoGebra platformalaridan foydalanish metodikasi yoritiladi. Raqamli vositalar yordamida o'quvchilarning mavzuni tushunish darajasi oshib, darslar interaktiv va qiziqarli bo'ladi. Shuningdek, o'quvchilarning mantiqiy fikrlash va mustaqil ishlash qobiliyatlari rivojlanadi.

Kalit so'zlar: raqamli texnologiyalar, matematika darslari, Desmos, GeoGebra, interaktiv ta'lim, vizual metodika, ta'lim samaradorligi. Zamonaviy ta'lim texnologiyalarining jadal rivojlanishi matematika o'qitish jarayoniga yangi yondashuvlarni talab qilmoqda. Ayniqsa, raqamli platformalar yordamida matematik tushunchalarni interaktiv va vizual shaklda o'rgatish o'quvchilarni darsga faol jalb qiladi.

Desmos, GeoGebra, Wolfram Alpha kabi vositalar algebraik va geometrik masalalarni samarali yechishga, ularni ko'rgazmali tarzda tasvirlashga imkon beradi. Bu orqali o'quvchilarning matematik tafakkuri va mustaqil fikrlash ko'nikmalari shakllanadi. Masalan, tenglamalarni Desmos platformasida grafik ko'rinishda tasvirlab, ularning kesishish nuqtalaridan foydalanib yechim topish usuli o'quvchilarda matematikani tushunish va amaliyotga qo'llashni osonlashtiradi. GeoGebra yordamida esa geometrik shakllar yuzasini hisoblash, proporsiyalarni vizual tasvirlash kabi ko'nikmalarni shakllantirish mumkin. Raqamli texnologiyalar ta'lim samaradorligini oshirish bilan birga, quyidagi afzalliklarni ham taqdim etadi:

1. Darsga interaktivlik olib kiradi;
2. O'quvchilarni mustaqil ishlashga undaydi;
3. Murakkab tushunchalarni oddiy, tushunarli shaklda ko'rsatadi;
4. Tezkor baholash va fikr almashuv imkonini beradi.

Shu bilan birga, raqamli vositalarni tatbiq etishda ayrim muammolar internet cheklovi, texnik nosozliklar va o'qituvchilarning tayyorgarligi yetarli bo'lmasligi kabi holatlar ham mavjud.

Xulosa qilib shuni aytishim mumkinki, Matematika darslarida raqamli texnologiyalarni metodik jihatdan to'g'ri qo'llash o'quvchilarning faolligi, bilim sifati va qiziqishini oshiradi. Bu metodika o'qituvchidan puxta rejalashtirish va texnologik savodxonlikni talab qiladi. Shunday ekan, Desmos va GeoGebra kabi vositalar orqali matematik bilimlarni interaktiv tarzda o'rgatish, zamonaviy ta'limning ajralmas qismiga aylanmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. A.A Karimov. Ta'limni raqamlashtirish jarayonida multimediali ta'limning muhim jihatlari
2. O.O.Nurullayevaning Matematika darslarida fazoviy geometrik shakllarni "GEOGEBRA" dasturi yordamida o'rgatishnomli maqolasida
3. M.U. Ergashyevning Raqamli o'qitish platformalari orqali ta'lim oluvchilarning AKT kompetentsiyasini rivollantirishnomli maqolasida
4. I.A.Xadjayeva. Al-Forobiy matematik merosidagi masalalarni yechishda GeoGebra dasturidan foydalanish .

Ahmedov Yo.O.,

Navoiy davlat universiteti dotsenti

Annotatsiya: Ushbu tezisda fizika fanini o'qitishda axborot texnologiyalarining roli, ularning ta'lim jarayonidagi ahamiyati va amaliy qo'llanilishi ko'rib chiqilgan. Zamonaviy dasturiy ta'minotlar, virtual laboratoriyalar va interaktiv modellar orqali fizika qonuniyatlarini o'quvchilarga samarali yetkazish usullari tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: fizika ta'limi, axborot texnologiyalari, virtual laboratoriyalar, simulyatsiyalar, interaktiv o'qitish.

Bugungi raqamli asrda axborot texnologiyalari barcha sohalarga, jumladan ta'lim jarayoniga ham chuqur kirib bormoqda. Ayniqsa, murakkab tushunchalar va nazariy qonuniyatlarga boy bo'lgan fizika fanini o'qitishda axborot texnologiyalari muhim ahamiyat kasb etmoqda [1]. Fizika fanini o'qitishda axborot texnologiyalaridan foydalanish nafaqat o'qituvchilar uchun qulaylik yaratadi, balki o'quvchilarning fanni o'zlashtirishida ham samarali vosita bo'lib xizmat qiladi.

Birinchidan, kompyuter simulyatsiyalari va virtual laboratoriyalarning qo'llanilishi fizik jarayonlarni ko'rgazmali namoyish etish imkonini beradi [2]. PhET, Virtual Physics Lab, Algodo kabi dasturlar orqali o'quvchilar harakat qonunlari, elektromagnetizm, termodinamika, optika va kvant fizikasiga oid tajribalarni virtual muhitda o'tkazish imkoniyatiga ega bo'ladilar. Bu ayniqsa, murakkab asbob-uskunalarini talab qiladigan yoki real sharoitda o'tkazish qiyin bo'lgan tajribalarni amalga oshirishda juda foydali [3].

Ikkinchidan, interaktiv multimediali prezentatsiyalar va videomateriallar fizika qonunlarini tushuntirishda katta yordam beradi [1]. PowerPoint, Prezi, Canva kabi dasturlar yordamida tayyorlangan animatsiyali taqdimotlar abstrakt tushunchalarni vizuallashtirishga va o'quv materiallarini qiziqarli tarzda yetkazishga imkon yaratadi.

Uchinchidan, masofaviy ta'lim platformalari va onlayn kurslar fizika fanini mustaqil o'rganish imkoniyatini kengaytiradi [4]. Moodle, Google Classroom, Coursera kabi platformalar orqali o'quvchilar nafaqat nazariy bilimlarni o'zlashtirish, balki masalalar yechish ko'nikmalarini ham shakllantirish mumkin. Bu esa pandimiya sharoitida ayniqsa dolzarb ahamiyat kasb etdi.

To'rtinchidan, mobil ilovalar va dasturlar o'quvchilarga istalgan vaqtda va joyda fizika bilan shug'ullanish imkonini beradi [2]. Masalan, Physics Formulas, Physics Calculator, Wolfram Alpha kabi ilovalar o'quvchilarga formulalarni tezda topish va murakkab hisob-kitoblarni amalga oshirishda yordam beradi.

Biroq, axborot texnologiyalaridan foydalanishda bir qator muammolar ham mavjud. Birinchidan, o'qituvchilarning raqamli savodxonligi va zamonaviy texnologiyalardan foydalanish ko'nikmalarining yetarli emasligi [3]. Ikkinchidan, barcha ta'lim muassasalarida ham zamonaviy texnik jihozlar bilan ta'minlanganlik darajasi bir xil emas [4]. Uchinchidan, virtual tajribalar real tajribalarni to'liq o'rnini bosa olmaydi [2].

Xulosa qilib aytganda, fizika fanini o'qitishda axborot texnologiyalaridan foydalanish ta'lim jarayonini yangi bosqichga ko'tarish imkonini beradi [1]. Zamonaviy texnologiyalar bilan an'anaviy o'qitish usullarini optimal nisbatda qo'llash eng yaxshi natijalarni beradi. Buning uchun o'qituvchilarning malakasini oshirish, ta'lim muassasalarini zamonaviy texnik vositalar bilan ta'minlash va yangi pedagogik texnologiyalarni ishlab chiqish bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlarini kuchaytirish zarur [3, 4].

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Abduqodirov A.A., Pardayev A.X. "Ta'lim jarayonida axborot texnologiyalari". O'quv qo'llanma. – Toshkent, 2021.
2. Yusupov R.M. "Fizika o'qitish metodikasi". – Toshkent: "O'qituvchi", 2020.
3. Turdiyev N.Sh. "Fizika fanini o'qitishda innovatsion yondashuvlar". – Navoiy, 2022.
4. "Zamonaviy ta'lim texnologiyalari va metodlari" ilmiy-nazariy va amaliy jurnal. – №2, 2023.

VISUAL-GENETIK YONDASHUV ASOSIDA TRIGONOMETRIK FORMULALARNI O'RGANISH

Xonqulov Ulug'bek Xursanaliyevich*Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent
Farg'ona davlat universiteti matematika kafedrasida dotsenti***Abduraupova Nixola Erkinjon qizi***Farg'ona davlat universiteti matematika yonalish talabasi***Annotatsiya**

Ushbu maqolada matematika ta'limi uchun ahamiyatli bo'lgan visual-genetik yondashuv mohiyati argumentlari teskari trigonometrik funksiyalar bo'lgan trigonometrik ifodlarni o'rganish misolida ochib berilgan.

Kalit so'zlar: visual-genetik yondashuv, trigonometriya, teskari trigonometrik funksiyalar.

Keywords: visual-genetic approach, trigonometry, inverse trigonometric functions.

Ключевые слова: визуально-генетический подход, тригонометрия, обратные тригонометрические функции.

Ba'zi adabiyotlarda

$$\cos(\arcsin x) = \sqrt{1-x^2}, \quad x \in [-1;1], \quad \operatorname{tg}(\arcsin x) = \frac{x}{\sqrt{1-x^2}}, \quad x \in (-1;1)$$

va shu kabi formulalar ba'zi adabiyotlarda faqat analitik usul bilan keltirib chiqarilgan va bu holat o'quvchining isbotlash¹¹, matematik fikrlash qobiliyatlarini muayyan darajada cheklaydi¹². Biz tomonimizdan taklif qilingan visual-genetik usul argumentlari $\operatorname{Arcsin} x$, $\arcsin x$, $\operatorname{Arccos} x$, $\arccos x$, Arctgx , $\arctgx$ va $\operatorname{Arcctgx}$, $\operatorname{arcctgx}$ bo'lgan trigonometrik funksiyalar mohiyatini chuqur anglagan holda o'rganishga imkon beradi. Visual-genetik usulning mazmuni quyida keltiriladi. $y = \operatorname{Arcsin} x$ funksiya $x \in [-1;1]$ kesmada aniqlangan ko'p qiymatli funksiya bo'lib,

uning $y \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$ ga mos kelgan qismi $\operatorname{Arcsin} x$ funksiyaning bosh qismi deyiladi va u

$\arcsin x$ kabi belgilanadi¹³. Funksiyaning qolgan qiymatlari esa bosh qism orqali quyidagi formuladan topiladi:

$$\operatorname{Arcsin} x = \arcsin x + 2\pi k, \quad k \in \mathbb{Z} \quad (1)$$

¹¹ Kamber, D., & Takaci, D. (2018). On problematic aspects in learning trigonometry. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 49(2), 161–175. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1357846>

¹² Loxaypao, K., Jailani, N., & Hartono, N. (2024). The ability of grade X students at nampheun secondary school to solve trigonometry problems in Indonesian textbooks. AIP Conference Proceedings, 3081, 080017. <https://doi.org/10.1063/5.0133989>

¹³ Gaziyeu, A., Isroilov, I., Yaxshiboyev, M. (2006). Funktsiyalar va grafiklar. –T.: Voris-Nashriyoti, 2006. –455 b.

Argumentlari $\text{Arcsin } x$ va $\arcsin x$ bo'lgan trigonometrik ifodalar berilgan bo'lsin (1-rasm). Dekart koordinata sistemasida birlik (trigonometrik) aylana, tangens va kotangens chiziqlari, $x \in [-1; 1]$ nuqtadan OY o'qiga parallel $\overrightarrow{AB}$ vektor o'tkazamiz, bu yerda $|\overrightarrow{AB}| = x$. Natijada birlik

aylanada $\overrightarrow{AB}$ va $\overrightarrow{A'B'}$ vektorlarni qurish mumkin: agar $x = \pm 1$ bo'lsa, ular ustma-ust tushadi. Shuning uchun uchun hisoblashlar OY o'qiga nisbatan amalga oshiriladi. $\angle AOB = \alpha$ va $\angle A'OB' = \pi - \alpha$ bo'lsin. U holda $\sin \alpha = x$ va $\sin(\pi - \alpha) = x$. Birlik aylana bo'ylab to'la burish inobatga olinsa, B va B' nuqtalar bilan aniqlangan va sinuslari x ga teng bo'lgan barcha burchaklar quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$N = \{\angle AOB + 4lk\} \cup \{\angle A'OB' + 4lk\}, \quad k \in \mathbb{Z}.$$

Bu yerda l birlik aylananing chorak qismi. Masalan, $\angle AOB$ burchakning, radian o'lchovi α songa, $\angle AOB'$ burchakning radian o'lchovi esa α' bo'lsa, N to'plamidagi burchaklarning radian o'lchovlari N^* to'plamini hosil qiladi:

$$N^* = \text{Arcsin } x = (\alpha + 2\pi k, \alpha' + 2\pi k), \quad k \in \mathbb{Z} \quad (2)$$

Ma'lumki, $\sin \alpha' = \sin(\pi - \alpha) = \sin \alpha = x$ va $\sin \alpha = x$, $\arcsin x = \alpha$ bo'lgani uchun (2) tenglikdan (1) formula o'rinli ekanligi kelib chiqadi. Unda $\overrightarrow{OA}$ va $\overrightarrow{OA'}$ vektorlar $\cos(\text{Arcsin } x)$ funksiyaning qiymatlar to'plamini aniqlaydi, xususan, $\overrightarrow{OA}$ vektorning uzunligi $\cos(\arcsin x)$ funksiyasining aniq qiymatini beradi. Ushbu qiymatlarni to'g'ri burchakli $\triangle OAB$ va $\triangle OA'B'$ uchburchaklaridan topamiz:

$$\overrightarrow{OA} = \sqrt{1-x^2}, \quad \overrightarrow{OA'} = -\sqrt{1-x^2}.$$

Demak,

$$\cos(\text{Arcsin } x) = \pm \sqrt{1-x^2}, \quad x \in [-1; 1];$$

$$\cos(\arcsin x) = \sqrt{1-x^2}, \quad x \in [-1; 1].$$

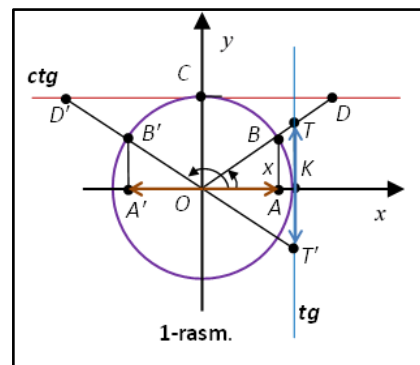
$\overrightarrow{KT}$ va $\overrightarrow{KT'}$ vektorlarning uzunliklari $\text{tg}(\text{Arcsin } x)$ funksiyaning qiymatlar to'plamini, $\overrightarrow{KT}$ esa $\text{tg}(\arcsin x)$ funksiyaning qiymatini beradi. $\triangle OTK$, $\triangle OKT'$ va $\triangle OAB$ uchburchaklar o'xshash bo'lgani uchun:

$$\frac{|\overrightarrow{KT}|}{x} = \frac{|\overrightarrow{OK}|}{|\overrightarrow{OA}|}, \quad \overrightarrow{KT} = \frac{x}{\sqrt{1-x^2}}, \quad x \in (-1; 1);$$

$$\frac{|\overrightarrow{KT'}|}{x} = \frac{|\overrightarrow{OK}|}{|\overrightarrow{OA}|}, \quad \overrightarrow{KT'} = -\frac{x}{\sqrt{1-x^2}}, \quad x \in (-1; 1).$$

Bu yerda qo'shimcha shart mavjud: $x \neq \pm 1$. Agar $x \neq \pm 1$ bo'lsa, $\triangle OTK$ va $\triangle OKT'$ uchburchaklari mavjud bo'lmaydi va $\overrightarrow{KT}$ va $\overrightarrow{KT'}$ vektorlarning uzunliklari cheksiz bo'lib qoladi. Shuning uchun:

$$\text{tg}(\text{Arcsin } x) = \pm \frac{x}{\sqrt{1-x^2}}, \quad x \in (-1; 1);$$



$$\operatorname{tg}(\arcsin x) = \frac{x}{\sqrt{1-x^2}}, \quad x \in (-1;1).$$

$\overrightarrow{CD}$ va $\overrightarrow{CD'}$ vektorlarning uzunligi $\operatorname{ctg}(\operatorname{Arcsin} x)$ funksiyaning qiymatlarini, $\overrightarrow{CD}$ esa $\operatorname{ctg}(\arcsin x)$ funksiyaning qiymatini beradi. $\triangle ODC$ va $\triangle OD'C$ uchburchaklar $\triangle OAB$ uchburchakka o'xshash bo'lgani uchun:

$$\overrightarrow{CD} = \frac{\sqrt{1-x^2}}{x}, \quad \overrightarrow{CD'} = -\frac{\sqrt{1-x^2}}{x}, \quad x \in [-1;0) \cup (0;1].$$

Bu yerda ham qo'shimcha shart mavjud: $x \neq 0$. Agar $x = 0$ bo'lsa, $\triangle ODC$ va $\triangle OD'C$ uchburchaklar mavjud bo'lmaydi va $\overrightarrow{CD}$ va $\overrightarrow{CD'}$ uzunliklari cheksiz bo'ladi. Shuning uchun:

$$\operatorname{ctg}(\operatorname{Arcsin} x) = \pm \frac{\sqrt{1-x^2}}{x}, \quad x \in [-1;0) \cup (0;1];$$

$$\operatorname{ctg}(\arcsin x) = \frac{\sqrt{1-x^2}}{x}, \quad x \in [-1;0) \cup (0;1].$$

Taklif qilingan vizual-genetik yondashuv an'anaviy yondashuvlardan mazmuni, maqsadi va metodik asoslari jihatidan tubdan farqlanadi. An'anaviy yondashuvlarda, ayniqsa maktab va o'rta maxsus ta'lim bosqichlarida, ko'p hollarda murakkab va ko'p qiymatli funksiyalar, xususan teskari trigonometrik funksiyalar formulalari talabalarga tayyor holatda, ya'ni yodlashga mo'ljallangan analitik ko'rinishda taqdim etiladi. Bu esa o'z navbatida, o'quvchilarning ushbu tushunchalarni chuqur, mohiyatli, tushunarli darajada o'zlashtirishiga emas, balki faqat formula va algoritmlarni mexanik qo'llashga yo'naltiradi. Aksincha, vizual-genetik yondashuv nafaqat ushbu an'anaviy yondashuvni to'ldiradi, balki uni mazmunan boyitadi va didaktik samaradorligini oshiradi. Bu yondashuvda o'rganilayotgan tushunchaning kelib chiqish sababi (genetik rekonstruksiya), isboti, grafigi, geometriyaviy asoslari va visual interpretatsiyasi o'zaro uzviy bog'liq holda ko'rsatiladi. Ya'ni, tushunchaning shakllanish bosqichlari – empirik kuzatish, geometrik konstruksiya, grafik vizualizatsiya va analitik formulalash singari pog'onali kognitiv jarayonlar asosida yoritiladi. Shuningdek, bu yondashuvda asosiy diqqat o'quvchining tafakkur jarayonini faol holga keltirishga, ularni mantiqiy izchillikda fikrlashga, modellashtirishga, taqqoslash va umumlashtirishga yo'naltiriladi. Ayniqsa, trigonometrik formulalarning genetik asosda grafik va geometriya bilan bog'liq ravishda ochib berilishi nafaqat bilimni, balki tushunishni ham rivojlantiradi. O'quvchilar formulalarni nafaqat eslab qoladi, balki ularni kelib chiqish mohiyatini bilgan holda ongli ravishda qo'llashni o'zlashtiradi. Umuman olganda, vizual-genetik yondashuv zamonaviy kognitiv-didaktik talablarga javob beruvchi, tushunchalarning shakllanishi va rivojlanishini mantiqiy asosda vizual vositalar bilan uyg'unlashtiruvchi samarali metodik yechimdir.

SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI YORDAMIDA BO'LAJAK PEDAGOGLARNI TAYYORLASHDA INNOVATSION YONDASHUVLAR

Nurulloyev Firuz No'monjonovich

*Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar
kafedrasida dotsenti, p.f.f.d. (PhD)*

Xolmurodov Behzod Botir o'g'li

*Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar
kafedrasida tayanch doktoranti*

Annotatsiya: Ushbu maqolada sun'iy intellekt texnologiyalarining bo'lajak pedagoglarni tayyorlashdagi innovatsion ahamiyati tahlil qilingan. Sun'iy intellekt ta'lim jarayonini individuallashtirish, baholash tizimlarini avtomatlashtirish, virtual pedagogik muhitni shakllantirish

hamda interaktiv o'qitish usullarini rivojlantirishda muhim rol o'ynaydi. Yetakchi xalqaro oliy ta'lim muassasalari tajribasi asosida adaptiv o'qitish, o'yinlashtirish, aralash ta'lim hamda reflektiv pedagogika kabi ilg'or yondashuvlar yoritilgan.

Kalit so'zlar: Sun'iy intellekt, innovatsion ta'lim, bo'lajak pedagog, adaptiv o'qitish, gamifikatsiya, reflektiv pedagogika.

Аннотация: В статье анализируется инновационная роль технологий искусственного интеллекта в подготовке будущих учителей. Искусственный интеллект играет важную роль в индивидуализации образовательного процесса, автоматизации систем оценки, формировании виртуальных педагогических сред, разработке интерактивных методов обучения. На основе опыта ведущих мировых высших учебных заведений выделены передовые подходы, такие как адаптивное обучение, геймификация, смешанное обучение, рефлексивная педагогика.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, инновационное образование, будущий учитель, адаптивное обучение, геймификация, рефлексивная педагогика.

Abstract: This article analyzes the innovative role of artificial intelligence technologies in the training of future teachers. Artificial intelligence plays an important role in the individualization of the educational process, automation of assessment systems, the formation of virtual pedagogical environments, and the development of interactive teaching methods. Based on the experience of leading international higher education institutions, advanced approaches such as adaptive learning, gamification, blended learning, and reflective pedagogy are highlighted.

Keywords: Artificial intelligence, innovative education, future teacher, adaptive learning, gamification, reflective pedagogy.

Sun'iy intellektning (SI) ta'lim sohasidagi roli tobora kuchayib bormoqda va bu jarayon bo'lajak ta'lim tizimini tubdan o'zgartirishga olib kelmoqda. Bugungi kunda sun'iy intellekt asosidagi dasturlar va platformalar orqali o'quvchilarga individual yondashuv asosida ta'lim berish, ularning bilim darajasini aniq baholash va qiyinchiliklarga duch kelgan joylarini avtomatik aniqlash mumkin. Masalan, ChatGPT, Gemini, Duolingo kabi dasturlar til o'rganish, matematik masalalar yechish va murakkab mavzularni tushuntirishda yordam beradi. Bundan tashqari, AI tizimlari o'quvchilarning progressini doimiy monitoring qilib, o'qituvchilarga ularga moslashtirilgan metodik tavsiyalar beradi. Bu esa an'anaviy ta'lim usullarini yanada samaraliroq qiladi va har bir o'quvchiga shaxsiy yondashuvni ta'minlaydi.

Yurtimizda ham sun'iy intellekt texnologiyalarini joriy etishda O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to'g'risida"lgi qarori va "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi to'g'risida" 2 gi farmoni doirasida ta'lim sohasida raqamli texnologiyalardan foydalanishni kengaytirish masalasi dolzarb bo'lib qolmoqda[1]. Bugungi kunda **Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti (TATU)** "AI Lab"ni ochib, talabalarga sun'iy intellekt va ma'lumotlar tahlili yo'nalishlarida amaliy mashg'ulotlar o'tkazmoqda. **Samarqand davlat universiteti** ham "Smart Education" loyihasi doirasida AI yordamida til o'rganish platformalarini joriy qilgan. Bundan tashqari, **O'zbekiston Milliy universiteti** va **Inha Universiteti** kabi bir qancha oliy ta'lim muassasalarida sun'iy intellekt asosidagi dasturlash kurslari va ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimlari o'qitilmoqda.

Pedagogik ta'lim jarayonida sun'iy intellektidan foydalanish o'qituvchilarning interaktiv hamkorlik muhitida ishlash malakasini oshirishga, innovatsion metodlarni joriy etishga hamda o'quv jarayonini raqamlashtirishga yordam beradi[2].

Dunyoning nufuzli universitetlari sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalarni ta'limga integratsiya qilish bo'yicha izchil ishlar olib bormoqda. **Massachusetts Texnologiya Instituti (MIT)** "MIT Open Learning" loyihasi orqali AI-yordamchilardan foydalanib, talabalarga shaxsiylashtirilgan o'quv materiallari va virtual laboratoriyalarni taklif etadi. **Xitoyning Tsinghua universiteti** esa AI asosidagi aqlli kampus tizimini joriy etgan bo'lib, bu tizim talabalarning akademik yutuqlarini tahlil qilib, ularga individual tavsiyalar beradi. Shuningdek, **Harvard universiteti** "CS50" kursida AI tutorlardan foydalanib, dasturlashni o'rgatish samaradorligini oshirmoqda[3].

Sun'iy intellekt (SI) – bu inson miyasining ish prinsiplarini taqlid qiluvchi kompyuter tizimlari bo'lib, ma'lumotlarni tahlil qilish, qaror qabul qilish va muammolarni hal qilish qobiliyatiga ega. Ta'lim sohasida SI turli yo'llar bilan qo'llaniladi:

1. Shaxsiylashtirilgan ta'lim – AI algoritmlari har bir o'quvchining bilim darajasi, o'rganish tezligi va zaif tomonlarini hisobga olib, individual o'quv rejalarini yaratadi.

2. Avtomatik baholash– SI test javoblarini, insho va loyihalarni tezkor va xolis baholaydi, o'qituvchilarga vaqt tejash imkonini beradi.

3. Virtual yordamchilar (chatbotlar)– ChatGPT, Gemini kabi dasturlar o'quvchilarga 24/7 rejimida savollarga javob berish, mavzularni tushuntirish va mashqlarni yechishda yordam beradi.

4. O'quvchilarning rivojlanishini prognozlash– Ma'lumotlar tahlili orqali SI o'quvchilarning muvaffaqiyatsizlik xavfini aniqlab, ularga o'z vaqtida aralashish imkonini yaratadi.

Zamonaviy ta'limda innovatsion yondashuvlar – bu o'quv jarayonini qiziqarli, samarali va interfaol qiluvchi yangi metodlar va texnologiyalardir. Ularga quyidagilar kiradi:

1. Gamifikatsiya– O'yinlashtirish elementlarini (ballar, mukofotlar, darajalar) ta'limga qo'llash. Misol uchun, Duolingo til o'rganishni o'yin shaklida taqdim etadi.

2. Adaptiv o'qitish– Har bir o'quvchiga moslashtirilgan dasturlar (masalan, Khan Academy yoki Smart Sparrow platformalari).

3. AR/VR texnologiyalari– Kengaytirilgan (AR) va virtual (VR) realilik yordamida murakkab mavzularni vizual va amaliy tarzda o'rganish (masalan, virtual laboratoriyalar yoki tarixiy hodisalarni simulyatsiya qilish).

4. Reflektiv yondashuv– O'quvchilarni o'z bilimlari va xatolarini tahlil qilishga undash (jurnal yuritish, muhokamalar, o'z-o'zini baholash).

5. Aralash o'qitish (Blended Learning)– An'anaviy darslar va onlayn resurslarni uyg'unlashtirish (masalan, flipped classroom modeli).

6. AI-asosli mentorlik– Sun'iy intellekt yordamida o'quvchilarga real vaqt rejimida maslahatlar berish (IBM Watson Tutor, Carnegie Learning kabi dasturlar).

Pedagoglarni tayyorlash jarayonida sun'iy intellektidan foydalanish innovatsion yondashuv sifatida ta'lim tizimini tubdan o'zgartirishga xizmat qilmoqda. Sun'iy intellekt texnologiyalari o'qitish jarayonini shaxsiylashtirish, ta'lim sifatini oshirish va pedagogik faoliyatni yanada samarali tashkil etish imkoniyatini beradi[4].

Ushbu maqolada tahlil qilingan innovatsion yondashuvlar – adaptiv o'qitish tizimlari, sun'iy intellektga asoslangan tahliliy platformalar, gamifikatsiya, aralash ta'lim modeli va ochiq ta'lim resurslari pedagoglarni zamonaviy ta'lim muhitiga moslashtirishda muhim rol o'ynaydi. Shuningdek, bu texnologiyalar talabalarning kasbiy-pedagogik tafakkurini rivojlantirish, mustaqil fikrlash va tanqidiy yondashuv qobiliyatlarini shakllantirishga yordam beradi.

Xulosa qilib aytganda, sun'iy intellekt zamonaviy ta'limning ajralmas qismiga aylanib bormoqda va O'zbekiston ham bu global trendga moslashish orqali ta'lim sifatini yangi bosqichga ko'tarishi mumkin. Buning uchun izchil strategiya, malakali kadrlar tayyorlash va texnologik infratuzilmani rivojlantirish muhim ahamiyat kasb etadi[5].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 17.02.2021 yildagi PQ-4996-son Qarori. <https://lex.uz/docs/-5297046>
2. **Смирнов, А.И.** Искусственный интеллект в образовании: современные тенденции / А.И. Смирнов. – М.: Образование и наука, 2022. – 245 с.
3. **Johnson, L.** *Digital Transformation in Higher Education* / L. Johnson, R. Adams. – New York: Springer, 2021. – 189 p.
4. T.A.Xo'jaqulov, N.T.Malikova Sun'iy intellekt (o'quv qo'llanma) Toshkent 2020
5. Xolmurodov, B. (2025). Sun'iy intellekt texnologiyalari orqali talabalar qobiliyatlarini baholash va ularga mos dasturlarni taklif qilish. News of the nuuz, 1(1.3. 1), 205-207.

TALABALARINING AXBOROT KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNING O'RNI

Mardanova Feruza Yadgarovna

Buxoro davlat universiteti

Matematik analiz kafedrası o'qituvchisi

Annotatsiya: Ushbu maqolada zamonaviy axborotlashgan jamiyatda har bir inson, ayniqsa yosh avlod — talabalar uchun axborot bilan ishlash ko'nikmalariga ega bo'lish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Globallashtirish, internetning keng joriy qilinishi, sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalarning rivojlanishi bilan birga axborot oqimi tezlashdi, ularni to'g'ri tahlil qilish, baholash va foydalanish ko'nikmalari — ya'ni axborot kompetentligini shakllantirish zamonaviy ta'limning asosiy vazifasiga aylandi.

Kalit so'zlar: axborot kompetentligi, raqamli texnologiyalar, talabalar ta'limi, raqamli savodxonlik, tanqidiy fikrlash, online ta'lim, axborot xavfsizligi, elektron manbalar, sun'iy intellekt, ta'limda innovatsiyalar.

Аннотация: В данной статье в современном информационном обществе каждому человеку, особенно молодому поколению — студентам, важно иметь навыки работы с информацией. С глобализацией, повсеместным внедрением Интернета, развитием искусственного интеллекта и цифровых технологий поток информации ускорился, и формирование навыков ее правильного анализа, оценки и использования — то есть информационной компетентности — стало главной задачей современного образования.

Ключевые слова: информационная компетентность, цифровые технологии, образование студентов, цифровая грамотность, критическое мышление, онлайн-образование, информационная безопасность, электронные ресурсы, искусственный интеллект, инновации в образовании.

Annotation: In this article, in the modern information society, it is important for every person, especially the younger generation - students, to have skills in working with information. With globalization, the widespread introduction of the Internet, the development of artificial intelligence and digital technologies, the flow of information has accelerated, and the formation of skills for its correct analysis, evaluation and use - that is, information competence - has become the main task of modern education.

Keywords: information competence, digital technologies, student education, digital literacy, critical thinking, online education, information security, electronic resources, artificial intelligence, innovations in education

Axborot kompetentligining mohiyati va ahamiyati

Axborot kompetentligi — bu shaxsning turli xil axborot manbalaridan foydalanish, uni saralash, baholash, tahlil qilish va amaliyotda qo'llay olish layoqatidir. Bu kompetensiya quyidagi elementlarni o'z ichiga oladi:

- **Axborotni izlash va topish:** kerakli, ishonchli va zamonaviy ma'lumotni aniqlash.
- **Axborotni tahlil qilish:** axborotning mazmuni, ishonchliligi, dolzarbligini baholash.
- **Axborotni uzatish va almashish:** og'zaki, yozma yoki raqamli shaklda axborotni tushunarli va samarali yetkazish.
- **Axborot xavfsizligi va etikasi:** axborotdan foydalanishda huquqiy va axloqiy me'yorlarga amal qilish.

Bugungi talabalar nafaqat bilim olish, balki bu bilimni topish, qayta ishlash, baholash va mustaqil qaror qabul qilish jarayonlarida faol bo'lishi kerak [1].

Raqamli texnologiyalarning imkoniyatlari

Raqamli texnologiyalar — bu kompyuterlar, internet, mobil ilovalar, sun'iy intellekt, bulutli texnologiyalar, o'quv platformalari kabi vositalarni o'z ichiga oladi. Ular talabalarning axborot kompetentligini rivojlantirishda quyidagi yo'nalishlarda yordam beradi:

Elektron manbalar va kutubxonalar

Talabalar turli xalqaro va mahalliy ma'lumotlar bazalari, elektron darsliklar, maqolalar, e-kitoblar orqali mustaqil izlanish olib borishlari mumkin (masalan, Google Scholar, JSTOR, Ziyonet).

Online ta'lim platformalari

MOOC (Massive Open Online Courses) — Coursera, EdX, Udemy kabi platformalarda talabalar turli fanlardan bepul yoki pullik kurslarni o'zlashtirib, sertifikat olishlari mumkin. Bu bilimni mustaqil izlash va baholash ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Axborot texnologiyalarini o'rgatuvchi dasturlar

Google Workspace (Docs, Sheets, Slides), Microsoft 365, Canva, ChatGPT kabi vositalar yordamida talabalar axborotni qayta ishlash va vizual ifodalash bo'yicha o'z malakalarini oshirishadi.

Sun'iy intellekt va shaxsiylashtirilgan ta'lim

AI asosidagi ta'lim tizimlari (masalan, Khan Academy Kids, Scribe, Duolingo) har bir talabaga mos individual yondashuv asosida ta'lim beradi, bu esa mustaqil fikrlash va qaror qabul qilishga undaydi.

Axborot kompetentligini shakllantirishdagi muammolar

Raqamli texnologiyalarning barcha afzalliklariga qaramasdan, axborot kompetentligini rivojlantirishda ayrim muammolar mavjud:

- Internetdagi noto'g'ri, yolg'on va manipulyativ ma'lumotlarga ishonish;
- Axborotlar tanqidiy tahlil qilinmasligi;
- Plagiat va axborot etikasi normalarining buzilishi;
- Raqamli texnologiyalarni to'g'ri foydalana olmaslik — raqamli savodxonlikning yetishmasligi.

Shu sababli, ta'lim tizimida bu yo'nalishda kompleks yondashuv zarur.

Raqamli texnologiyalar bugungi ta'limning ajralmas qismiga aylangan. Talabalarning axborot kompetentligini rivojlantirish — bu nafaqat zamonaviy bilimlarga ega bo'lish, balki ularni tanqidiy baholay olish, axborotni qayta ishlay olish, axloqiy me'yorlarga rioya qilgan holda ulashish qobiliyatini shakllantirishni ham o'z ichiga oladi. Bu borada raqamli texnologiyalardan to'g'ri foydalanish esa eng muhim vositadir [1],[2].

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Mardanova F.Ya., Rasulov T.H. Advantages and disadvantages of the method of working in small groups in teaching higher mathematics. Academy. 55:4 (2020), pp. 65-68
2. Марданова Ф.Я. [Использование научного наследия великих предков на уроках математики](#). Проблемы педагогики. 6-51 (2020), С. 40-42.

RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA UMUMIY ASTRONOMIYA FANINI O'QITISHNING INTERAKTIV VA VIZUAL YONDASHUVLARI

Tursunov Ikromjon Gulamjonovich
f.-m.f.d., professor,
Chirchiq davlat pedagogika universiteti
Tillaboyev Azlarxon Magbarxonovich
p.f.f.d.(PhD), dotsent,
Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada umumiy astronomiya fanini zamonaviy raqamli texnologiyalar yordamida o'qitishning interaktiv va vizual yondashuvlari tahlil qilingan. Interaktiv metodikalar yordamida fazoviy tafakkur, kuzatuvchanlik, tahliliy fikrlash va mustaqil izlanish kompetensiyalarini shakllantirishning mexanizmlari yoritilgan. Shuningdek, dars jarayonida vizual taqdimotlarning, animatsiyalarning, 3D modellashirish vositalarining o'rni ko'rsatib berilgan.

Kalit soʻzlar: raqamli texnologiyalar, interaktiv taʼlim, virtual laboratoriya, Stellarium, 3D simulyatsiya, AR/VR texnologiyalari, vizual yondashuv, taʼlimda innovatsiyalar, raqamli pedagogika.

Kirish. XXI asrda taʼlim sohasida yuz berayotgan jadal oʻzgarishlar, ayniqsa raqamli texnologiyalarning kirib kelishi, pedagogik jarayonlarga tubdan yondashishni talab qilmoqda. Rivojlangan mamlakatlar tajribasi shuni koʻrsatmoqdaki, fan va texnikaning murakkab yoʻnalishlarini oʻqitishda anʼanaviy yondashuvlar oʻz samarasini yoʻqotmoqda va ularning oʻrnini interaktiv, vizual va axborot-kommunikatsiya texnologiyalariga asoslangan metodlar egallamoqda. Shu nuqtai nazardan, umumiy astronomiya fanini zamonaviy texnologiyalar asosida oʻqitish taʼlim sifati va samaradorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Umumiy astronomiya fani oʻzining tabiati jihatidan koʻproq kuzatuvga, vizual tasavvurga va abstrakt tafakkurga tayanganligi sababli, uni raqamli vositalar yordamida oʻqitish talabalarida chuqurroq tushuncha hosil qilish imkonini beradi. Xususan, Stellarium, Celestia, Sky Map, Solar System Scope kabi interaktiv platformalar orqali osmon jismlarining holati va harakatini vizual tarzda kuzatish, talabalarida real fazoviy tasavvurni shakllantirishga xizmat qiladi.

Olingan natijalar, taklif va tavsiyalar. Raqamli texnologiyalarning umumiy astronomiya fanini oʻqitishdagi ahamiyati, ayniqsa talabalarning ilmiy tafakkurini shakllantirishda tutgan oʻrni juda katta ahamiyatga ega. Amaliy tajribalar va kuzatishlar shuni koʻrsatdiki, interaktiv va vizual vositalardan foydalanilgan mashgʻulotlar talabalarida astronomik tushunchalarni puxta oʻzlashtirishga yordam beradi. Jumladan, Stellarium va Celestia dasturlari orqali real vaqtli osmon hodisalarini kuzatish, ularning strukturaviy xususiyatlarini tahlil qilish imkoniyatini yaratadi. Bu esa nafaqat fanga boʻlgan qiziqishni oshiradi, balki mustaqil fikrlash va kuzatuvchanlik koʻnikmalarini ham rivojlantiradi.

Oʻtkazilgan monitoring natijalariga koʻra, raqamli vositalar yordamida tashkil etilgan mashgʻulotlarda talabalarning faolligi va ishtiroki sezilarli darajada oshgan. Shu asosda quyidagi taklif va tavsiyalar ishlab chiqildi:

1. Umumiy astronomiya fanini oʻqitishda raqamli taʼlim platformalarini muntazam joriy etish – bu oʻquv jarayonining vizuallashtirishini taʼminlaydi va oʻquvchilarning qiziqishini oshiradi;
2. Taʼlim muassasalarida zamonaviy astronomik dasturlar (Stellarium, Universe Sandbox, Sky Map va boshqalar) bilan jihozlangan multimedia sinflarini tashkil etish;
3. AR/VR texnologiyalar yordamida Quyosh tizimi, yulduzlar evolyutsiyasi kabi mavzularni modellashtirish boʻyicha qisqa animatsiyalar va interaktiv topshiriqlar ishlab chiqish;
4. Talabalarning mustaqil izlanish faoliyatini qoʻllab-quvvatlash uchun onlayn kuzatuvlar (masalan, NASA va ESA saytlari orqali) bilan bogʻlangan topshiriqlarni oʻquv dasturiga integratsiya qilish;
5. Professor-oʻqituvchilar uchun malaka oshirish kurslarida raqamli pedagogik vositalardan foydalanish boʻyicha maxsus modullarni joriy etish.

Ushbu tavsiyalar asosida umumiy astronomiya fanini oʻqitish samaradorligini sezilarli darajada oshirish, talabalar tafakkurini kengaytirish va zamonaviy texnologiyalarni taʼlim jarayoniga chuqur singdirish mumkin.

Xulosa. Zamonaviy taʼlim jarayonida fanlarni oʻqitishda innovatsion va raqamli yondashuvlardan foydalanish tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Umumiy astronomiya fanining oʻziga xos xususiyatlari – abstrakt tushunchalarga boyligi, fazoviy tasavvur va kuzatuvchanlikni talab qilishi, bu fanni oʻqitishda interaktiv va vizual texnologiyalarni qoʻllashni zaruratga aylantiradi.

Raqamli texnologiyalarga asoslangan oʻquv modeli asosida astronomik bilimlarni talabalarga yanada chuqurroq va tushunarliroq yetkazish mumkin. Xususan, virtual kuzatuvlar, multimedia simulyatsiyalar, 3D modellar, real vaqtli osmon harakati animatsiyalari va boshqa interaktiv vositalar talabalarning mashgʻulotlarga boʻlgan motivatsiyasini oshirib, ularning tahliliy fikrlash, ilmiy muloqot va amaliy kompetensiyalarini shakllantirishda muhim rol oʻynaydi.

Shuningdek, ushbu yondashuvlar asosida talabalarni nafaqat tayyor maʼlumotni qabul qiluvchi, balki mustaqil izlanish olib boruvchi, muammoga yechim topuvchi va ilmiy fikr yurituvchi shaxs sifatida tarbiyalash imkoniyati yaratiladi. Umuman olganda, umumiy astronomiya fanini raqamli

texnologiyalar asosida o'qitish nafaqat ta'lim sifatini oshiradi, balki raqamli savodxonlik, ijodkorlik va texnologik tafakkurni shakllantirishga ham xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Емец Н.П. Использование интерактивных компьютерных моделей в обучении астрономии студентов физических специальностей педагогических вузов. Автореферат дис...кан.пед.наук. – Санкт-Петербург, 2009. – 19 с.
2. Sattorov I., Sattorova B.J., Tillaboyev A.M. Kompyuter texnologiyalari muhitida astronomiya o'qitishning ayrim masalalari // Pedagogika. – Toshkent, 2015. – № 3. –69-73 b.
3. Slater T.F., Tatge C.B. Research on Teaching Astronomy to College Students. W.H. Freeman and Company. – 2017. – 230 p.
4. Impey Ch., Buxner S. Astronomy Education. Institute of Physics Publishing. – 2019. 5-17 p.
5. Lelliott A. Teaching Astronomy Through Virtual Simulations and Online Labs: A Systematic Review // International Journal of Science Education. – 2019. – Vol. 41(14). – pp. 1905-1923.
6. Coble K., Connelly R., Bailey J.M. Online Astronomy Education: Engaging Students Through Digital Platforms // Journal of Astronomy & Earth Sciences Education. – 2020. – Vol. 7(1). – pp. 45-62.
7. Нарбаев А.Б. Астрономияни инновацион ёндашув асосида ўқитишда медиатаълим восита сифатида: Пед. фан. ... фалс. д-ри (Phd) ... дис. – Термиз: ТерДУ, 2021.
8. Тиллабоев А.М. Астрономия курсини ўқитишда виртуал лабораторияларнинг аҳамияти // “Tabiiy-ilmiy fanlarni o'qitishda fundamental va amaliy yondashuvlar”. Respublika ilmiy anjuman materiallari to'plami. –Chirchiq, 2022. –306-310 b.
9. Stellarium Astronomy Software. – URL: <https://stellarium.org> (murojaat qilingan sana: 15.04.2025).
10. International Astronomical Union – Education Portal. – URL: <https://iau.org/education/> (murojaat qilingan sana: 14.04.2025).

AXBOROT TEXNOLOGIYALARI FANINI O'QITISHDA INNOVATSION YONDASHUVLAR

Ismoilova Mahsuma Narzikulovna

dotsent, Buxoro davlat universiteti Amaliy matematika va dasturlash texnologiyalari kafedrası

Annotatsiya: Ushbu maqolada axborot texnologiyalari fanlarini o'qitishda yangi pedagogik texnologiyalardan samarali foydalanish masalalari yoritilgan. Zamonaviy ta'lim jarayonida innovatsion metodlar, masofaviy ta'lim, interaktiv dars uslublari va raqamli platformalarning ahamiyati keng tahlil qilinadi. Maqolada o'qitish sifatini oshirish, talabalarning faolligini kuchaytirish va axborot savodxonligini rivojlantirishda yangi pedagogik yondashuvlarning o'rnini asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: axborot texnologiyalari, pedagogik texnologiyalar, innovatsion ta'lim, masofaviy o'qitish, interaktiv metodlar, raqamli platformalar, zamonaviy ta'lim, o'quv jarayoni.

Zamonaviy ta'lim tizimi globallashuv va raqamli transformatsiya sharoitida keskin o'zgarishlarga duch kelmoqda. Xususan, axborot texnologiyalari fanlarini o'qitishda an'anaviy yondashuvlar o'z samarasini yo'qotib, o'rniga innovatsion va interaktiv pedagogik texnologiyalar kirib kelmoqda. UNESCO ma'lumotlariga ko'ra, 2024-yil holatiga dunyo bo'yicha 70 foizdan ortiq ta'lim muassasalari o'quv jarayonida raqamli vositalardan faol foydalanmoqda, bu esa axborot texnologiyalarining o'quvchilarga individual yondashuvni ta'minlashdagi samaradorligini ko'rsatadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022–2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida”gi farmonida ta'limda raqamlashtirish jarayonlarini jadallashtirish muhim ustuvor yo'nalish sifatida belgilangan. Bu esa

pedagog kadrlar oldiga zamonaviy texnologiyalarni o'zlashtirish va ularni o'quv jarayoniga joriy etish vazifasini qo'yadi.

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT)ning jadal rivojlanishi zamonaviy ta'lim jarayoniga chuqur ta'sir ko'rsatmoqda. Ayniqsa, texnik va tabiiy fanlar qatorida axborot texnologiyalari fanlarini zamonaviy pedagogik yondashuvlar asosida o'qitish, ta'lim sifatini oshirishning muhim omilidir [1].

Pedagogik texnologiyalarning rivojlanishi dars jarayonini interfaol, samarali va talaba shaxsiga yo'naltirilgan tarzda tashkil etishga imkon beradi. Bunda o'qituvchi faqat bilim beruvchi emas, balki yo'naltiruvchi, motivator va fasilitator rolini bajaradi [2].

Kelajakda axborot texnologiyalarining o'qitish metodikalariga integratsiyalashuvi yanada chuqurlashadi. Sun'iy intellekt, virtual reallik, masofaviy o'quv tizimlari kabi zamonaviy vositalar o'quvchilarning bilim olish motivatsiyasini oshirish bilan birga, o'qitish jarayonining interaktiv va adaptiv xususiyatga ega bo'lishiga zamin yaratadi. Tahlillarga ko'ra, 2030-yilga kelib, dunyodagi ta'lim tizimlarining 80 foizdan ortig'i to'liq yoki qisman raqamlashtirilgan shaklga o'tadi. Bu esa pedagogik texnologiyalarni yangilash va ularni axborot fanlari bilan uyg'unlashtirishni dolzarb masalaga aylantiradi.

So'nggi yillarda axborot texnologiyalari fanlarini o'qitishda qo'llanilayotgan pedagogik yondashuvlar bo'yicha ko'plab ilmiy ishlar olib borilgan. Xususan, J. Jonbekov (2021) tomonidan olib borilgan tadqiqotda zamonaviy pedagogik texnologiyalar, jumladan, multimedia vositalari, virtual laboratoriyalar va raqamli simulyatsiyalarning o'quv jarayoniga ta'siri tahlil qilingan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, bu vositalar talabalarning fanlarni o'zlashtirish darajasini 30–35 foizga oshirishga xizmat qilgan.

Xalqaro tadqiqotlar ham ushbu yo'nalishda o'z aksini topgan. Masalan, Iqtisodiy hamkorlik va taraqqiyot tashkiloti (2024) hisobotida raqamli texnologiyalar bilan qo'llab-quvvatlangan ta'lim platformalarining o'quvchilarning muammoli fikrlash va axborot tahlil qilish ko'nikmalariga ijobiy ta'siri borligi e'tirof etilgan. Ayniqsa, gamifikatsiya, AR/VR texnologiyalari, sun'iy intellekt asosidagi tahliliy tizimlar pedagogik metodika tarkibiga kirib kelmoqda.

2027-yilga borib ta'limda sun'iy intellekt va adaptiv o'qitish tizimlaridan foydalanish global darajada 60 foizga yetadi (McKinsey Education Report, 2023). Ilmiy manbalar asosida shuni aytish mumkinki, axborot texnologiyalari fanlarini o'qitishda yangi pedagogik texnologiyalarning joriy etilishi o'quv jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshirmoqda. Xususan, interaktiv metodlar (gamifikatsiya, onlayn testlar, muammoli vaziyatlar asosida o'qitish) va raqamli platformalardan foydalanish natijasida talabalar faolligining 40–50 foizga oshgani kuzatilgan (World Bank EdTech Report, 2024). O'zbekistonda ham bu boradagi ijobiy siljishlar kuzatilmoqda. Statistika agentligining 2023-yilgi ma'lumotlariga ko'ra, oliy ta'lim muassasalarining 70 foizidan ortig'i o'z o'quv jarayonida raqamli ta'lim vositalaridan foydalanishni yo'lga qo'ygan. Shu bilan birga, o'quvchilarning IT fanlari bo'yicha o'zlashtirish darajasi raqamli platformalardan foydalanilmagan guruhlariga nisbatan 1,3 baravarga yuqori bo'lgan. Yangi pedagogik texnologiyalarni qo'llash nafaqat ta'lim sifatini oshiradi, balki o'quvchilarning analitik fikrlash, mustaqil qaror qabul qilish va axborot bilan ishlash kompetensiyalarini ham rivojlantiradi. Bu, o'z navbatida, ta'limda sifatli kadrlar tayyorlashga xizmat qiladi.

2025–2030-yillar oralig'ida sun'iy intellekt va individual o'qitish tizimlaridan foydalanishning jadal sur'atda rivojlanishi kutilmoqda. Bu esa o'qituvchilar va ta'lim tashkilotlari uchun yangi metodik vositalarni joriy etish va yangicha yondashuvlarga tayyor bo'lishni talab qiladi. Shu sababli, ilg'or pedagogik texnologiyalarni IT fanlariga uyg'unlashtirish ustuvor yo'nalish bo'lib qolmoqda.

Axborot texnologiyalari fanlarini o'qitishda yangi pedagogik texnologiyalarning qo'llanilishi ta'lim jarayonini interaktiv, samarali va raqamlashtirilgan muhitda tashkil etish imkonini beradi. Innovatsion yondashuvlar, xususan, masofaviy ta'lim platformalari, sun'iy intellekt asosidagi o'quv tizimlari, virtual laboratoriyalar va gamifikatsiya metodlari talabalarning o'quv motivatsiyasini kuchaytirib, o'zlashtirish darajasini sezilarli darajada oshiradi. Quyidagi texnologiyalar ayniqsa axborot texnologiyalari fanlari uchun mos keladi:

Interaktiv ta'lim usullari – talabani o'quv jarayonining faol ishtirokchisiga aylantiradi. Masalan, "klaster", "fishbone", "debat" kabi metodlar darsda muhokama va tahlilga asoslangan faoliyatni kuchaytiradi [3].

Masofaviy va aralash ta'lim – ayniqsa pandemiya davridan keyin keng ommalashgan Moodle, Google Classroom, Zoom kabi vositalar yordamida darslarni tashkil qilish imkoniyati yaratildi.

Raqamli platformalar va resurslar – videodarslar, animatsiyalar, o'quv dasturlari orqali fan mazmuni ancha oson va tushunarli yetkaziladi. Virtual laboratoriyalar, simulyatorlar yordamida amaliyotga yaqinlashtirilgan muhit yaratiladi [4].

Jahon banki va UNESCO tomonidan e'lon qilingan 2023-yilgi hisobotlarga ko'ra, raqamli texnologiyalardan foydalangan ta'lim tizimlari an'anaviy usullarga nisbatan 35–50% ga yuqori natijalarni ko'rsatgan. Bu esa, O'zbekiston ta'lim tizimi uchun ham yangi imkoniyatlar eshigini ochadi. Shu munosabat bilan, axborot fanlarini o'qitishda zamonaviy pedagogik yondashuvlarni bosqichma-bosqich joriy etish dolzarb va zarur masalalardan biri hisoblanadi. Shu asosda **axborot texnologiyalari fanlarida innovatsion dars ishlanmalarini yaratish va ularni amaliyotga joriy etish; xalqaro tajribani o'rganib, AR/VR, sun'iy intellekt, chatbotlar va raqamli laboratoriyalarni o'quv dasturlariga tatbiq etish; o'quvchilarning individual o'qitish tizimlarini ishlab chiqish kabilar amalga oshirilishi bilan** axborot texnologiyalari fanlarini zamonaviy texnologiyalar asosida o'qitish nafaqat ta'lim sifatini oshiradi, balki raqobatbardosh, mustaqil fikrlovchi, ijodkor yoshlar yetishtirilishiga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Xasanov A. Pedagogik texnologiyalar asoslari. – Toshkent: O'qituvchi, 2021.
2. Axmedova N. Interfaol o'qitish metodlari. – Samarqand, 2020.
3. Bahromov J. Zamonaviy dars: yondashuvlar va usullar. – Buxoro: Ilm ziyo, 2022.
4. UNESCO. ICT in Education: A Critical Review. – Paris, 2019.
5. Paul G. Zurkowski. The Information Literacy Concept. – 1974.

SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYASI ORQALI XORIJIY TIL O'RGANUVCHI TALABALARINING RAQAMLI KO'NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH

To'rayeva G.H.

*Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalari
kafedrası katta o'qituvchisi*

Istamova Maftuna Ergash qizi

*Axborot tizimlari va texnologiyalari
ta'lim yo'nalishi 3-bosqich talabasi*

Annotatsiya. Mazkur maqolada sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining xorijiy til o'rgatuvchi talabalarning raqamli kompetensiyalarini shakllantirish va rivojlantirishdagi o'rni yoritiladi. SI asosida ishlab chiqilgan platformalar – tilni o'rganish, muloqot qilish va baholash jarayonlarini interaktiv va shaxsga moslashtirilgan tarzda olib borish imkonini bermoqda. Shuningdek, maqolada raqamli savodxonlik, axborotni tanqidiy tahlil qilish va texnologik vositalardan samarali foydalanish ko'nikmalarining xorijiy til o'rgatishdagi ahamiyati ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar. Sun'iy intellekt, xorijiy til, raqamli kompetensiya, kompyuter savodxonligi, ta'limdagi muammo, individual yondashuv.

Аннотация. В данной статье рассматривается роль технологий искусственного интеллекта (ИИ) в формировании и развитии цифровых компетенций студентов, изучающих иностранные языки. Платформы, основанные на ИИ, позволяют организовать процесс изучения языка, коммуникации и оценки в интерактивной и персонализированной форме. Кроме того, в статье анализируется значение цифровой грамотности, критического анализа

информации и эффективного использования технологических средств в преподавании иностранных языков.

Ключевые слова. Искусственный интеллект, иностранный язык, цифровая компетентность, компьютерная грамотность, проблема в сфере образования, индивидуальный подход.

Annotation. This article explores the role of artificial intelligence (AI) technologies in the development and enhancement of digital competencies among students studying foreign languages. AI-based platforms enable language learning, communication, and assessment to be conducted in an interactive and personalized manner. The article also examines the importance of digital literacy, critical information analysis, and effective use of technological tools in foreign language education.

Key words. Artificial intelligence, foreign language, digital competence. computer literacy, educational issue, individual approach

Raqamli texnologiyalar rivojlanib borar ekan, ta'lim tizimida ham ularning ahamiyati ortib bormoqda. Xususan, xorijiy tilni o'rganishda sun'iy intellekt (SI) asosidagi vositalar o'quv jarayonini samarali tashkil etish, til ko'nikmalarini chuqurlashtirish va talabalar raqamli savodxonligini oshirishda muhim vositaga aylanmoqda. Shu o'rinda raqamli kompetensiya tushunchasiga, talabalarda ushbu ko'nikmaning qay darajda shakllanganligiga aniqlik kiritib olish lozim.

Raqamli kompetensiya – bu shaxsning raqamli texnologiyalar, axborot-kommunikatsiya vositalari va internet-resurslardan maqsadli, samarali, xavfsiz hamda mas'uliyatli foydalanish bo'yicha zarur bilim, ko'nikma va kompetensiyalar majmuasidir. Bu kompetensiya axborotni izlash, tahlil qilish, yaratish, baholash va almashinishni, shuningdek, raqamli muhitda kommunikatsiya va hamkorlikni tashkil etishni o'z ichiga oladi.

Ko'p yillik pedagogik faoliyatim davomida talabalarning raqamli kompetensiyasi turli ta'lim yo'nalishlarida turli darajada ekanligiga guvoh bo'lamiz. Oxirgi 4-5 yildagi faoliyatim bevosita Xorijiy tillar fakultetining Tarjima nazariyasi va amaliyoti hamda Filologiya va tillarni o'qitish ta'lim yo'nalishlari bilan bog'liq bo'lganligi bois ushbu ta'lim yo'nalishlardagi talabalarning raqamli ko'nikmalaridagi tafovut yaqqol ko'zga tashlanadi. Mazkur ta'lim yo'nalishlariga Axborot texnologiyalari fanidan dars berish jarayonida raqamli kompetensiya bilan bog'liq bo'lgan quyidagi muammolarga duch kelamiz:

- Ta'lim yo'nalishlaridagi ingliz tilini o'rganuvchi guruhlar nemis va fransuz tilini o'rganivchi guruhlariga nisbatan ancha ilg'or. Ular amaliy mashg'ulot davomida qo'yilgan vazifani tez anglab, tez bajarib topshirishlariga guvoh bo'lamiz;
- Nemis tili va fransuz tilini o'rganuvchi guruhlarini taqqoslaganda nemis tili guruhlarini fransuz tili guruhlariga nisbatan ilg'orroq hisoblanadi;
- Amaliy mashg'ulotlarni bajarishda eng past ko'rsatkichli guruhlar fransuz tilini o'rganuvchi guruhlar hisoblanadi;
- Aksariyat talabalarda kompyuter savodxonligi, hatto, matn terish ko'nikmalari mavjud emas. Vaholanki, fan dasturlari kompyuter savodxonligiga ega bo'lgan talabalar uchun moslab tuzilgan;
- Bunday tendensiyani har ikkala yo'nalishlarda: Tarjima nazariyasi va amaliyoti hamda Filologiya va tillarni o'qitish yo'nalishlarida kuzatish mumkin;

Yuqorida sanab o'tilgan muammolar tabiiyki, dars jarayonining sifatiga ta'sir qiladi. Bunday muammolarning yuzaga kelishiga qator sabablar mavjud. Xususan, o'rta maktablardagi informatika darslariga nisbatan befarqlik va informatika fani o'qituvchilarining yetarli bilim, malakaga ega emasligi, maktablardagi moddiy-texnik bazaning qoniqarsiz ahvolda ekanligi, viloyat va tumanlardagi talabalarning kompyuter bilan mustaqil shug'ullanishlari uchun moliyaviy barqarorlikning mavjud emasligi va hokazo [1].

Ushbu holatga ilmiy nuqtai nazardan yondashib, sun'iy intellekt texnologiyalarining ta'sirini tahlil qilamiz.

Ta'lim jarayonida sun'iy intellekt texnologiyalarining joriy etilishi, ayniqsa xorijiy tillarni o'qitish kontekstida, turli guruhlar o'rtasidagi tafovutlarni kamaytirish va umumiy bilim saviyasini

oshirishda muhim vosita bo'lib xizmat qiladi. Sun'iy intellekt texnologiyalari yordamida hal qilish mumkin bo'lgan quyidagi yechimlarni taklif qilish mumkin:

1. Individuallashtirilgan o'qitish: ChatGPT, Grammarly, Quillbot kabi vositalar talabaning darajasiga mos ravishda tushuntirish va tuzatish kiritishga yordam beradi

2. Kam o'zlashtiruvchi guruhlar bilan ishlash: Quizlet+AI Assistant platformasi har bir talabaga mos tempda topshiriq beradi, ularning mustaqil o'rganishini qo'llab-quvvatlaydi. Talaba uchun fleshkartlar, testlar va topshiriqlar yaratadi [2].

3. Kompyuter savodxonligini oshirish: Ovozli boshqaruvga asoslangan ilovalar, typing-treninglar va interaktiv mashqlar orqali boshlang'ich ko'nikmalarni shakllantirish mumkin:

Typing (matn terish) ko'nikmalari uchun: typingclub.com (boshlang'ich darajadagi darslardan to murakkab mashqlargacha, har bir foydalanuvchi uchun statistik tahlil mavjud), keybr.com (avtomatik sozlanadigan mashqlar, moslashtirilgan yondashuv asosida tezlikni oshirishga yordam beradi), ratatype.com (guruhlar bilan ishlash imkoniyati, sertifikat olish funksiyasi mavjud).

Ovozli boshqaruv: Microsoft Dictate. Microsoft Office dasturlariga qo'shimcha ilova sifatida o'rnatiladi. Word, PowerPointda ovozli buyruqlar orqali matn kiritish.

Interaktiv IT savodxonligi kurslari. digitallearn.org (boshlang'ich kompyuter bilimlari (fayl ochish, elektron pochta, internet qidiruvi, juda sodda interfeys, maxsus boshlang'ichlar uchun mo'ljallangan), edu.gcfglobal.org (kompyuter, internet, Microsoft Office, Google Docs, va boshqalar bo'yicha bepul videodarslar, interaktiv sinov va mashqlar bilan birga).

4. Moslashtirilgan o'quv kontenti: SI yordamida o'quv materiali har bir guruh uchun talabalarning imkoniyatlari, saviyasiga moslashtirilib ishlab chiqiladi va optimallashtiriladi.

Sun'iy intellekt asosida ishlovchi ta'lim platformalarining raqamli ko'nikmalarni rivojlantirishdagi o'rni alohida ta'kidlash joiz.

- Talabalarda axborotni tanqidiy tahlil qilish, onlayn resurslardan foydalanish va virtual muhitda muloqot qilish ko'nikmalarini shakllantiradi.

- Ularni ijtimoiy tarmoqlarda shaxsiy axborot xavfsizligini ta'minlashga o'rgatadi [3].

Amaliy taklif va tavsiyalar. Ta'lim muassasalarida sun'iy intellektga asoslangan dars modullarini joriy etish, Xorijiy til o'qituvchilari uchun SI vositalaridan foydalanish bo'yicha malaka oshirish kurslarini tashkil qilish, talabalarni mustaqil ishlashga, SI vositalaridan foydalangan holda kreativ fikrlashga yo'naltirish.

Sun'iy intellekt texnologiyalari xorijiy til yo'nalishidagi talabalar o'rtasidagi bilim darajasi farqlarini kamaytirish, raqamli kompetensiyalarni rivojlantirish va o'quv jarayonini samarali tashkil etishda muhim vositadir. U individual yondashuvni ta'minlab, kompyuter savodxonligini oshirishga yordam beradi va ta'lim sifati oshishiga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Axborot texnologiyalari fanining o'quv dasturi / 60230100 – Filologiya va tillarni o'qitish: ingliz tili, nemis tili, fransuz tili; 60230200 – Tarjima nazariyasi va amaliyoti: ingliz tili, nemis tili, fransuz tili ta'lim yo'nalishlari uchun / Buxoro – 2024.

2. Kukulska-Hulme, A, Helen Lee. Intelligent assistants in language learning: an analysis of features and limitations / <http://research-publishing.net>. 2020.

3. Ming Yang Liu. Exploring the Application of Artificial Intelligence in Foreign Language Teaching: Challenges and Future Development / SHS Web of Conferences 168, 03025. 2023.

INGLIZ TILINI O'RGATUVCHI DASTURIY TA'MINOTNI C++ BUILDER TILIDA ISHLAB CHIQISH

Avezov Mardonbek Abdullayevich

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat

pedagogika instituti "Informatika

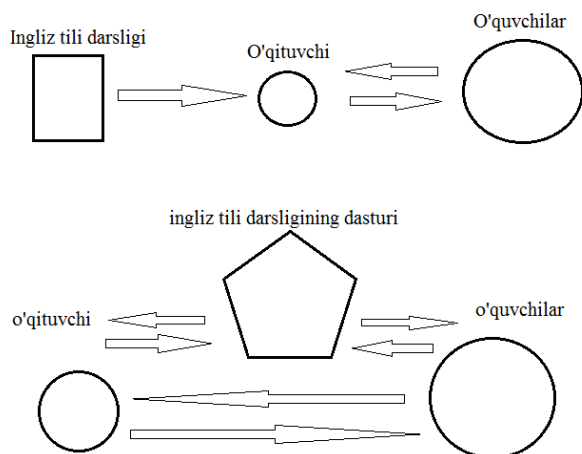
o'qitish metodikasi" kafedrasi o'qituvchisi

“Vatanimizning kelajagi, xalqimizning ertangi kuni, mamlakatimizning jahon hamjamiyatidagi obro' etibori avvalambor, farzandlarimizning o'nib-o'sib, ulg'ayib, qanday inson bo'lib hayotga kirib borishiga bog'liqdir. Biz bunday o'tkir haqiqatni hech qachon unutmashimiz kerak”-deb ta'kidlagan edi O'zbekiston Respublikasi birinchi Prezidenti I. Karimov.

Bugungi kunda ta'lim tizimida o'qitishning sifat darajasini oshirish va jamiyatimizga yetuk kadrlar tayyorlash bo'yicha tadbirlar olib borilmoqda. Ta'lim tizimida axborot kommunikatsiya texnologiyalarni (AKT) qo'llash bunday vaziyatda ayni muddao hisoblanadi.

Hozirda maktabgacha ta'lim va o'rta ta'lim muassasalaridan boshlab ingliz tilini chuqur o'rgatish yo'lga qo'yildi. Bu bilan yosh avlodni intellektual jihatdan yetuk qilib tarbiyalash asosiy vazifa hisoblanadi. Ayni paytda bunday o'quv maskanlarida ingliz tilini boshlang'ich darajadan boshlab o'rgatish uchun maktab darsliklari chop etilmoqda va ta'lim tizimiga joriy qilinmoqda. Bizning maqsadimiz shu darsliklarni AKTni qo'llash orqali ta'lim samaradorligini oshirish, o'qitish sifatini va o'quvchilarning darslarni o'zlashtirish tezligini yanada oshirish hisoblanadi. Mazkur ishda. Mazkur ishda C++ Builder muhitida yaratilgan **English for Beginners** dasturi havola qilinadi[Культин:1]. Ushbu dastur ingliz tilida boshlang'ich bilimlarga ega bo'lmagan har qanday ingliz tilini o'rganuvchilar uchun samara beradi. Dasturning afzallik jihatlaridan biri bu uning oddiyligi va unda ishlashning osonligidir. Unda asosan ingliz tilidagi kerakli bo'lgan umumiy darslar kiritilgan. Bu darslar orqali o'quvchilar va o'rganuvchilar harflarning, sonlarning, kishilik olmoshlarning yozilishi, aytilishi misollar bilan keltirib berilgan.

Dasturning boshqa dasturlardan farqi shundaki bu dasturda ekran suxandoni bo'lib u o'rgatilayotgan har bir predmetning inglizcha aytilishini talaffuz qilib beradi. Bu esa ayni navbatda o'quvchining yangi so'zlarni eshitish orqali yangi so'zni o'zlashtirishi ancha tez bo'ladi. Masalan o'qituvchi dars jarayonida o'rtacha 20 ta o'quvchiga qarata har bir so'zning aytilishi tarjimasini aytishi mumkin. O'quvchilar bu so'zni yoki gapni tushunmagan hollarda uni bir marta yoki ikki marta takrorlashi mumkin. Bu dastur esa avtomat tizim bo'lgani uchun har bir gapni o'quvchi o'zlashtirib olguncha takrorlashi va talaffuz qilishi mumkin. Yana shuni aytish kerakki dars jarayonida o'quvchilar faqat o'qituvchi orqali darslikni tushunishi o'zlashtirishi mumkin. Bunda o'quvchilar va darslik o'rtasida o'qituvchi orqali bir taraflama aloqa yuzaga keladi. Bu holda darslikning elektron dasturi ishga solinganda esa o'qituvchi, o'quvchi va darslikning dasturi o'rtasida 3 tomonlama aloqa yuzaga keladi.



Kelajagi buyuk davlatni qurish – tafakkuri, dunyoqarashi yuksak, komil insonlarga, yetuk mutaxassislarga ko'p jihatdan bog'liqdir. Shu bois yangicha fikrlaydigan, yuqori malakali, chuqur bilimli mutaxasislarni tayyorlash davr talabi bo'lib qoldi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Никита Культин. Самоучитель С++ Builder. Издательство БХВ-Петербург 2004.
2. Фаронов В. В. Turbo java. — СПб.: БХВ- Санкт-Петербург, 2004. – 1056 с. 15-40 сс, 31-40 сс.
3. Слинкин Д.А. Основы программирования на Турбо-Паскале: Учебно-методическое пособие для студентов вузов. Шадринск: Изд-во Шадринского пединститута, 2003. - 244 с. 45-54 сс.
4. М.У.Ашуров, Н.Д.Мирзахмедова. Turbo java дастурлаш тили.(услугий кўлланма), Тошкент ТДПУ – 20116- 10. 14-17, 36-38, 50-70 betlar.

MATEMATIKANI O'QITISHDA PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALARNI QO'LLASH

Boboyeva Muyassar Norboyevna

Buxoro davlat universiteti

Matematik analiz kafedrasida katta o'qituvchisi

Annotatsiya: Ushbu maqolada pedagogik texnologiyalarning darslarda foydalanishdagi afzalliklari va dolzarbligi keltirilgan. Bugungi kunda matematikani o'qitishda foydalaniladigan ba'zi texnologik vositalar haqida fikr yuritilgan.

Kalit so'zlar: pedagogik texnologiya, texnologik vositalar, interaktiv texnologiyalar, raqamli vositalar, matematika dasturlari, interaktiv ta'lim platformalari, mobil ilovalar.

Аннотация: В статье представлены преимущества и актуальность использования педагогических технологий на уроках. Обсуждаются некоторые технологические инструменты, используемые сегодня в преподавании математики.

Ключевые слова: педагогические технологии, технологические инструменты, интерактивные технологии, цифровые инструменты, математические программы, интерактивные образовательные платформы, мобильные приложения.

Annotation: This article presents the advantages and relevance of using pedagogical technologies in lessons. Some of the technological tools used in teaching mathematics today are discussed.

Key words: pedagogical technology, technological tools, interactive technologies, digital tools, mathematics programs, interactive educational platforms, mobile applications.

Matematika ta'limi doirasida pedagogik texnologiyalarni qo'llash bugungi kunda ta'lim tizimining samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu mavzu matematikani o'qitishda ilg'or pedagogik uslublar, interaktiv texnologiyalar, raqamli vositalar va virtual dasturlarni samarali qo'llashni o'rganish bilan bog'liq. Pedagogik texnologiyalar yordamida o'quvchilarning matematik tushunchalarni o'zlashtirish darajasi oshadi, o'qitish jarayoni qiziqarli va samarali bo'ladi.

Matematika ta'limi har bir jamiyatning rivojlanishiga muhim ta'sir ko'rsatadi. Ammo an'anaviy usullar bilan ta'lim berish ba'zan o'quvchilarning qiziqishini susaytiradi va matematikani tushinishda qiyinchiliklarga olib keladi. Pedagogik texnologiyalarni o'quv jarayoniga joriy etish matematikani o'rganishning samaradorligini sezilarli darajada oshirishi mumkin. Bu texnologiyalar o'quvchilarga interaktiv va vizual tushunchalar yordamida yangi bilimlarni o'zlashtirish imkonini yaratadi. Bundan tashqari, matematikani o'rganish jarayonida o'quvchilarning mustaqil fikrlash, muammoni yechish va kreativlik kabi ko'nikmalarini rivojlantirish uchun ham pedagogik texnologiyalar muhim vosita hisoblanadi.

Matematika o'qitish jarayonida pedagogik texnologiyalardan foydalanish o'quvchilarning matematik tushunchalarni anglash va ularni amaliyotga tatbiq etishdagi samaradorligini oshiradi. Pedagogik texnologiyalar, masalan, interaktiv ta'lim dasturlari, onlayn platformalar ta'lim jarayonini yanada jonli va qiziqarli qiladi. Bunday texnologiyalar o'quvchilarga murakkab matematik masalalarni yechishda yangi yondashuvlarni o'rganish imkonini beradi.

Bugungi kunda matematikani o'qitishda foydalaniladigan ba'zi texnologik vositalar quyidagilardan iborat:

1. **Matematika dasturlari** – GeoGebra, Mathematica, MATLAB kabi dasturlar matematik masalalarni yechishda va tushunchalarni vizualizatsiya qilishda yordam beradi.

2. **Interaktiv ta'lim platformalari** – Khan Academy, Coursera va boshqa onlayn resurslar orqali matematikani yanada tushunarli qilish mumkin.

3. **Mobil ilovalar** – Mobil telefonlar va planshetlar orqali matematik ta'limni o'rganish o'quvchilarga qulay va amaliy usulda ta'lim olish imkonini beradi.

Pedagogik texnologiyalarni matematika ta'limiga joriy etish nafaqat o'quvchilarning qiziqishini oshiradi, balki ularga matematik bilimlarni hayotda qo'llash imkoniyatini yaratadi. Shu bilan birga, o'qituvchilar uchun ta'limni yanada samarali tashkil etish, o'quvchilarning individual ehtiyojlarini qondirishda yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Boboyeva M.N. Increasing creative activity of students by application of methods of analysis and synthesis in mathematics lessons. *ResearchJet Journal of Analysis and Inventions*. 3:05 (2022), p.67-75.

2. Boboyeva M., Qutliyeva Z. (2019). Formation of elementary mathematical concepts in preschool children. *J. Global Research in Math. Archives*, 6(11),10-12.

«RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA “MATEMATIK MODELLASHTIRISH” FANINI O'QITISHNING SAMARALI METODLARINI ISHLAB CHIQISH»

Narzullayeva Feruza Sodiqovna
Buxoro davlat universiteti

Annotatsiya: Raqamli ta'lim muhitida “Matematik modellashtirish” fanini o'qitishning zamonaviy metodikasi o'quv jarayonini yaxshilashni ta'minlashga xizmat qiladi. Ushbu maqolada kompyuter texnologiyalaridan foydalanilgan holda ushbu fanni o'qitishda qo'yilgan innovatsion ishlab chiqarish tahlil qilinadi. Maqolada interaktiv platformalar, virtual simulyatsiyalar va sun'iy intellekt asosidagi ishlab chiqarishni o'qitish jarayoniga integratsiya qilish masalalari ko'rib chiqiladi. Talabalarning analitik fikrlash va amaliy ko'nikmalarini oshirishga metodik tavsiyalar ishlab chiqiladi. Maqola raqamli ta'limning tartibi va xizmatlarini muhokama qiladi hamda o'qituvchilar uchun metodik qo'llanma sifatida xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: hisoblash ta'lim, matematik modellashtirish, metodika, innovatsion texnologiyalar, interaktiv platformalar.

Аннотация: В тезисе рассмотрены вопросы совершенствования методики преподавания дисциплины «Математическое моделирование» в условиях цифровой образовательной среды. Обосновано значение цифровых технологий в развитии аналитического и проектного мышления студентов.

Ключевые слова: цифровая образовательная среда, математическое моделирование, методика, интерактивные платформы, визуализация, цифровая компетенция.

Annotation: In the digital educational environment, "The modern methodology of teaching the subject of mathematical models serves to improve the educational process. In this article, innovative production analyzes are used in the teaching of this subject using computer technologies. The article

considers the issues of integrating interactive platforms, virtual simulations, and production based on artificial intelligence into the educational process. Methodological recommendations are developed to increase students' analytical thinking and practical vision. The article is digital. discusses the procedures and services of education and serves as a methodical guide for teachers.

Keywords: computing education, mathematical modeling, methodology, innovative technologies, interactive platforms.

Zamonaviy ta'lim tizimida texnologiya o'quv jarayonini tubdan o'zgartirmoqda. "Matematik modellashtirish" fani, o'zining amaliy va nazariy ahamiyati tufayli, kerakli ta'lim muhitida o'qitishda yangi metodikalarni talab qiladi. Ushbu fan talabalarda analitik fikrlash, matematik modellar yordamida hal qilish ko'rinishini shakllantiradi. Maqolaning maqsadi — raqamli ta'lim muhitida ushbu fanni o'qitish metodikasini ta'minlash yo'llarini aniqlash va amaliy tavsiyalar ishlab chiqarish [1]. "Matematik modellashtirish" fanini raqamli ta'lim muhitida o'qitish metodikasini takomillashtirish zarurati dolzarb va muhim ilmiy-amaliy masalalardan biridir.

Matematik modellashtirish — real hayotdagi jarayonlar va hodisalarni matematik vositalar yordamida ifodalash va tahlil qilish imkonini beruvchi muhim fanlar qatoriga kiradi. Ushbu fanni samarali o'qitish zamonaviy texnologiyalar, ya'ni raqamli platformalar, interaktiv simulyatsiyalar, sun'iy intellekt vositalari va raqamli laboratoriyalarni didaktik maqsadlarga moslashtirish orqali amalga oshirilmoqda [2].

Asosiy qism

1. : Raqamli ta'lim muhitining xususiyatlari:

Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, raqamli ta'lim muhitida taqdim etilgan matematik modellar, vizualizatsiya elementlari, algoritmik fikrlashni rivojlantiruvchi mashqlar va modellashtirish platformalari (masalan, GeoGebra, MATLAB, Wolfram Mathematica) orqali talabalar abstrakt tushunchalarni tezroq va chuqurroq anglashga erishadilar. Bu esa talabalarning fanga bo'lgan qiziqishini oshirib, amaliy bilimlarni egallash samaradorligini ta'minlaydi [3].

2. O'qitish metodikasini takomillashtirish yo'llari

Raqamli ta'lim muhitida "Matematik modellashtirish" fanini o'qitish metodikasini takomillashtirish uchun quyidagi yo'nalishlarda ish olib borish mumkin:

- **Amaliylikka e'tibor qaratish:** O'quv materiallarini real hayotdagi muammolar bilan bog'lash, talabalarga amaliy ko'nikmalarni shakllantirish.

- **Individual yondashuvni ta'minlash:** Har bir talabaning individual ehtiyojlarini hisobga olish, ularga moslashtirilgan o'quv dasturlarini yaratish.

- **Baholash tizimini takomillashtirish:** Talabalarning bilim va ko'nikmalarini baholash uchun zamonaviy usullardan (masalan, portfolio, loyihalar, testlar) foydalanish.

3. Takomillashtirilgan metodikaning modeli:

Takomillashtirilgan metodika quyidagi elementlardan iborat bo'lishi mumkin:

- **O'quv maqsadi:** Talabalarda "Matematik modellashtirish" fani bo'yicha bilim va ko'nikmalarni shakllantirish.

- **O'qitish usullari:** Ma'ruzalar, amaliy mashg'ulotlar, loyihalar, guruhli ish.

- **Baholash usullari:** Portfolio, loyihalar, testlar.

4. Innovatsion metodik ishlab chiqarishlar:

- **Interaktiv platformalar :** Zoom va Microsoft Teams kabi qurilmalar orqali real vaqt rejimida guruhlar tashkil etish.

- **Sun'iy intellekt asosida ishlab chiqarish:** web platforma yordamida talabalarning bilim darajasi tahlil qilinib, shaxsiylashtirilgan ishlab chiqish taklif etiladi.

- **O'yinlashtirish (gamification) :** Matematik modellar yordamida o'quv o'yinlari yaratish.

5. Takomillashtirish modeli:

Matematik modellashtirish fanini o'qitish metodikasini takomillashtirish uchun quyidagi model taklif etiladi [4]:

- **Bosqichli ta'lim tizimi** – oddiydan murakkabga qarab bosqichma-bosqich o'qitish;

• **Gamifikatsiya elementlari** – darslarga o‘yin elementlarini qo‘shish orqali qiziqishni oshirish;

• **Real hayotiy loyihalar** – talabalarga haqiqiy muammolarni modellashtirish bo‘yicha topshiriqlar berish;

• **Tahliliy platformalar** – o‘quvchilarning o‘zlashtirish darajasini doimiy kuzatish va optimallashtirish.

6. Raqamli texnologiyalarni joriy etish natijalari

Ushbu model asosida ta‘lim jarayonini takomillashtirish quyidagi natijalarga olib keladi:

- Talabalar bilim olish jarayonining samaradorligi oshadi;
- Talabalar dars jarayonlarini innovatsion usullarda olib borish imkoniyatiga ega bo‘ladilar;
- Ilmiy-tadqiqot va amaliy ishlar natijalari aniqroq bo‘ladi.

7. Metodik tavsiyalar

• O‘qituvchilarning kompyuter platformalarini tanlashda fanning o‘ziga xos fayllarni olishlari kerak.

• Har bir darsda amaliy topshiriqlar (masalan, iqtisodiy yoki fizik jarayonlarni modellashtirish) kiritilishi.

Ushbu model talabalarning fanni yanada samarali o‘zlashtirishlariga, ularning mantiqiy fikrlash, muammolarni yechish va axborotni tahlil qilish ko‘nikmalarini rivojlantirishga yordam beradi.

Xulosa

• Raqamli ta‘lim muhitida "Matematik modellashtirish" fanini o‘qitish metodikasini takomillashtirish talabalarning fanga bo‘lgan qiziqishini oshirishga, ularning bilim va ko‘nikmalarini rivojlantirishga va natijada ta‘lim sifatini yaxshilashga olib keladi.

Adabiyotlar:

1. Ahmadov, A. (2023). Raqamli ta‘limning zamonaviy tendensiyalari. *Ta‘lim jurnali* , 45(3), 12-18.
2. Smit, J. (2022). Matematik modellashtirishda raqamli vositalar. *Ta‘lim texnologiyasi jurnali* , 19(4), 56-63.
3. Qodirov, B. (2024). Sun‘iy intellektning ta‘limdagi o‘rni. *Ilm-fan yangiliklari* , 10(2), 25-30.
4. Jonson, L. (2021). Raqamli ta‘limning muammolari. *Xalqaro ta‘lim sharhi* , 15(1), 89-94.

BO‘LAJAK FIZIKA O‘QITUVCHILARINING METODIK KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISH DARAJALARI VA BAHOLASH

Tursunov Adizjon Nurali o‘g‘li

Buxoro davlat universiteti Fizika kafedrasi doktoranti

ANNOTASIYA. O‘qituvchilarning kasbiy kompetensiyasi ularning pedagogik faoliyatni amalga oshirishga tayyorligini, shuningdek uning kasbiy xususiyatlarini aks ettiradi. Shu sababli, hozirgi vaqtda o‘qituvchilarga kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish uchun katta talablar qo‘yiladi. Kasbiy kompetensiya muammosi ko‘plab mahalliy va xorijiy olimlarning ishlarida faol o‘rganilmoqda, Maqola bo‘ljak fizika o‘qituvchisini kasbiy kompetensiyaning muhim tarkibiy qismi bo‘lgan innovatsion ta‘lim texnologiyalaridan foydalanib metodik kompetentligini rivojlantirishga bag‘ishlagan.

Kalit so‘zlar: pedagogik faoliyat, ta‘lim tizimi, innovatsion ta‘lim texnologiyalari, kasbiy kompetentlik, fizika o‘qituvchisi, fizik eksperiment, o‘quv jarayoni.

АННОТАЦИЯ. Профессиональная компетентность педагогов отражает их готовность к осуществлению педагогической деятельности, а также ее профессиональные особенности.

Поэтому в настоящее время к педагогам предъявляются большие требования по развитию профессиональных компетенций. Проблема профессиональной компетентности активно исследуется в работах многих отечественных и зарубежных ученых, статья посвящена развитию методической компетентности будущего учителя физики с использованием инновационных образовательных технологий, являющихся важной составляющей профессиональной компетентности.

Ключевые слова: педагогическая деятельность, система образования, инновационные образовательные технологии, профессиональная компетентность, учитель физики, физический эксперимент, учебный процесс.

ANNOTATION. The professional competence of teachers reflects their readiness to carry out pedagogical activities, as well as its professional characteristics. Therefore, at present, teachers are given great requirements for the development of professional competencies. The problem of professional competence is actively studied in the work of many domestic and foreign scientists, the article devoted the future physics teacher to the development of methodological competence using innovative educational technologies, which are an important component of professional competence.

Keywords: pedagogical activity, educational system, innovative educational technologies, professional competence, physics teacher, physical experiment, educational process.

Kirish. Jahon mehnat bozori talablariga mos keladigan raqobatbardosh kadrlarni tayyorlash oliy ta'lim tizimining eng asosiy funksional xususiyatlaridan biri sanalib, buni samarali amalga oshirilishi mazkur tizimda faoliyat olib borayotgan pedagoglarning kasbiy kompetentligiga bevosita bog'liqdir. Chunki oliy ta'lim tizimida faoliyat ko'rsatayotgan pedagog-ustozlar qanchalik mahoratli, bilimdon, malakali va tajribali bo'lsa, bir so'z bilan aytganda "o'z kasbining ustasi" bo'lsagina, "Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi"da belgilangan maqsadlarga erishish jarayoni shunchalik samarali kechishi ta'minlanadi. "Ta'lim to'g'risida"gi qonunning 48-moddasida "Ta'lim oluvchilarning majburiyatlari" sifatida quyidagilar ko'rsatib o'tilgan bo'lib [1], bular:

o'quv dasturlari asosida bilim, malaka va ko'nikmalarni o'zlashtirishi, mashg'ulotlarga qatnashishi, ularga mustaqil tayyorgarlik ko'rishi, pedagog xodimlarning topshiriqlarini bajarishi;

ta'lim-tarbiya jarayonining boshqa ishtirokchilariga nisbatan jismoniy va (yoki) ruhiy zo'ravonlik ishlatmasligi va ularning o'z majburiyatlarini bajarishiga to'sqinlik qilmasligi;

ustav (ta'sis hujjati) talablariga, ichki tartib-qoidalariga, vaqtincha yashash joylari qoidalariga va ta'lim faoliyatini tashkil etish hamda amalga oshirishga oid boshqa ichki hujjatlar talablariga rioya etishi;

axloqiy, ma'naviy va jismoniy kamol topishga hamda o'z dunyoqarashini kengaytirishga intilishi;

ta'lim-tarbiya jarayoni ishtirokchilarining sha'ni, qadr-qimmatini va ishchanlik obro'sini hurmat qilishi;

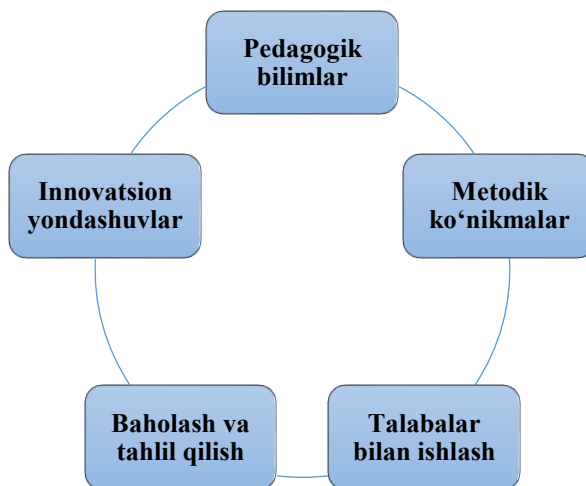
ta'lim tashkilotining mol-mulkini, moddiy va madaniy boyliklarini asrashi shart.

Metodik kompetentlikni baholash mezonlari quyidagi ko'rsatkichlar asosida aniqlanadi:

	Baholash ko'rsatkichi	Tavsif
1	Bilim darajasi	Fizika didaktikasi, metodik tizim, ta'lim texnologiyalari bo'yicha nazariy bilimlar.
2	Amaliy ko'nikmalar	Dars ishlanmasi tuzish, o'quv mashg'ulotlarini tashkil etish va olib borish ko'nikmalari.
3	Analitik-tanqidiy yondashuv	O'quv jarayonidagi muammolarni tahlil qilish va metodik yechim topish salohiyati.
4	Ijodkorlik	Yangi metodik g'oyalarni ilgari surish, o'quv materiallarini didaktik qayta ishlash qobiliyati.
5	Refleksiya	O'z faoliyatini tahlil qilish, xatolarni aniqlash va ularni bartaraf etish yo'llarini aniqlay olish.

“Kompetentlik” (inglizcha: “competence” “qobiliyat”) faoliyatda nazariy bilimlardan samarali foydalanish, yuqori darajadagi kasbiy malaka, mahorat va iqtidorni namoyon eta olishni ifodalaydi. Har bir pedagog faoliyati davomida olib boradigan ishlarini tartibga solish loyihalash, hamda loyihalash madaniyatiga e’tibor qaratish kerak [2; 32-b.].

O’qituvchilarning metodik kompetentligi - bu o’qituvchilarning ta’lim jarayonini samarali tashkil etish, o’qituvchilarning bilim va ko’nikmalarini rivojlantirish uchun zarur bo’lgan bilim, ko’nikma va malakalarga ega bo’lishidir. Ushbu kompetentlik quyidagi asosiy jihatlarni o’z ichiga oladi [2; 37-b.]:



1-rasm. O’qituvchining metodik kompetentligining asosiy jihatlari

Hozirgi vaqtda o’qitishning zamonaviy texnik vositalari (kompyuterlar, multimediyali o’qitish dasturlari, internetresurslar)ni axborot ma’lumotlari ehtiyojlariga mos ravishda qo’llanilishi ta’lim samaradorligini oshirishga hamda uni yangi sifat darajalariga olib chiqishga imkoniyat yaratib bermoqda. Zamonaviy ta’lim tizimi talablari asosida o’qituvchilar faoliyatini tashkil etish shakl va metodlarini takomillashtirishda axborot-kommunikatsion texnologiyalari imkoniyatlaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa: Dunyodagi rivojlangan mamlakatlar singari mamlakatimiz ta’lim tizimida faoliyat yuritayotgan kadrlar ham ijtimoiy, iqtisodiy va siyosiy hayotda yuqori bilimga ega bo’lishlari hamda har tomonlama kompetentli bo’lishlari zarur. Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari yutuqlaridan foydalanish, o’z navbatida mavjud to’plangan ma’lumot, axborotlar ustida ishlash, ya’ni ularni tahlil qilish, tushuntirish hamda undan foydalanish yoki foydalanmaslik xaqida qaror qabul qilishni bilish xorijiy til o’qituvchisi kompetentligini rivojlantirishga ta’sir etuvchi omillardan hisoblanadi. Kompetentli yondashuvining yana bir muhim tomoni globallashuv jarayonida o’qituvchining o’z ustida mustaqil ishlashi, axborot kommunikatsiya texnologiyalari so’nggi yangiliklarini muttasil o’zlashtirib borishi kerak bo’ladi. Yuqorida ta’kidlangan fikrlarni tahlil qilsak, kasbiy kompetentlik – o’qituvchining shaxsiy sifatleri, faoliyati maqsadi va vazifalarini belgilash, o’z navbatida ularning qatoriga zamonaviy axborot kommunikatsiya texnologiyalarni qo’llay olish, o’ziga xos tadqiqotchilik qirralari ham ko’shilishi tushuniladi. Pedagoglarning kasbiy kompetentligi – uning kasbiy bilim ko’nikmasi, shaxsiy sifatleri, zamonaviy axborot kommunikatsiya texnologiyalarini qo’llay olish qobiliyati va professional tayyorgarligini belgilovchi sifat ko’rsatkichidir” – deb, ifodalash maqsadga muvofiq bo’ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro’yxati

1. O’zbekiston Respublikasining Qonuni, 23.09.2020 yildagi O’RQ-637-son.
2. Э.Г.Исламгалиев Профессиональная компетентность педагога (социологич. анализ): Дисс... канд. соц. наук – Екатеринбург, – 2003. 32-37 с.
3. R.H.Jo’raev, O’.Tolipov. Pedagogik faoliyat, texnologiyalar va mahorat // “Uzluksiz ta’lim”. 2003. 84-b.

4. M.H.Lutfillayev, Sh.A.Abdullaeva., M.T.Shodmonqulov. Zamonaviy ta'limda raqamli tizimlarni qo'llash: Filologiya va pedagogika sohasida zamonaviy tendensiyalar va rivojlanish omillari // Toshkent. 2020. –b. 121-127.

5. А.А. Аминов – “umumta'lim maktabning 9-sinf o'quvchilariga nanotexnologiyalarga oid kompetensiyalarni innovatsion texnologiyalari asosida takomillashtirish: Образование и инновационные исследования международный научно-методический журнал // - 2021. - № 6. - 84-b.

6. Н.Г.Блохинаю Методическая система формирования понятия об элементарных частицах в курсе физики основной школы: Автореф. дисс. канд... пед. наук. // Москва. МГОПУ. - 2009. -с. 18– 42.

7. J.G.Yuldoshev, S.A.Usmonov. Pedagogik texnologiya asoslari // Toshkent, O'qituvchi. - 2004. – 120 b.

8. https://web-journal.ru/index.php/ilmiy/article/view/4865?utm_source=chatgpt.com

9. https://oriens.uz/uz/journal/article/umumiy-orta-talim-muassasalarida-oqituvchilarning-metodik-kompetentligini-rivojlantirishning-tendensiyalari/?utm_source=chatgpt.com

IQTISODIY JARAYONLARDA MATEMATIK MODELAR TUZISH METODIKASI

Qobilov Komiljon Hamidovich

Buxdu, “AMDT” kafedrası o'qituvchisi
Toyirova Umida Ilhomovna BuxDU tyutori

Annotatsiya: Bu maqolada bozor munosabatlari sharoitida iqtisodiyotni ratsional boshqarish tamoyillari o'rganiladi undan tashqari matematik modellashtirishga iqtisodiyotdagi turli masalalarni o'rganuvchi va ularni yechish usullarini yaratuvchi matematikaning bir yo'nalishi deb qarash mumkin. Matematik usullar oddiy ananaviy usullarni inkor etmasdan, balki ularni yanada rivojlantirishga va ob'ektiv o'zgaruvchan natija ko'rsatkichlarini boshqa ko'rsatkichlar orqali muayyan tahlil qilishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: modellashtirish, prognozlashtirish, iqtisodiy tahlil, optimal dasturlash, matematik statistik usul, ekonometrik usullar.

Аннотация: В статье рассматриваются принципы рационального управления экономикой в рыночных условиях. Кроме того, математическое моделирование можно считать разделом математики, который изучает различные проблемы экономики и создает методы их решения. Математические методы не отрицают простые традиционные методы, а скорее способствуют их дальнейшему развитию и анализу объективно изменчивых показателей результатов через другие показатели.

Ключевые слова: моделирование, прогнозирование, экономический анализ, оптимальное программирование, математические статистические методы, эконометрические методы.

Abstract: The article discusses the principles of rational management of the economy in market conditions. In addition, mathematical modeling can be considered a section of mathematics that studies various problems of the economy and creates methods for solving them. Mathematical methods do not deny simple traditional methods, but rather contribute to their further development and analysis of objectively variable performance indicators through other indicators.

Keywords: modeling, forecasting, economic analysis, optimal programming, mathematical statistical methods, econometric methods.

“Matematik modellashtirish” fani bozor munosabatlari sharoitida iqtisodiyotni ratsional boshqarish tamoyillarini o'rgatadi. “Modellashtirish” deganda qaror qabul qiluvchi shaxs tomonidan

q'oyilgan maqsadga erishishda bajariladigan maqbul ishlar rejasi tushuniladi. Matematik usullar oddiy ananaviy usullarni inkor etmasdan, balki ularni yanada rivojlantirishga va ob'ektiv o'zgaruvchan natija ko'rsatkichlarini boshqa ko'rsatkichlar orqali muayyan tahlil qilishga yordam beradi. Matematik usullarning va kompyuterlarning milliy iqtisodiyotni boshqarishdagi afzalliklari shundaki, ular yordamida modellashtirilayotgan ob'ektga omillarning ta'siri, natija ko'rsatkichiga resurslarning o'zaro munosabatlari o'rganiladi. Iqtisodiyotda matematik modellashtirishning ahamiyati quyidagilarda namoyon bo'ladi:

- Matematik modellashtirish usullari yordamida moddiy, mehnat va pul resurslaridan oqilona foydalaniladi.
- Matematik usullar va modellar iqtisodiy va tabiiy fanlarni rivojlantirishda yetakchi vosita bo'lib xizmat qiladi.
- Matematik usullar va modellar yordamida tuzilgan prognozlarni umumiy amalga oshirish vaqtida ayrim tuzatishlarni kiritish mumkin bo'ladi.
- Matematik modellar yordamida iqtisodiy jarayonlar faqat chuqur tahlil qilinibgina qolmasdan, balki ularning yangi o'rganilmagan qonuniyatlarini ham ochish imkoni yaratiladi. Shuningdek, ular yordamida iqtisodiyotning kelgusidagi rivojlanishini oldindan aytib berish mumkin.
- Matematik usullar va modellar hisoblash ishlarini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish bilan birga, aqliy mehnatni yengillashtiradi va iqtisodiy soha xodimlarning mehnatini ilmiy asosda tashkil etadi hamda boshqaradi. [1]

Matematik modellashtirish usullari - bu iqtisodiy sohalarida optimal qarorlar qabul qilishda matematik vositalarni qo'llashdir. Bu modellashtirish butun iqtisodiyotni har tomonlama matematika yordamida tahlil qilish va qaror qabul qilish imkonini beradi.

Matematik modellashtirish o'z ichiga maxsus fanlar tizimidan iborat bo'lgan tushuncha va qoidalarni oladi.

Modellar yordamida tahlil qilishda iqtisodiy jarayonlari o'zaro birgalikda bir-birlari bilan bog'langan holda, bir-birlarini to'ldirib o'rganiladi. Bunda ularni bir-birlarini bog'lab turuvchi har qanday omillar, sabablar, asoslar, hodisalar, jarayonlar o'rganilib chiqiladi va baholanadi. Buning uchun ular chuqur, har tomonlama, asosiy va qo'shimcha, ahamiyatga ega bo'lgan va ahamiyatga ega bo'lmagan, aniqlangan va aniqlanmaydigan guruhlariga ajratiladi. [2] Shundan keyin, eng avvalo iqtisodiy jarayonlarga ta'sir etuvchi, ahamiyatga ega bo'lgan, asosiy va aniqlovchi omillar ta'siri o'rganiladi. Iqtisodiy jarayonlarga barcha omillarning ta'sirini o'rganish juda ham murakkab masala bo'lib, amalda har doim ularni hisobga olish zarur emas. Korxonaning biznes-rejasini bajarilishiga samarali ta'sir etuvchi omillarni aniqlash va ularni ta'sirini o'rganish ushbu ta'sirlarni baholash va iqtisodiy tahlil etishda matematik modellardan foydalanishni taqozo etadi. Matematik modellashtirish fanining predmeti bo'lib iste'molchi, ishlab chiqaruvchi korxona, birlashma, assotsiatsiyalarning faoliyatlaridagi iqtisodiy jarayonlar, ular faoliyatidagi ob'ektiv va sub'ektiv omillar ta'siri ostida ijtimoiy-iqtisodiy samaradorlik va moliyaviy natijalarni matematik modellar tizimi orqali ifodalash tushuniladi. Matematik modellashtirish fanining predmeti bo'lib, ichki va tashqi omillar ta'siri ostida xo'jalik jarayonlarini va pirovard natijalarni shakllantirish va ularni matematik usullar orqali baholash tushuniladi. Turli xildagi omillar xo'jalik jarayonlariga muntazam ta'sir o'tkazib, ular turli iqtisodiy qonunlarni ifodalaydilar. Masalan, modellashtirish jarayonida baho omilini ta'sirini o'rganishni qarab chiqaylik. Agar bozorda xomashyo, materiallar, yarim fabrikatlar va tayyor mahsulotlarning bahosi o'zgarsa, buning ta'siri iqtisodiyot sohalarida, jumladan sanoat, qishloq xo'jaligi, savdo va boshqa sohalarining barcha moliyaviy ko'rsatkichlariga ta'sir qiladi. [3]

Iqtisodiy tahlilda matematik modellashtirish fanining vazifalari quyidagilardan iborat;

- 1) biznes-rejalar va me'yorlarini ilmiy-iqtisodiy asoslash;
- 2) biznes-rejalarni bajarilishini ob'ektiv va har tomonlama o'rganish va me'yorlarga rioya qilish;
- 3) mehnat, moddiy va moliyaviy resurslardan foydalanishni iqtisodiy samarasini aniqlash;
- 4) tijorat hisobi talablarini amalga oshirishni nazorat qilish;
- 5) ichki imkoniyatlarni topish va baholash bilan xo'jalikni rivojlantirish va nisbatlarini aniqlash;
- 6) ilg'or tajribalarni umumlashtirish bilan boshqarish qarorlarini optimalligini tekshirish.

Yuqorida keltirilgan vazifalar iqtisodiyotning ko'p qirrali va ko'p variantli ekanligini ko'zda tutgan holda o'zgarishi ham mumkinligini bildiradi. Matematik usullar va modellardan keng foydalanish iqtisodiy tahlil yo'nalishlarini takomillashtiradi, turli jarayonlar o'rtasidagi bog'lanishlar, ularning o'zgarishlarini miqdoriy ko'rsatkichlar bilan ifodalashga va o'zgarish tendensiyalarini aniqlashga imkoniyatlar yaratib iqtisodiy tahlilning samarasini oshiradi. Buning natijasida tahlil qilish muddati kamayishi bilan iqtisodiy, tijorat faoliyatiga ta'sir qiluvchi omillarni to'la qamrab olish va ulardan eng asosiylarini, ta'siri sezilarlilarini ajratib, avvalgi taqribiy hisob-kitoblarni aniq hisoblar bilan almashtirish, ko'p o'lchamli masalalarni tuzish va yechish, qo'lda amalga oshiriladigan murakkab hisob-kitoblarni kompyuterlarda amalga oshirishga imkon yaratadi. [4]

Korxonalar faoliyatini tahlil qilishda matematik usullardan foydalanish quyidagilarni bajarishni talab qiladi:

korxona iqtisodiyotini o'rganishga tizimli yondoshish, uning turli faoliyatlari o'rtasidagi mavjud barcha o'zaro bog'lanishlarni hisobga olish. Bunday sharoitlarda tahlil qilishning o'zi kibernetika nuqtai nazaridan sistemali sifat oladi;

iqtisodiy tahlil yordamida yechiladigan masala va iqtisodiy jarayonlarni miqdoriy tavsiflarini ifodalovchi matematik modellar majmuasini yaratish;

korxonaning faoliyati haqidagi iqtisodiy ma'lumotlar tizimini takomillashtirish;

iqtisodiy tahlil qilish uchun maqsadli iqtisodiy ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash, saqlash va yetkazib berishni amalga oshiruvchi texnik vositalarni mavjud bo'lishi;

iqtisodchi-amaliyotchilardan matematik modellashtirishda matematik-hisobchilardan, operator-dasturchilardan iborat maxsus analitik guruhlar tashkil qilish.

Iqtisodiy tahlilda matematikning turli bo'limlaridan foydalaniladi. Masalan: Elementar matematika usullari turli resurslarga bo'lgan ehtiyojlarni asoslashda, ishlab chiqarish xarajatlarini hisoblashda, rejalarni ishlab chiqishda, balans hisob-kitoblarida qo'llaniladi. Oliy matematikaning klassik usullarini boshqa usullar doirasida qo'llanibgina qolmay (masalan, matematika statistika va matematik dasturlashtirish), balki o'zlari ham alohida qo'llaniladi. Bunga sabab ko'pgina iqtisodiy ko'rsatkichlarni omilli tahlil qilishda differensiallash va integrallash usullaridan keng foydalaniladi. Matematik modellashtirishda matematik-statistika usullaridan ham keng foydalaniladi. Agar tahlil qilinayotgan ko'rsatkichlar o'rtasidagi bog'lanishlar determinallashtirilgan bo'lmay statistik bo'lsa, unda statistika va ehtimollar usullaridan foydalanish - amaliyotdagi birdan-bir izlanishlar instrumenti hisoblanadi. Iqtisodiy tahlilda matematik-statistika usullaridan eng keng tarqalgani - juft va ko'p omilli korrelyatsiya tahlilidir. Bir o'lchamli statistik tahlillarni o'rganishda variatsion qatorlar, taqsimotlar qonunlari, tanlash usullaridan keng foydalaniladi. Ko'p o'lchamli statistik to'plamlarni o'rganishda korrelyatsiya, regressiya, dispersiya, kovariatsiya, spektral, komponent va faktorlar turidagi tahlillardan foydalaniladi. Ekonometrik usullar uchta sohaga taalluqli bo'lgan bilimlar sinteziga asosan quriladi; iqtisodiyot, matematika va statistika. Ekonometrikaning asosi bo'lib iqtisodiy model hisoblanadi va uni iqtisodiy jarayonni ilmiy abstraksiya yordamida tuzilgan sxemasi deb tushuniladi va u shu jarayonni xarakterli sifatlarini ifodalaydi. Zamonaviy iqtisodiyotda «xarajatlar - ishlab chiqarish» usuli eng keng tarqalgan usul bo'lib qoldi. Bu matritsa ko'rinishidagi model bo'lib, shaxmat sxemasi bo'yicha tuziladi, xarajatlar va ishlab chiqarish o'rtasidagi bog'lanishni eng kompakt holda ifodalaydi. Zarur hisoblarni amalga oshirishni qulayligi, iqtisodiy asoslashlarni aniqligi - matritsaviy modellarni asosiy xususiyatlaridir. Bular ma'lumotlarni qayta ishlashni avtomatlashda va mahsulot ishlab chiqarishni rejalashtirishni kompyuterlashda foydalanishga imkon beradi. [5]

Matematik dasturlash - zamonaviy amaliy matematikaning juda rivojlanib borayotgan bo'limidir. Matematik dasturlash usullari iqtisodiyot bilan bog'liq bo'lgan masalalarni yechishda asosiy vositadir. O'zining mazmuni bo'yicha bu usullar rejali hisoblash vositasidir. Ularni biznes-rejani bajarilishini iqtisodiy tahlil qilishdagi afzalliklari va qimmatligi shundan iboratki, ular reja vazifalarini asoslashda baholash imkonini yaratadilar, limitlanayotgan uskuna, xomashyo va materiallar turlarini aniqlaydilar, ishlab chiqarish resurslarini tanqisligini baholashga imkon beradilar. Operatsiyalarni tadqiq qilish deganda maqsad bo'yicha yo'naltirilgan operatsiyalar usuli olingan yechimlarni miqdoriy baholash va ulardan eng yaxshilarini tanlash tushuniladi. Operatsiyalarni

o'rganish usuli predmeti bo'lib iqtisodiy tizimlar, korxonalarning ishlab chiqarish – xo'jalik faoliyatlari hisoblanadi. Maqsadi bo'lib tizim elementlarini tarkibiy o'zaro shunday bog'lanishlari hisoblanadiki, bu mumkin bo'lgan iqtisodiy ko'rsatkichlarning eng yaxshilariga erishishga imkon beradi. O'yinlar nazariyasi operatsiyalardagi izlanishlarning bir bo'limi bo'lib, noaniq va konfliktli sharoitda bir necha tomonlarning turli qiziqishlarini hisobga olgan holda optimal qaror qabul qilishni matematik modellari nazariyasidir. Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi ehtimollar nazariyasi asosida ommaviy xizmat ko'rsatish jarayonlarini miqdoriy baholashni matematik usullar orqali o'rganadi, izlanadi. Har qanday sanoat korxonasining har qanday tarkibiy qismini xizmat ko'rsatish tizimining ob'ekti ko'rinishida o'rganish mumkin. Ommaviy xizmat ko'rsatish bilan bog'liq bo'lgan barcha masalalarning umumiy xususiyati bo'lib, o'rganilayotgan hodisa, jarayonlarning tasodifiyligidir. [6]

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Введение в математическое моделирование: Учеб. пос. –М.: Логос, 2004
2. Громенко В.М., Громенко В.М. Методы и модели в экономике: Учеб. пос. – М.: МГОУ, 2006
3. Доугерти К. Введение в эконометрику. Учебник. -М.: ЮНИТИ, 2001.
4. Забудский Г.Г. Математическое моделирование в экономике. Учеб. пос. – Омск.: ОмГУ, 2008
5. Карманов В.Г. Математическое программирование. Учеб пос. –М.: Физматлит, 2011.
6. Конюховский П. Математические методы исследования операций в экономике: Учеб. пос. - СПб.: Питер, 2000.

TEXNOLOGIYA DARSLARIDA ROBOTOTEXNIKA BO'LIMINI O'QITISH METODIKASI.

Muradova Dildora Shuhratovna

“Texnologik ta’lim” yo’nalishi

2-kurs “D” guruh talabasi

Navoiy davlat universiteti

Hamroyeva Sevara Nasriddinova

Dotsent

Navoiy davlat universiteti

Annotatsiya: Hozirgi kunda bo'lajak texnologiya o'qituvchilarini tayyorlashda Texnologiya faniga, IT kasblarga qiziqishni uyg'otish va ta'lim sohasida Arduino to'plamlarini tadbiq etish, o'zlashtirish asosida ochiq, moslashuvchan, induviduallashgan, zamonaviy ta'lim texnologiyalaridan foydalanishga alohida e'tibor qaratilmoqda va bu o'quv jarayonida o'zining ijobiy natijalarini namoyon etmoqda.

Kalit so'zlar: texnologiya, robototexnika, Arduino, svetodiod, maketni plata, ulovchi simlar, ulash kodi.

Аннотация: В настоящее время при подготовке будущих преподавателей технологии особое внимание уделяется пробуждению интереса к предмету «Технология» и IT-профессиям, а также применению и освоению наборов Arduino в сфере образования. Это способствует использованию открытых, гибких, индивидуализированных и современных образовательных технологий, которые демонстрируют положительные результаты в учебном процессе.

Ключевые слова: технология, робототехника, Arduino, светодиод, макетная плата, соединительные провода, код соединения.

Annotation: Currently, in the training of future technology teachers, special attention is given to fostering interest in the subject of "Technology" and IT professions, as well as to the application and mastery of Arduino kits in the field of education. This promotes the use of open, flexible, individualized, and modern educational technologies, which show positive results in the learning process.

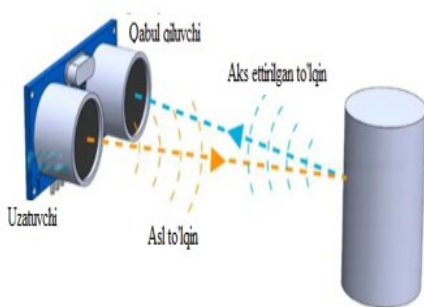
Keywords: technology, robotics, Arduino, LED, breadboard, connecting wires, connection code.

Ta'lim tizimi oldidagi ustuvor vazifalardan biri "2030-yilgacha qo'shimcha ta'lim muassasalarida robototexnika, axborot texnologiyalari va dasturlash kabi zamonaviy to'garaklar ulushini 20 foizga oshirish"dan iborat bo'lib, bu borada o'rta ta'lim maktablarida robototexnikani o'qitishda didaktik va metodik imkoniyatlarni oshirish, dars va darsdan tashqari mashg'ulotlarda uslubiy ta'minotni takomillashtirish dolzarb ahamiyat kasb etadi. Robototexnika avtomatlashtirilgan texnik tizimlarni ishlab chiquvchi amaliy fan bo'lib, ishlab chiqarishni intensivlashtirishning eng muhim texnik asosi hisoblanadi. Robototexnika elektronika, mexanika, informatika, fizika, matematika, shuningdek, radio va elektrotexnika kabi fanlar bilan chambarchas bog'liq. Qurilish, sanoat, maishiy, aviatsiya va ekstremal (harbiy, kosmik, suvosti) robototexnikalari mavjud [1.9].

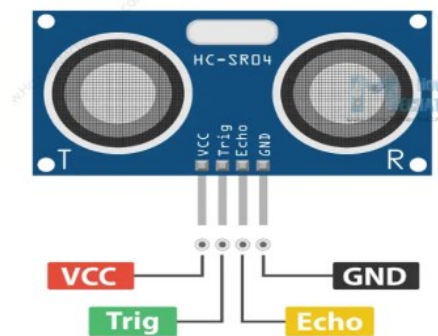
Robototexnik qurilmalarni yig'ish bilan birga ularni dasturlash masalasi ham ancha murakkab jarayon hisoblanadi. Odatda robototexnik qurilmalarga dasturlar Arduino platasi yordamida yoziladi. Arduino - bu o'ziga xos protsessor va xotiraga ega bo'lgan kichik plata bo'lib, professional bo'lmagan foydalanuvchilarga mo'ljallangan oddiy avtomatlashtirish va robototexnika tizimlarini yaratish uchun mo'ljallangan apparat va dasturiy ta'minot brendidir. Dasturiy ta'minot qismi dasturlarni yozish, kompilyatsiya qilish va dasturiy ta'minot uchun bepul dasturiy qobiqdan iborat. Uskuna qismi rasmiy ishlab chiqaruvchilar tomonidan sotiladigan oldindan yig'ilgan bosma elektron platalar to'plamidir. To'liq ochiq tizim arxitekturasini sizga Arduino mahsulotlar qatoriga bemaol nusxa ko'chirish yoki qo'shish imkoniyatini beradi [2.1].

Arduinodan avtomatlashtirilgan ob'ektlarni yaratish yoki standart simli va simsiz interfeyslar orqali kompyuterda dasturiy ta'minotga ulanish uchun foydalanish mumkin. Robototexnik qurilmalarga quyidagi mikrokontrollerlarni misol qilishimiz mumkin: Arduino platalari, Father simlari, Breadboard taxtasi, PIR datchiklar, Svetodiodlar, Fotodiodlar, Sensor datchiklar va boshqalar [2.1].

Ultrasonik sensor - bu sensor va obyekt orasidagi masofani o'lchash uchun ishlatiladigan qurilma. Ultrasonik qurilmasi o'zidan 40 000 Gts chastotada ultratovush chiqaradi, u havoda harakatlanadi va agar uning yo'lida biror narsa yoki to'siq bo'lsa, u modulga qaytib keladi. Ultrasonik sensorlar ultratovush to'liqini yuborish va qabul qilish orqali masofani o'lchaydilar. Ultrasonik sensorda ultratovush to'liqlarini chiqarish uchun jo'natuvchi va ultratovush to'liqlarini qabul qilish uchun qabul qiluvchi mavjud (1-rasm).



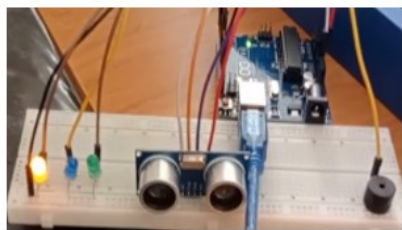
1-rasm. Ultrasonik sensorning ishlash sxemasi.



2-rasm. Ultrasonik sensorning pinlari.

Sensorda 4 ta pin mavjud bo'lib: (2-rasm)

1. VCC (Quvvat): Bu pin sensorni odatda mikrokontroller platasidan +5V bilan quvvatlaydi va Arduinoda 5V piniga ulanadi. 2. GND pini manfiy zaryadga ega yer vazifasini bajaradi va Arduinoda GND piniga ulanadi. 3. Trig pini - har qanday raqamli Arduino piniga ulanadi. Vazifasi Trig pin yordamida transmitterdan ultratovush to'liqini yuboriladi. 4. Echo pini - har qanday raqamli Arduino piniga ulanadi. Vazifasi yuborilgan signalning obyektga urilib, qaytishini qabul qiladi.



3-rasm. Ultrasonik sensorining ishlashi.

Ultrasonik sensori, zummer, svetodiodlar ulovchi simlar orqali ketma-ketlikda arduinoga ulanadi. Dastur kodlari orqali natija ko'riladi.

O'quvchilarga dastur kodlarini yozilishi, ulanish sxemasi ketma-ketlik ko'rsatilib, nateja ko'rsatilsa o'quvchilar fanga bo'lgan qiziqish yanadarivojlanadi. Dastur kodlari orqali o'quvchilarda fanlararo bog'lanish orqali informatika faniga bo'lgan qiziqishini yanada oshirishga erishiladi

Foydalanilgan adabiyotlar

1. G.Y.Bo'ronova. "Virtual robototexnika asoslari" [O'quv qo'llanma. Buxoro. Durdona nashriyoti.2023 y](#)
2. M.X.Xalmetova, S.R.Sobirova, R.O.Sultonov. Robototexnika sohasini maktablarda joriy qilish samaradorligi «SCIENTIFIC PROGRESS» Scientific Journal. Volume: 1, ISSUE: 5.

BO'LAJAK MATEMATIKA O'QITUVCHILARINI TAYYORLASHDA ZAMONAVIY PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISHNING AHAMIYATI

Jumayeva Nilufar Farmonovna

NavDU "Matematika" kafedrası o'qituvchisi

Annotatsiya: Ushbu maqolada bo'lajak matematika o'qituvchilarini tayyorlashda zamonaviy pedagogik texnologiya asosida matematika darslarini tashkil etishda "Olmos texnologiyasi"dan foydalanib, dars jarayonidagi muhitni ijobiy tomonga o'zgartirish yoritib berilgan.

Kalit so'zlar: Olmos, zamonaviy, texnologiya, pedagogik, faoliyat

Аннотация: В данной статье освещено применение технологии «Алмаз» при организации уроков математики на основе современных педагогических технологий в процессе подготовки будущих учителей математики, а также раскрыто, как данная технология способствует позитивному изменению образовательной среды на занятиях.

Ключевые слова: Алмаз, современный, технология, педагогика, деятельность.

Abstract: This article highlights the use of the "Olmos technology" in organizing mathematics lessons based on modern pedagogical technologies during the training of future mathematics teachers. It also discusses how this approach positively transforms the classroom environment.

Keywords: Almaz, modern, technology, pedagogical, activity.

Respublikamizda ta'lim sohasida chuqur islohotlar olib borilayotgan bir davrda jahon ta'lim standartlariga [1] yaqinlashishga intilish, darslik va o'quv dasturlariga mos ravishda darslarimizni ixcham va qiziqarliroq shaklda tashkil etishimiz uchun zamin bo'lib xizmat qilmoqda

Zamonaviy pedagogik texnologiyalarning markazida, o'quvchi shaxsining mustaqil fikr yuritishga o'rgatish masalasi turadi. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar o'quvchilarning darsga bo'lgan munosabati va ilm olishga bo'lgan havasini oshirishga muhim turtki bo'ladi, desak xato bo'lmaydi.

Umumta'lim maktablarida matematika o'qitishning samaradorligini oshirish, vaqt, kuch va imkoniyatlarni tejash yo'llaridan biri mashg'ulot jarayonida yangi pedagogik texnologiyalaridan unumli foydalanishdir. Shu maqsadda biz bugungi kunda bo'lajak matematika o'qituvchilarini tayyorlashda zamonaviy pedagogik texnologiyalar asosida mashg'ulotlarni tashkil etishni o'rgatib borishimiz lozimligini nazarda tutgan holda "Olmos texnologiyasi" asosida yoritib berishga harakat qildik.

“Olmos texnologiyasi” [2] asosida quyidagicha dars tashkil etish lozim. Bunda o`quvchilarga “Olmos” bo`lakchalarini dars jarayoni davomida uni yig`ib borishlari lozimligi tushuntiriladi.

- O`quvchilar kichik guruhlariga bo`lib olinadi. (Har bir guruhda 6tadan o`quvchi bo`lishi lozim)
- O`tilgan mavzuni takrorlash asosida tuzilgan savollar asosida “Olmos”ning tubi yig`ib olinadi. (Har bir guruhga 6tadan savol bo`lishi kerak)
- Yangi mavzu asosida har bir guruhga bittadan topshiriq berilib, “Olmos”ning yuqori qismi olinadi, darsimizni asosiy maqsadi bu yangi bilim berishdir.
- Yangi mavzuni mustahkamlash qismida esa yangi tushunchalar asosidagi misol va masalalar bajarilib “Olmos”ning oxirgi qismi yaratiladi.

Dars yakunida qaysi guruh topshiriqlarni to`g`ri va tez bajargan bo`lsa, shu guruh g`olib deb topiladi.

“Olmos texnologiyasi” asosida dars tashkil etishda bo`lajak o`qituvchilarimizga tavsiya sifatida quyidagicha dars namunasini berishimiz mumkin. Bu jarayonda dars maqsadlarining qo`yilishidan boshlab etibor berishimiz lozim.

Sana:

Sinf: 6-sinf

Fan: Matematika

Darsning mavzusi: Tub va murakkab sonlar

Darsning maqsadi:

a) **Ta`limiy:** “Olmos texnologiyasi” asosida o`quvchilarga tub va murakkab sonlar haqida tushuncha berish

b) **Tarbiyaviy:** O`quvchilarni vatanparvarlik ruhida tarbiyalash, komil inson sifatida voyaga yetishiga hissa qo`shish. Ajdodlarimiz buyuk me`rosi bilan o`quvchilarni tanishtirish. Innovatsion texnologiya yordamida o`quvchilarni birgalikda o`rganishga o`rgatish

c) **Rivojlantiruvchi:** O`quvchilarning bilimini zamonaviy texnologiya orqali rivojlantirish, xotirasini shakllantirish, dunyoqarashini kengaytirish, ularni mantiqiy fikrlashga o`rgatish

Tayanch kompetensiyalar:

Zamonaviy innovatsion texnologiyalar bilan ishlash kompetensiya elementi: mavzu doirasida ko`rsatilgan texnologiya asosida birhalikda tez va ongli munosabat bildirish.

Fanga oid kompetensiyalar: o`rganilgan matematik tushunchalarni va qoidalarni tushuntirib bera oladi, tegishli misollar keltira oladi; 10000 dan katta bo`lmagan sonlarni tub ko`paytuvchilarga ajrata oladi; berilgan chegaralarda murakkab sonlarni, tegishli songa karrali sonlarni aniqlay oladi;

Darsning turi: Yangi bilim beruvchi innovatsion dars

Darsning metodi: “kichik guruhlarda ishlash”

Darsning jihozi: “olmos” maketi va “olmos” bo`lakchalari: teng yonli uchburchaklar, muntazam oltiburchak va teng yonli trapetsiyalar.

Darsda qo`llaniladigan pedagogik texnologiya: “Olmos texnologiyasi”

Darsning borishi:

I. Tashkiliy qism

a) Salomlashish, matematik muhit yaratish

b) Darsning maqsadi va rejasi bilan tanishtirish. Bunda o`quvchilarga “Olmos texnologiyasi” asosida dars tashkil etish shartlarini tushuntirib o`tamiz: o`quvchilarning 6tadan iborat guruhlariga ajratib olamiz va har bir guruh ishtirokchilariga “Olmos” bo`lakchalari yozilgan topshiriqlarni bajarishlarini tushuntiramiz.

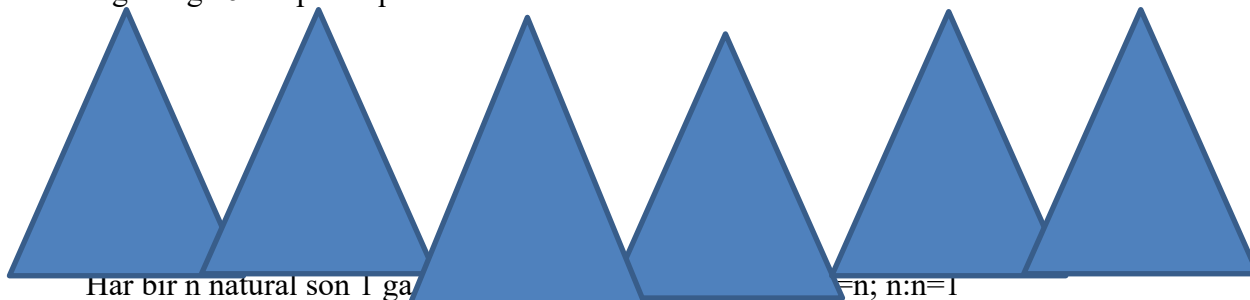
II. O`tilgan mavzuni takrorlash.

a) uyga vazifani tekshirish

b) o`tilgan mavzuni mustahkamlash uchun “Olmos”ning tubiga ya`ni teng yonli uchburchaklarga yozilgan topshiriqlarni har bir guruhdagi 6ta o`quvchilarga tarqatamiz :

1-guruhga 6ta topshiriq

2-guruhga 6ta topshiriq



Har bir n natural son 1 ga n bo'linadi; $n:n=1$

Bo'luvchilari faqat 2 ta (1 va o'zidan iborat) bo'lgan sonlar tub sonlar deyiladi. Birinchi eng kichik tub son 2 ga teng. 2 soni juft tub son. Qolgan barcha tub sonlar toq sonlardir. Tub sonlar cheksiz ko'p. 30 dan kichik tub sonlar: 2; 3; 5; 7; 11;

13; 17; 19; 23; 29 Tub bo'lmagan va 1 dan katta bo'lgan sonlar murakkab sonlar deyiladi. Murakkab sonlar ham cheksiz ko'p. Har bir murakkab sonning 1 va o'zidan boshqa yana bo'luvchilar bor. 30 sonining bo'luvchilari: 1; 2; 3; 5; 6; 10; 15; 30

1 soni tub ham emas, murakkab ham emas.

Biror n natural sonning bo'luvchisi tub son bo'lsa, u tub bo'luvchi deb ataladi.

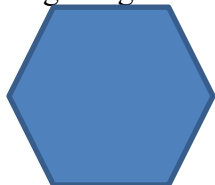
Har qanday murakkab sonni shu sonning tub bo'luvchilari ko'paytmasi shaklida ifodalash mumkin. Bunda sonlarning bo'linish belgilaridan foydalaniladi.

Masalan, $18=2 \cdot 3 \cdot 3=2 \cdot 3^2$; $26=2 \cdot 13$. bu tengliklarning o'ng qismi berilgan sonlarning tub ko'paytuvchilarga yoyilmasidir.

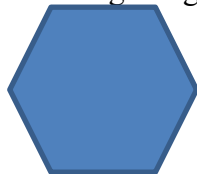
Agar murakkab son o'zining tub bo'luvchilari yoki ularning darajalari ko'paytmasi shaklida ifodalansa, bu murakkab son tub ko'paytuvchilarga ajratilgan (yoyilgan) deyiladi.

Yangi mavzu haqida tushunchalar berilib va mavzu bo'yicha eng asosiy tushunchalari guruhlariga umumiy tarzda bittadan topshiriq asosida "Olmos"ning eng yuqori qismi (muntazam oltiburchak shakllarga) yaratiladi.

1-guruhga

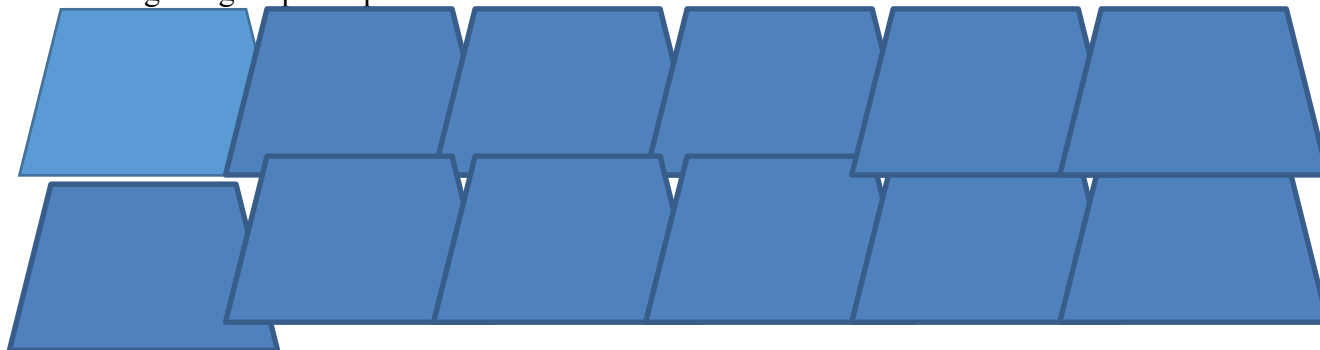


2-guruhga



IV. Mustahkamlash. Yangi mavzuni mustahkamlash uchun topshiriqlar teng yonli trapetsiyalardagi topshiriqlar bajarib boriladi. Bu topshiriqlar esa har bir guruh ishtirokchilari uchun beriladi.

1-guruhga topshiriqlar



V. Dars yakunida guruhlardagi o'quvchilar baholanadi va uyga topshiriqlar beriladi

Xulosa qilib shuni aytishimiz lozimki, bu texnologiya asosida dars olib borilganda barcha o'quvchilar ishtirok etishi ta'minlanadi va o'quvchilar barchasi qiziqib bilim olishga harakat qiladi.

Bu texnologiya asosida bo'lajak o'qituvchilarimiz dars tashkil etishni o'rgansalar juda yaxshi natijalarga erishishlariga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Mirziyoyev Sh. M. Erkin va farovon, demokratik o'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag'ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo'shma majlisidagi nutq / SH.M. Mirziyoyev. – Toshkent : O'zbekiston, 2016. - 56 b.

2. Д.Рузиева, М.Усмонбоева, З.Холикова. Интерфаол методлар: мохияти ва қўлланилиши. - Тошкент. Низомий номидаги ТДПУ нашриёти 2013. - 136 б.

RAQAMLI VOSITALAR YORDAMIDA INFORMATIKA FANIDA TALABALARNING KOMMUNIKATIV KOMPETENSIYASINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI

Hayitov U.H., Norova F.F.

Buxoro davlat universiteti,

O'zbekiston Respublikasi,

Buxoro shahri, M.Iqbol ko'chasi, 11-uy.

Annotatsiya. Mazkur maqolada raqamli texnologiyalarni informatika faniga integratsiya qilish orqali talabalarning kommunikativ kompetensiyasini rivojlantirishga qaratilgan metodik yondashuvlar tahlil etilgan. Informatika fanining nazariy va amaliy tarkibini raqamli vositalar bilan boyitish, sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish orqali o'quvchilarda muloqotga kirishish, fikr almashish va axborotni tushunarli tarzda yetkazish ko'nikmalarini shakllantirish bugungi kun talabi sifatida ko'rib chiqiladi. Maqolada talabalarning o'quv motivatsiyasini oshirish, axborot-kommunikatsion vositalardan foydalanish samaradorligini ta'minlashga qaratilgan interaktiv metodlar, AI asosida ishlab chiqilgan o'quv ilovalari va tahliliy platformalar namunalari keltiriladi. Natijalar informatika fanini o'qitishda raqamli vositalar yordamida kommunikativ kompetensiyani rivojlantirishning metodik asoslarini ilmiy jihatdan asoslash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: informatika ta'limi, raqamli vositalar, kommunikativ kompetensiya, sun'iy intellekt, interaktiv metodlar, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, ta'limdagi raqamli transformatsiya.

Kirish. Zamonaviy ta'lim jarayoni axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) asosida tubdan o'zgarib bormoqda. Raqamli vositalarning ta'limga integratsiyasi nafaqat bilimlarni yetkazish, balki talabalarda muhim kompetensiyalarni – ayniqsa kommunikativ kompetensiyani shakllantirishda katta ahamiyat kasb etmoqda. Xususan, informatika fani o'quvchilarning texnik savodxonligini oshirish bilan bir qatorda, ularning fikr almashish, axborotni tushunarli tarzda yetkazish, onlayn muhitda muloqot qilish kabi ijtimoiy-kommunikativ ko'nikmalarini ham rivojlantirish imkonini beradi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, kommunikativ kompetensiyaning shakllanishi o'quv muhitidagi faol muloqotga, raqamli muhitdagi interaktivlikka va ko'p kanalli axborot uzatish vositalaridan foydalanishga bog'liqdir [1]. Zamonaviy raqamli vositalar – jumladan, Google Classroom, Padlet, Mentimeter, Zoom, Moodle, va Microsoft Teams kabi platformalar – talabalarning fikrini mustaqil bildirish, jamoaviy muhokamalarda ishtirok etish, interaktiv topshiriqlarda faol bo'lish imkonini beradi [2].

Jahon tajribasida kommunikativ kompetensiyani rivojlantirishda sun'iy intellekt texnologiyalariga asoslangan virtual yordamchilar, chatbotlar, avtomatik tahlil tizimlari (masalan, Grammarly, Write&Improve) keng qo'llanmoqda [3]. Shu bilan birga, kommunikativ kompetensiyani samarali shakllantirish uchun metodik yondashuvlar, topshiriqlar tuzilmasi, baholash mezonlari ilmiy asoslangan bo'lishi zarur [4].

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Raqamli ta'limni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarorida raqamli pedagogika vositalaridan foydalanish orqali o'qituvchilarning kasbiy

kompetensiyasini oshirish, talabalarning kreativ fikrlashi va muloqotga tayyorlik darajasini kuchaytirish zarurligi ta'kidlangan [5].

Ushbu maqolada raqamli vositalar yordamida informatika fanini o'qitishda talabalarning kommunikativ kompetensiyasini shakllantirishga doir metodik yondashuvlar, o'quv muhiti dizayni va baholash tizimlari tahlil qilinadi.

Metadalogiyasi. Ushbu tadqiqotda raqamli vositalar yordamida informatika fanini o'qitishda talabalarning kommunikativ kompetensiyasini rivojlantirishga qaratilgan metodik yondashuvlar ishlab chiqildi. Metodik asos sifatida zamonaviy pedagogik texnologiyalar, konstruktiv yondashuv va faol-ta'lim metodlari uyg'unligi tanlandi. Dars jarayoniga integratsiya qilinadigan raqamli vositalar quyidagilardan iborat:

— **Google Classroom** – topshiriqlarni mustaqil bajarish, baholash, fikr almashish va o'quvchilarning faolligini monitoring qilish uchun.

— **Padlet** – talabalar o'z fikrlarini virtual devorga yozib, muhokama qilishadi; bu esa muloqotga tayyorlik va fikr bildirish ko'nikmalarini shakllantiradi.

— **Mentimeter va Kahoot** – real vaqtlı savol-javob, viktorina va fikr so'rovlari orqali o'quvchilarning darhol javob berish va jamoaviy muhokama ko'nikmalarini rivojlantirish imkonini beradi.

— **Zoom yoki Microsoft Teams** – onlayn darslar davomida talabalar o'rtasida muloqotli faoliyat tashkil etilib, rolli o'yinlar, loyihaviy ishlar va taqdimotlar o'tkazildi.

Dars jarayonining metodik modeli quyidagicha tuzildi:

— Motivatsion bosqich – talabalarda qiziqish uyg'otish, mavzuga kirish va muloqotli muhit yaratish uchun video, savol-javob yoki interaktiv bahsdan foydalanildi.

— Asosiy bosqich – raqamli platformalarda muammoli vaziyatlar yaratildi, jamoaviy va individual topshiriqlar berildi. Bu bosqichda kommunikativ kompetensiyaning quyidagi komponentlari rivojlantirildi:

- Axborotni to'g'ri va tushunarli ifodalash;
- Savol berish va javob berish;
- Jamoada fikr bildirish va fikrni himoya qilish;
- Raqamli muloqot etikasi.

— Refleksiya va baholash bosqichi – talabalar o'z faoliyatini tahlil qildi, o'zaro fikr almashdi va baholash mezonlari asosida yakuniy natijalar chiqarildi. Bu bosqichda yozma va og'zaki fikr bildirish, mulohaza yuritish orqali kommunikativ kompetensiya mustahkamlandi.

1-jadval. Kommunikativ kompetensiyani baholash mezonlari

Mezon	Maksimal ball	Izoh
Fikrni aniq va mantiqiy ifodalash	20 ball	Yozma va og'zaki nutq ravonligi, tushunarlıligi
Interaktiv topshiriqlarda ishtirok etish	25 ball	Onlayn muhokama, real vaqtlı faoliyatda qatnashish
Jamoaviy muhokamada faollik	25 ball	Guruh bilan ishlash, savollarga javob berish, muhokama yuritish
Yozma muloqot sifati (chat, forum, sharhlar)	15 ball	Grammatika, izchillik, mantiqiy bayon
Taqdimot va og'zaki ifoda darajasi	15 ball	Tashqi nutq madaniyati, auditoriya bilan aloqa
Jami	100 ball	

Mazkur baholash mezonlari talabalarning kommunikativ kompetensiyasini har tomonlama o'lash imkonini beradi. Jadvalda ko'rsatilgan har bir band nafaqat talabani baholash, balki ularning individual rivojlanish strategiyasini belgilashda ham qo'llanilishi mumkin. Ayniqsa, yozma va og'zaki ifodaning izchilligi, interaktivlik darajasi va jamoaviy fikrlash malakalarini aniqlash bugungi raqamli ta'lim muhitida muhim o'rin tutadi.

Xulosa. Tadqiqot davomida raqamli vositalar yordamida informatika fanida talabalarning kommunikativ kompetensiyasini rivojlantirishga qaratilgan samarali metodik model ishlab chiqildi. Bu model o'zida interaktiv platformalarni o'quv jarayoniga integratsiya qilish, dars bosqichlarini aniq belgilash va kommunikativ ko'nikmalarni tizimli shakllantirishni nazarda tutadi.

Amaliy mashg'ulotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, raqamli texnologiyalar asosida tuzilgan darslar talabalarni faollikka undaydi, ularning mustaqil fikrlash va jamoaviy muloqotga kirishish qobiliyatini oshiradi. Bundan tashqari, sun'iy intellekt texnologiyalarining o'quv jarayoniga bosqichma-bosqich tatbiq etilishi talabalar kompetensiyalarining chuqurlashuviga olib keladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.
2. Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2000). *Critical Inquiry in a Text-Based Environment: Computer Conferencing in Higher Education*. The Internet and Higher Education.
3. Kukulska-Hulme, A. (2020). Mobile-assisted language learning [MALL] and AI tools. *Language Learning Journal*.
4. Bax, S. (2011). *Discourse and Genre: Analysing Language in Context*. Palgrave Macmillan.
5. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 19-oktabrdagi PQ-5264-sonli qarori "Raqamli ta'lim texnologiyalarini rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida".

UMUMIY O'RTA TA'LIM MAKTABIDA MOLEKULYAR FIZIKA BO'LIMIDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA LABORATORIYA ISHLARINI TASHKIL ETISH METODIKASI

Qurbanov Botir Qo'ziyevich

Toshkent tibbiyot akademiyasi Urganch filiali tyutori

Annotatsiya: Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining ta'lim jarayoniga jadal kirib kelishi maktab fizika ta'limining shakli, mazmuni va metodikasiga yangi yondashuvlarni talab etmoqda. Xususan, fizika fanining murakkab bo'limlaridan biri bo'lgan "Molekulyar fizika"ni o'rganishda raqamli texnologiyalar asosida virtual laboratoriya ishlaridan foydalanish o'quvchilarda amaliy tajribaga yaqin sharoitda ilmiy tushunchalarni shakllantirish, tahliliy fikrlashni rivojlantirish va o'zlashtirish samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: Raqamli texnologiyalar, STEAM, virtual laboratoriya, tadqiqot, ideal gaz qonunlari, issiqlik almashinuvi, molekulyar kinetik nazariya.

Аннотация: Стремительное внедрение современных информационно-коммуникационных технологий в образовательный процесс требует новых подходов к форме, содержанию и методике преподавания физики в школах. В частности, использование виртуальных лабораторных работ на базе цифровых технологий при изучении одного из сложных разделов физики «Молекулярная физика» позволяет формировать у студентов научные представления, развивать аналитическое мышление, повышать эффективность их усвоения в условиях, приближенных к практическому опыту.

Ключевые слова: Цифровые технологии, STEAM, виртуальная лаборатория, исследования, законы идеального газа, теплопередача, молекулярно-кинетическая теория.

Annotations: The rapid introduction of modern information and communication technologies into the educational process requires new approaches to the form, content and methods of teaching

physics in schools. In particular, the use of virtual laboratory work based on digital technologies in the study of one of the complex sections of physics "Molecular Physics" allows students to form scientific ideas, develop analytical thinking, and increase the effectiveness of their assimilation in conditions close to practical experience.

Key words: Digital technologies, STEAM, virtual laboratory, research, ideal gas laws, heat transfer, molecular kinetic theory.

Bugungi kunda ta'lim muassasalarida fizika fanini o'qitish sifatini oshirish, ta'lim jarayoniga zamonaviy o'qitish uslublarini joriy qilish, iqtidorli o'quvchilarni saralash, mehnat bozoriga raqobatbardosh mutaxassislarni tayyorlash, ilmiy tadqiqot va innovatsiyalarni rivojlantirish hamda amaliy natijadorlikka yo'naltirishga katta e'tibor qaratilmoqda.

Shu bilan birga, sohada yechimini topmagan qator masalalar fizika sohasidagi ta'lim sifati va ilmiy tadqiqot samaradorligini oshirishga qaratilgan chora-tadbirlarni amalga oshirish zaruratini ko'rsatmoqda [1].

STEAM fanlarni va tanqidiy fikrlash, axborotni mustaqil izlash va tahlil qilish kompetensiyalari va malakalarining rivojlanishiga alohida urg'u berishni hisobga olgan holda, zamonaviy innovatsion iqtisodiyot talablariga javob beradigan umumta'lim dasturlari va yangi davlat ta'lim standartlari joriy etiladi [2].

Fizikani zamonaviy yangi pedagogik texnologiyalarga asoslangan o'qitishda laboratoriya va namoyish tajribalarining o'rni juda muhimdir. Laboratoriya va namoyish tajribalarini bajarish orqali o'quvchida asosiy fizik tushunchalar, qonunlarning amaliy va nazariy talqini shakllanadi. Umumiy o'rta ta'lim maktablarida fizika ta'limining eng muhim maqsadlaridan biri bu o'quvchilar fizik bilimlarini yaqin kelajakda amaliyotda qo'llashga e'tiborni qaratish bilan o'lchanadi. Jumladan, bu yo'nalishdagi tadqiqot ishlarida umumiy o'rta ta'lim maktablarida fizika o'qitishning zamonaviy texnologiyalari bo'yicha tadqiqotida o'rta maktabda fizika o'qitish jarayonini tashkil etish xususiyatlari, elektron ta'lim muassasalari majmuasidan foydalanishning afzalliklari va fizika o'qitishning raqamli o'quv texnologiyalariga misollar keltirib o'tilgan [3].

Molekulyar fizika bo'limidagi asosiy tushunchalar (masalan, ideal gaz qonunlari, issiqlik almashinuvi, molekulyar kinetik nazariya) o'quvchilarga STEAM komponentlari orqali tushuntiriladi.

O'quvchilar fizik qonunlarni nafaqat nazariy, balki amaliy va ijodiy tarzda o'rganadi. Masalan, "Qanday sharoitda gazning ichki energiyasi oshadi?" degan savolga javob topish uchun virtual tajriba rejalashtiriladi.

Raqamli texnologiyalardan foydalanishda quyidagi platformalardan foydalanish mumkin: PhET simulyatsiyalari (masalan, "Gaz xossalari" yoki "Issiqlik va energiya"), Algodoo, VirtuLab kabi vositalar qo'llaniladi. Bu platformalar o'quvchilarga interaktiv muhitda tajriba o'tkazish imkonini beradi.

Shu bilan bir qatorda o'quvchilarga yanada qulaylik yaratish maqsadida mobil ilovalardan ya'ni, smartfon yoki planshetlar orqali virtual laboratoriyalar bajarishi va fizika faniga bo'lgan qiziqishlarini oshirishga imkoniyati yaratiladi.

Virtual tajribalarda olingan ma'lumotlar matematik usullar yordamida tahlil qilish imkoni yaratiladi: Masalan, ideal gaz tenglamasi ($PV=nRT$) yoki issiqlik sig'imi hisob-kitoblari amalga oshiriladi va o'quvchilar grafiklar chizadi, funksiyalarni tahlil qiladi va statistik ma'lumotlarni qayta ishlaydi. Bu ularning matematik ko'nikmalarini mustahkamlaydi.

Quyidagi jadvalda mavzuga tegishli STEAM asosidagi amaliy misollar keltirib o'tamiz.

Mavzu: Ideal gaz qonunlari		
1.	Science:	Boyle-Mariot qonuni tushuntiriladi.
2.	Technology:	PhET simulyatsiyasi yordamida gazning hajmi va bosimi o'zgartiriladi.
3.	Engineering:	O'quvchilar virtual idish dizaynini loyihalashtirib, bosim o'zgarishini minimallashtirish usulini taklif qiladi.
4.	Arts:	Tajriba natijalari 3D grafik yoki animatsiya sifatida taqdim etiladi.

5.	Mathematics:	Bosim va hajm o'rtasidagi bog'lanish grafigi chiziladi va tenglama tahlil qilinadi.

STEAM yondashuvi virtual laboratoriyalarni yanada qiziqarli va amaliy qiladi, chunki o'quvchilar fizikani real hayot bilan bog'laydi. O'quvchilar nafaqat fizika, balki dasturlash, dizayn va matematik tahlil kabi sohalarda ham tajriba orttiradi.

O'zbekiston ta'lim tizimida STEAM yondashuvi tobora ommalashmoqda. Masalan, IT Park va Xalq ta'limi vazirligi STEAM dasturlarini joriy etish bo'yicha loyihalar ishlab chiqmoqda. Virtual laboratoriyalar, ayniqsa, masofaviy ta'limda (Moodle platformasi orqali) keng qo'llanilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. "Fizika sohasidagi ta'lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi 2021 yil 19 martdagi PQ-5032-son qarori.

2. "O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida" gi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 29-apreldagi PF-5712-son Farmoni.

3. Fizikadan laboratoriya va namoyish tajribalarini raqamli texnologiyalar asosida o'qitish metodikasi Olimov.B.A O'zPFITI professor v.v., f.-m.f.n <https://doi.org/10.5281/zenodo.11518594>.

TALABALARDA RAQAMLI KOMPETENSIYALARNI SHAKLLANTIRISHDA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARNING ROLI

Sadikova Firuza Safarovna

Buxoro davlat universiteti Amaliy matematika va dasturlash texnologiyalari kafedrasida o'qituvchisi.

Qahramonova Sevinch Hamid qizi

Buxoro davlat universiteti Amaliy matematika ta'lim yo'nalishi talabasi.

Annotatsiya:

Mazkur maqolada talabalarda raqamli kompetensiyalarni shakllantirish jarayonida zamonaviy texnologiyalarning o'rni tahlil qilinadi. XXI asrda raqamli savodxonlik nafaqat axborotni izlash va uni qayta ishlashni, balki raqamli muhitda samarali faoliyat yuritishni ham talab etadi. Shu boisdan oliy ta'lim muassasalarida talabalarining raqamli ko'nikmalarini rivojlantirish zamonaviy pedagogik yondashuvlar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari asosida amalga oshirilmoqda. Maqolada bu texnologiyalarning turlari, ularning talaba kompetensiyalariga ta'siri va samarali foydalanish yo'llari muhokama qilinadi.

В данной статье анализируется роль современных технологий в процессе формирования цифровых компетенций у студентов. В XXI веке цифровая грамотность включает не только поиск и обработку информации, но и эффективную деятельность в цифровой среде. В связи с этим в высших учебных заведениях развитие цифровых навыков у студентов осуществляется на основе современных педагогических подходов и информационно-коммуникационных технологий. В статье рассматриваются виды этих технологий, их влияние на компетенции студентов и пути эффективного использования.

This article analyzes the role of modern technologies in the process of developing digital competencies among students. In the 21st century, digital literacy involves not only searching for and processing information but also effectively operating in a digital environment. Therefore, in higher education institutions, the development of students' digital skills is being carried out based on modern pedagogical approaches and information and communication technologies. The article discusses the types of these technologies, their impact on student competencies, and ways of effective utilization.

Kalit so'zlar:

Raqamli kompetensiya, talaba, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, raqamli savodxonlik, masofaviy ta'lim, sun'iy intellekt, interaktiv vositalar.

Цифровая компетенция, студент, информационно-коммуникационные технологии, цифровая грамотность, дистанционное обучение, искусственный интеллект, интерактивные средства.

Digital competence, student, information and communication technologies, digital literacy, distance learning, artificial intelligence, interactive tools.

Bugungi kunda jamiyatning barcha sohalarida raqamli texnologiyalardan keng foydalanilmoqda. Xususan, ta'lim tizimida ham raqamli kompetensiyalarni shakllantirish dolzarb vazifalardan biridir. Talabalar uchun raqamli kompetensiyalar bu – axborotni izlash, baholash, yaratish, saqlash va samarali ulashish ko'nikmalarini o'z ichiga olgan kompleks malakalar to'plamidir. Ushbu kompetensiyalarni shakllantirishda zamonaviy texnologiyalar, ayniqsa, o'quv jarayonida axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish muhim o'rin tutadi.

Raqamli kompetensiya – bu zamonaviy raqamli vositalardan to'g'ri va xavfsiz foydalanish, raqamli kontent yaratish va boshqarish, raqamli etikaga amal qilish, hamda muammolarni texnologiyalar orqali hal qilish qobiliyatidir. Talabalar uchun bu kompetensiyalar nafaqat ta'lim jarayonida, balki keyingi professional faoliyatda ham muhim hisoblanadi [1].

Raqamli kompetensiya — bu insonning zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) vositalaridan to'laqonli, samarali va mas'uliyatli foydalanish qobiliyati va tayyorgarlik darajasini ifodalaydigan kompleks tushunchadir. U nafaqat texnik ko'nikmalar (kompyuter, internet, dasturlar bilan ishlash)ni, balki tanqidiy fikrlash, axborotni tahlil qilish, raqamli etikaga amal qilish, shaxsiy xavfsizlikni ta'minlash kabi ijtimoiy, madaniy va etik jihatlarni ham o'z ichiga oladi.

Raqamli kompetensiyaning asosiy komponentlari:

Axborotni boshqarish: Axborotni izlash, tahlil qilish, baholash va qayta ishlash;

Ishonchli manbalarni tanish va feyk yangiliklarni aniqlash.

Raqamli aloqalar: Elektron pochta, messenjerlar, ijtimoiy tarmoqlar orqali muloqot qilish; Onlayn jamoalarda ishtirok etish.

Raqamli kontent yaratish: Matn, audio, video, grafik materiallar ishlab chiqish;

Mualliflik huquqi va litsenziyalar haqida bilimga ega bo'lish.

Xavfsizlik: Raqamli identifikatsiya, shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish;

Kiberxavfsizlik qoidalariga rioya qilish.

Texnologik muammolarni hal qilish: Dasturiy ta'minot bilan ishlashda yuzaga kelgan muammolarni yechish; Yangi texnologiyalarni tez o'zlashtirish qobiliyati.

Raqamli etik qoidalar: Internetda madaniyatli muloqot qilish;

Onlayn muhitda mas'uliyatli va hurmatli bo'lish.

Raqamli kompetensiya – bu shunchaki texnologiyalardan foydalanish emas, balki ularni ongli, xavfsiz, ijodiy va samarali tarzda hayotga, ta'limga va mehnat faoliyatiga integratsiya qilish madaniyatidir. XXI asrda raqamli kompetensiyalar har bir fuqaroning asosiy hayotiy ko'nikmalaridan biri hisoblanadi.

Bugungi ta'limda foydalanilayotgan asosiy texnologiyalar quyidagilardir: Masofaviy ta'lim platformalari (Moodle, Google Classroom, Edmodo): Bu platformalar talabalarni mustaqil ishlashga, resurslardan oqilona foydalanishga o'rgatadi [2].

Interaktiv vositalar (Padlet, Kahoot, Mentimeter): Talabalarni faollashtiradi, kreativ fikrlashni rag'batlantiradi.

Multimedia resurslari (video darsliklar, podkastlar): Vizual va audio ta'lim orqali bilimni mustahkamlashga xizmat qiladi.

Sun'iy intellekt va chat-botlar (ChatGPT kabi): Shaxsiylashtirilgan ta'lim imkonini yaratadi, savollarga tezkor javob beradi.

Ta'limda texnologiyalarni qo'llashda faqat vositalarning mavjudligi emas, balki ularni to'g'ri pedagogik yondashuv bilan uyg'unlashtirish ham muhim. Konstruktivistik yondashuv, loyihaviy ta'lim, blended learning kabi metodlar orqali talabalar raqamli texnologiyalarni mustaqil ravishda sinab ko'rish va ularni amalda qo'llash imkoniga ega bo'ladilar [3].

Talabalarning raqamli kompetensiyasini oshirishda loyiha asosida o'qitish katta samara beradi. Masalan, talabalar guruhlarda ishlab, ijtimoiy tarmoqlarda ijtimoiy loyiha yaratishi yoki o'z o'quv materiallarini tayyorlab, video tarzida taqdim etishlari mumkin. Bunday faoliyat nafaqat texnik ko'nikmalarni, balki jamoada ishlash, muammolarni hal qilish, kreativlik kabi boshqa kompetensiyalarni ham rivojlantiradi.

Raqamli kompetensiyalarni rivojlantirishda quyidagi muammolarga duch kelinadi: Texnik vositalarning yetishmasligi; Internet tezligining pastligi; O'qituvchilarning texnologik savodxonligi pastligi.

Bu muammolarni bartaraf etishda taklif etiladigan yechimlar: O'qituvchilar uchun raqamli texnologiyalar bo'yicha muntazam treninglar tashkil etish; Oliy ta'lim muassasalarida texnik infratuzilmani yaxshilash; Talabalar uchun tanlovlar, seminarlar, raqamli loyiha festivallarini yo'lga qo'yish.

Xulosa sifatida shuni aytish mumkinki, raqamli kompetensiyalar bugungi talaba uchun ajralmas ko'nikmaga aylanmoqda. Bu kompetensiyalarni samarali shakllantirishda zamonaviy texnologiyalar muhim rol o'ynaydi. Bunda o'qituvchi va talaba o'rtasidagi faol hamkorlik, zamonaviy pedagogik yondashuvlar va texnologik vositalarning integratsiyasi alohida ahamiyat kasb etadi. Shunday ekan, raqamli texnologiyalardan oqilona foydalanish orqali kelajak avlodni raqamli jamiyatga tayyorlash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Karimova, D. (2022). "Talabalarda raqamli kompetensiyalarni shakllantirishning innovatsion yondashuvlari", Ta'lim va Innovatsiya, №3.
2. Anderson, T. & Dron, J. (2014). Teaching Crowds: Learning and Social Media. Athabasca University Press.
3. Qodirov, A. (2023). Ta'limda raqamli texnologiyalar. Toshkent: TDPU nashriyoti.

O'QITUVCHILARDA RAQAMLI KOMPETENSIYALARNI BAHOLASH VA RIVOJLANTIRISH STRATEGIYALARI

Shodiyeva Yulduz Adizjonovna

Buxoro davlat universiteti Amaliy matematika va dasturlash texnologiyalari kafedrası o'qituvchisi.

Annotatsiya:

Mazkur maqolada o'qituvchilarda raqamli kompetensiyalarni baholash va rivojlantirish bo'yicha zamonaviy strategiyalar muhokama qilinadi. Ta'lim tizimining yangi talablariga javob berish uchun o'qituvchilarning raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish zarurati kuchaymoqda. Maqolada bu kompetensiyalarni qanday baholash, o'qituvchilarni raqamli savodxonlikni oshirishga qanday yo'llar bilan rag'batlantirish, shuningdek, innovatsion pedagogik metodlarni qo'llash strategiyalari ko'rib chiqiladi.

В данной статье обсуждаются современные стратегии оценки и развития цифровых компетенций у преподавателей. В связи с новыми требованиями образовательной системы необходимость развития цифровых компетенций у преподавателей становится всё более актуальной. В статье рассматриваются способы оценки этих компетенций, пути мотивации преподавателей к повышению цифровой грамотности, а также стратегии применения инновационных педагогических методов.

This article discusses modern strategies for assessing and developing digital competencies among teachers. With the new demands of the education system, the need to enhance teachers' digital competencies is becoming increasingly important. The article explores methods for assessing these competencies, ways to motivate teachers to improve their digital literacy, and strategies for applying innovative pedagogical methods.

Kalit so'zlar:

Raqamli kompetensiya, o'qituvchilar, raqamli savodxonlik, ta'limda innovatsiyalar, baholash, pedagogik strategiyalar, professional rivojlanish.

Цифровая компетенция, преподаватели, цифровая грамотность, инновации в образовании, оценивание, педагогические стратегии, профессиональное развитие.

Digital competence, teachers, digital literacy, innovations in education, assessment, pedagogical strategies, professional development.

Hozirgi kunda ta'lim tizimida raqamli texnologiyalardan samarali foydalanish o'qituvchilardan yuqori raqamli kompetensiyalarni talab qiladi. O'qituvchilarni raqamli kompetensiyalar bilan ta'minlash, o'z navbatida, ta'limning sifatini oshirishga yordam beradi [1]. Bunday kompetensiyalarni baholash va rivojlantirish strategiyalari o'qituvchilarning professional rivojlanishida hal qiluvchi omilga aylanadi. Ushbu maqolada o'qituvchilar uchun raqamli kompetensiyalarni qanday baholash va rivojlantirish yo'llari haqida muhokama qilinadi.

Raqamli kompetensiya – bu o'qituvchining zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan (AKT) ta'lim jarayonida samarali foydalanish, o'quvchilarga innovatsion yondashuvlar orqali bilim berish qobiliyatidir [2]. Bunga o'qituvchining raqamli platformalardan foydalanish, o'quv materiallarini elektron shaklda tayyorlash va taqdim etish, masofaviy ta'lim tizimlarida faol ishtirok etish, hamda raqamli xavfsizlikni ta'minlash ko'nikmalari kiradi.

O'qituvchining raqamli kompetensiyalari uning ta'lim samaradorligini oshirish, o'quvchilarning o'z-o'zini rivojlantirishiga hissa qo'shish, hamda pedagogik maqsadlarni ilg'or texnologiyalar yordamida amalga oshirish imkonini beradi. Bunda o'qituvchi masofaviy ta'lim platformalaridan foydalanish, interaktiv darsliklarni tayyorlash, raqamli muhitda talabalar bilan samarali muloqot qilish kabi faoliyatlarni amalga oshirishi zarur.

O'qituvchilarda raqamli kompetensiyalarni baholash usullari

Baholashning zarurligi va maqsadi. O'qituvchilarning raqamli kompetensiyalarini baholash ta'lim sifatini oshirish, o'qituvchilarning o'z ko'nikmalarini mustahkamlash va ularning raqamli muhitda ishlashga tayyorligini tekshirish uchun zarur. Baholash o'qituvchiga o'z imkoniyatlarini tushunishga, raqamli texnologiyalarni yanada chuqurroq o'zlashtirishga yordam beradi.

Baholash vositalari. Onlayn so'rovnomalar: O'qituvchilarning raqamli kompetensiyalarini o'lchash uchun maxsus so'rovnomalar va testlar ishlab chiqish.

Portfolio usuli: O'qituvchilarni yaratgan raqamli materiallar, video darslar, onlayn darslar orqali baholash.

Observatsiya va kuzatuv: O'qituvchining darsda texnologiyalardan foydalanishini kuzatish va baholash.

Self-assessment: O'qituvchilarning o'zini baholash orqali kompetensiyalarini o'lchash.

Formativ va summativ baholash. Formativ baholash: Dars jarayonida o'qituvchilarning texnologik faoliyatlarini baholash va yaxshilashga yo'naltirish.

Summativ baholash: O'qituvchilarning yakuniy raqamli kompetensiyalarini baholash, masalan, yil yakunida, attestatsiya orqali.

O'qituvchilarda raqamli kompetensiyalarni rivojlantirish strategiyalari

Pedagogik strategiyalar. Blended learning (aralash ta'lim): Raqamli va an'anaviy ta'limni uyg'unlashtirish orqali o'qituvchining raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish. Bu metod talabalar bilan onlayn va oflayn muloqotni samarali tashkil qilishga yordam beradi.

Loyihaviy ta'lim: O'qituvchiga talabalar bilan birgalikda raqamli platformalarda loyiha yaratish imkonini beradi. Bu jarayon o'qituvchining ijodiy yondashuvini va texnologiyalardan foydalanish malakasini oshiradi.

Professional rivojlanish va o'qituvchilarni o'qitish: O'qituvchilar uchun maxsus raqamli ta'lim kurslari, seminarlar, vebinarlar tashkil etish, shuningdek, raqamli vositalarni qo'llashni o'rgatish.

Texnologik vositalardan foydalanish. Interaktiv platformalar (Google Classroom, Moodle): O'qituvchiga o'quv materiallarini raqamli shaklda taqdim etish, talabalar bilan onlayn aloqada bo'lish, baholash jarayonini soddalashtirish imkonini beradi [3].

Masofaviy ta'lim tizimlari: O'qituvchilarga onlayn darslarni tashkil qilish va o'quvchilarga masofaviy ta'lim berishda yordam beradi. Bu raqamli kompetensiyalarni rivojlantirishning samarali usulidir.

Hamkorlik va tajriba almashish. O'qituvchilarni bir-biriga yordam berish va tajriba almashish orqali raqamli kompetensiyalarini oshirishga undash. Bunda o'qituvchilar o'rtasida seminarlar, konferensiyalar va onlayn jamoalar tashkil qilish mumkin [4].

Xulosa qilib qytganda o'qituvchilarni raqamli kompetensiyalar bilan ta'minlash ta'lim sifatini oshirish va zamonaviy ta'lim talablariga javob berish uchun zarurdir. Raqamli kompetensiyalarni baholash va rivojlantirish strategiyalari orqali o'qituvchilar nafaqat o'z malakalarini, balki ta'lim jarayonini yanada samarali tashkil etish imkoniyatiga ega bo'ladi. Bu esa o'z navbatida, ta'limning sifatini yaxshilashga va o'quvchilarga yuqori darajada bilim berishga yordam beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. European Commission (2019). Digital Competence Framework for Teachers (Dig CompEdu).
2. Bektash, A. & Zhdanova, M. (2020). "Raqamli kompetensiyalarni rivojlantirish: O'qituvchilar uchun zamonaviy yondashuvlar", Pedagogika jurnali, 12-son.
3. Thompson, K. & Adams, L. (2022). Teachers in the Digital Era: Competence, Development, and Challenges. Springer.
4. Karimov, R. (2021). O'qituvchilarda raqamli kompetensiyalarni shakllantirishning innovatsion metodlari. Toshkent: O'zbekiston Milliy Universiteti.
- 5.

“MODDANING ISSIQLIK SIG‘IMINI ANIQLASH” MAVZUSINI O‘QITISH METODIKASI

Temirboyeva Sitara Ulug‘bek qizi

*Navoiy davlat universiteti Fizika va astronomiya,
qo‘shimcha matematika ta’lim yo‘nalishi
4 kurs G-guruh talabasi.*

B.F.Izbosarov

*Navoiy davlat universiteti
Fizika va astronomiya kafedrasi professori*

Annotatsiya: Ushbu maqola orqali moddalarning issiqlik sig‘imlarini aniqlash haqida qisqacha ma'lumotga ega bo'lasiz. shu jumladan issiqlik sig‘imi, solishtirma issiqlik sig‘imi molyar issiqlik sig‘imi nima degan savolga javob izlaymiz. .

Kalit so‘zlar: Issiqlik sig‘imi, solishtirma issiqlik sig‘imi, issiqlik, moddalar, temperatura, jarayon, kalorimetr, parameter, kattalik, miqdor, alyuminiy, jarayon, massa.

Аннотация: В этой статье вы найдете краткий обзор определения теплоемкости веществ. Мы также рассмотрим ответы на вопросы о теплоемкости, удельной теплоемкости и молярной теплоемкости.

Ключевые слова: Теплоемкость, относительная теплоемкость, тепло, вещества, температура, процесс, calorimetr, параметр, величина, количество, алюминий, процесс, масса.

Abstract. Through this article, you will gain brief information about determining the heat capacities of substances. Including heat capacity, specific heat capacity, and molar heat capacity, we will seek answers to the question of what is it.

Keywords: Heat capacity, relative heat capacity, heat, substances, temperature, process, calorimeter, parameter, magnitude, quantity, aluminum, process, mass.

Issiqlik energiyasi tabiatdagi eng asosiy fizikaviy kattalik hisoblanadi. U turli xil moddalarning ichki energiyasini o'zgartirishga ta'sir qiladi. Moddalar o'zlariga berilgan issiqliklarni turlicha yutadi

va chiqaradi. Bu hodisa issiqlik sig'imi tushunchasi bilan uzviy bog'liq. Moddaning issiqlik sig'imini aniqlash kimyo, fizika, energetika, muhandislik sohlarida keng qo'llanilib kelinmoqda. Bu kattalik moddiy jismlarning qizish va sovish jarayonlarini tushunishda muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Ular, sanoat, meteorologiya, tibbiyot va qurilish singari ko'plab sohalarda qo'llanib kelinmoqda. Issiqlik sig'imi moddalarning issiqlik energiyasini yutish yoki yo'qotish qobiliyati xarakterlovchi fizik kattalik, u moddalarning ma'lum qiymatga qizdirish yoki sovitish uchun sarflangan issiqlik belgilaydi. Massalari bir xil bo'lgan turli xil moddalarning, masalan; temir, yog'och, alyuminiy va boshqa turli xil moddalarni temperaturasini bir xil miqdorga keltirish uchun turli miqdorda issiqlik berishimiz lozim. Issiqlik sig'imi tushunchasi ilk bor XVIII asrda fanga asta-sekin kirib kelgan boshlagan. Birinchi bor G.V. Richman 1744-yili moddalar aralashmasining harorati formulasini o'rgangan. Oradan vaqt o'tib bu nazariyani XVIII asrning 80-yillarida takomillashtirgan. 1783-yili Lavuaze va Laplasning "Issiqlik xotirasi" asarida ifoda etilgan.

Moddaning temperaturasini bir kelvinga oshirish uchun unga berilishi lozim bo'lgan issiqlik miqdori son qiymat jihatdan teng bo'lgan qiymat moddaning issiqlik sig'imi (C) deb ataladi.

$$C = Q/\Delta T(1)$$

Bir xil massali turli moddalarga bir xil issiqlik berilganda ularning temperaturasi turli xil o'zgaradi. Shuning uchun moddaning issiqlik parametrlarini harakterlaydigan tushuncha – solishtirma issiqlik sig'imi tushunchasi kiritilgan. Bir massali moddaning temperaturasini 1 K ga oshirish uchun moddaga berilishi kerak bo'lgan issiqlik miqdoriga qiymat jihatdan teng bo'lgan kattalikka solishtirma issiqlik sig'imi (c) deyiladi.

$$c = \frac{Q}{m(\Delta T)} \quad (1.1)$$

c- solishtirma issiqlik sig'imi

Q- isitish paytida (yoki sovutish paytida chiqariladigan) modda tomonidan olingan issiqlik miqdori. m- qizdirilgan (sovitilgan) moddaning massasi

ΔT – moddaning oxirgi va boshlang'ich harorati o'rtasidagi farq

Jismning issiqlik sig'imi deb, shu jism haroratini bir darajaga oshirish uchun unga berish lozim bo'lgan issiqlik miqdoriga aytiladi. Jism bir necha darajaga soviganda shuncha issiqlik miqdori beradi. Solishtirma issiqlik sig'imining atomi yoki, molekula massasiga ko'paytmasi mos ravishda atom yoki, molekulyar issiqlik sig'imi deyiladi.

Berilgan jismning issiqlik sig'imi (C) bilan solishtirma issiqlik sig'imi (c) o'zaro quyagicha ko'rinishga ega;

$$C = mc \quad (1.2)$$

m-berilgan jismning massasi

Solishtirma issiqlik sig'imini tarifiga ko'ra m massali jismni T_1 temperatura T_2 temperaturagacha isitish uchun unga beriladigan issiqlik miqdori quydagi formula bilan aniqlanadi.

$$Q = cm(T_1 - T_2) = cm\Delta T \quad (1.3)$$

Molyar issiqlik sig'imi deb – bir mol moddaning temperaturasini 1 K ga ko'tarish uchun kerak bo'ladigan issiqlik miqdoriga son jihatdan teng fizik kattalikka aytiladi. Faraz qilaylik, μ massali moddaga Q issiqlik miqdori berilganda uning temperaturasi ΔT ga o'zgarsa, quydagi formulaga ega bo'lamiz.

$$C_\mu = \frac{Q}{\mu\Delta T} \quad (1.4)$$

Xalqaro birliklar sistemasida molyar issiqlik sig'imini birlikgi qilib [1J/mol*K] belgilangan.

Kaorimetr bu issiqlik miqdorini o'lchovchi asbob hisoblanadi. Kalorimetr (lotincha kaloriya - issiqlik, metor- o'lchash) turli xil fizik, biologik va kimyoviy jarayonda ajralib chiqadigan yoki yutilgan issiqlik miqdoridir.

$$1 \text{ kal} = 4,2 \text{ J}$$

Turli moddalarning issiqlik sig'implari bir-biridan turlicha farq qiladi. Masalan, suvning 20 °C dagi issiqlik sig'imi 4200, qayin daraxtniki 1700, havoniki 1010 J/(kg*K) ni tashkil etadi. Metallarda issiqlik sig'imi kichik bo'ladi: aluminiyniki 880, temirniki 460, misniki 385, qo'g'oshinniki 130 J/(kg*K)

Foydalanilgan adabiyotlar

1. B.F.Izbosarov , I.R.Kamolov "molekulyar fizika va termodinamika asoslari" Toshkent 2007.340- bet.
2. M.Ismoilov , P.Habibullayev, M.Xaliulin. "Fizika kursi " Toshkent 2000
3. R.A.Zohidov, M.M.Alimova ,SH.S.Mavjudova "Issiqlik texnikasi" Toshkent 2010. 201- bet
4. [www.library .ziyonet.uz](http://www.library.ziyonet.uz)
5. [www.lex . uz](http://www.lex.uz)

**BO‘LAJAK BOSHLANG‘ICH SINIF O‘QITUVCHILARINING MUSTAQIL ISHLASH
KOMPETENSIYASINI RIVOJLANTIRUVCHI DASTURLAR**

Quranboyeva Muxarram Shavkat qizi

CHDPU, "Matematika o‘qitish metodikasi va geometriya" kafedrası o‘qituvchisi. quranboyevamuxarram@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada bo‘lajak boshlang‘ich sinf o‘qituvchilarining mustaqil ishlash kompetensiyasini rivojlantiruvchi dasturlar ya‘ni Kahoot! va Quizizz kabi dasturlar haqida mulohazalar keltirilgan. Dasturlarning o‘xshash va farqli jihatlari keltirib o‘tilgan.

Аннотация. В данной статье рассматриваются программы, развивающие компетентность в самостоятельной работе будущих учителей начальной школы, а именно Kahoot! и обзоры таких программ, как Quizizz. Подчеркиваются сходства и различия между программами.

Annotation. This article presents considerations about programs that develop the competence of independent work of future primary school teachers, namely programs such as Kahoot! and Quizizz. Similarities and differences of the programs are highlighted.

O‘qituvchilarga o‘z pedagogik mahoratlarini oshirish, zamonaviy metodlarni o‘rganish va amaliyotda qo‘llash imkoniyatini berib, ular o‘quvchilarga yuqori sifatli ta‘lim berish uchun kerakli malakalarni shakllantiradilar.

Tadqiqot ishida Kahoot! va Quizizz dasturi, ularning asosiy paneli, qanday ishga tushirilishi, o‘xshash va farqli jihatlari haqida ko‘rib chiqamiz. Kahoot! dasturi mustaqil ishlash kompetensiyasini rivojlantirishda muhim rol o‘ynaydi. Kahoot! orqali talabalar o‘z bilimlarini real vaqt rejimida baholay olishadi. Bu o‘z-o‘zini tekshirish va o‘z ustida ishlashga yordam beradi, ya‘ni o‘quvchilar o‘z kamchiliklarini aniqlash va ularni tuzatishga harakat qilishadi. Viktorina shaklida taqdim etilgan savollarga javob berish jarayonida o‘quvchilar tez fikrlashni va qaror qabul qilishni o‘rganadilar. Bu esa mustaqil ishlash va muammolarni hal qilish qobiliyatini rivojlantiradi. Kahoot! o‘quvchilarga o‘z vaqtlarini boshqarishga, o‘z xatolarini tahlil qilishga va o‘z bilimlarini kengaytirishga yordam beradi. Bu mustaqil o‘rganish jarayonini qo‘llab-quvvatlaydi. Kahootda ko‘plab o‘quvchilar va talabalar bir vaqtning o‘zida qatnashishi mumkin, bu esa jamoaviy ishlash va fikr almashish imkoniyatlarini yaratadi. Biroq, har bir o‘quvchi yoki talaba o‘z bilimiga asoslanib, mustaqil tarzda javob berishga intiladi.

Ushbu dastur talabalarning mustaqil ishlash kompetensiyasini rivojlantiruvchi dastur hisoblanadi. Kahoot dasturi foydalanuvchilarga o‘z bilimlarini baholash, turli testlar va viktorinalarda qatnashish imkonini yaratadi. Bu, o‘quvchilarning o‘z-o‘zini baholash va mustaqil ravishda o‘rganish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Ushbu dasturda vaqtni cheklangan holda javob berish talab qilinadi, bu esa o‘quvchilarga vaqtni boshqarish va tezkor qarorlar qabul qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Qiziqarli va raqobatli formatlar orqali o‘quvchilar o‘rganish jarayoniga ko‘proq qiziqish ko‘rsatadi, bu esa mustaqil o‘qish va o‘z-o‘zini rivojlantirishga bo‘lgan motivatsiyani

oshiradi. Bo'lajak boshlang'ich sinf o'qituvchilarining mustaqil ishlash kompetensiyasini rivojlantirishda Kahoot dasturi katta o'rin tutadi. Ushbu platforma nafaqat talabalarning balki o'qituvchilarning ham bilimlarini mustahkamlash va yangi pedagogik uslublarni sinab ko'rish uchun qulay vosita bo'lishi mumkin. Quydagi jihatlarida Kahoot dasturining ahamiyati kattadir:

Interaktiv o'qitish usullarini o'rganish: Bo'lajak o'qituvchilar, Kahoot dasturini qo'llab, interaktiv va texnologiyalarga asoslangan o'qitish metodlarini o'rganadilar. Bu, o'z navbatida, ularga o'quvchilarni darslarda faol ishtirok etishga undash va ularning mustaqil ishlashini rag'batlantirish imkonini beradi.

Yangi pedagogik yondashuvlarni sinash: Kahoot orqali o'qituvchilar darslarni qiziqarli va samarali tarzda tashkil qilishni o'rganadilar. Masalan, testlar va viktorinalar orqali o'quvchilarning bilimlarini o'z vaqtida baholash va dars davomida o'zgarishlarni tezda ko'rish imkonini yaratish.

Mustaqil fikrlash va qaror qabul qilish ko'nikmalarini rivojlantirish: O'qituvchilar Kahoot platformasida dars yaratishda va o'quvchilarga testlar tayyorlashda o'z bilim va tajribalarini mustahkamlashadi. Bu jarayon o'qituvchining mustaqil fikrlash va qaror qabul qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Pedagogik kompetensiyani oshirish: O'qituvchilar dars jarayonida texnologiyalarni samarali qo'llashni o'rganish orqali o'z pedagogik kompetensiyasini oshiradilar. Bu, o'z navbatida, o'quvchilarning mustaqil ishlash kompetensiyasini rivojlantirishda muhim rol o'ynaydi.

Quizizz — talabalar va o'qituvchilar uchun intuitiv va qulay interfeysga ega. Siz testlarni o'zgartirishingiz, baholashingiz, va talabalarning yutuqlarini kuzatishingiz mumkin. Bo'lajak boshlang'ich sinf o'qituvchilarining mustaqil ishlash kompetensiyasini rivojlantirishda Quizizz platformasining roli juda katta. Bu platforma o'qituvchilar va talabalar uchun ko'plab afzalliklarga ega, ayniqsa, talabalarning mustaqil ishlash ko'nikmalarini rivojlantirishda.

Interaktiv va qiziqarli o'quv jarayoni: Quizizz o'quv jarayonini qiziqarli va interaktiv qilish uchun juda qulay vosita. O'quvchilarni faollashtirish va o'zlarini sinash imkoniyatlarini yaratadi. O'qituvchilarni turli xil testlar, viktorinalar va o'yinlar orqali o'quvchilarga o'rgatish usulini taklif etadi. Bu o'quvchilarning darslarga bo'lgan qiziqishini oshiradi va o'quv jarayoniga faol qatnashishga undaydi. Masalan, o'quvchilar bir vaqtning o'zida yoki mustaqil ravishda o'z bilimlarini baholashlari mumkin, bu esa o'z-o'zini nazorat qilish va mustaqil o'rganishga yordam beradi.

Tahlil va baholash imkoniyatlari: Quizizz platformasi o'qituvchiga o'quvchilarning natijalarini aniq va real vaqt rejimida ko'rish imkoniyatini beradi. Bu esa o'qituvchiga o'quvchilarning bilim darajasini tahlil qilish va ularning kuchli va zaif tomonlarini aniqlash imkonini yaratadi. Shu bilan birga, o'qituvchilar individual yondashuvni amalga oshirish imkoniyatiga ega bo'lishadi. Masalan, agar biror o'quvchi savollarda xatolikka yo'l qo'ysa, o'qituvchi unga yordam berishi va kerakli mavzuni tushuntirishni davom ettirishi mumkin. Bu jarayon o'qituvchining mustaqil ishlashga bo'lgan yondashuvini shakllantiradi va samarali tarzda individual yordam berishga yordam beradi.

Individualizatsiyalangan o'qish va baholash: Quizizz o'qituvchilarga o'quvchilarning individual ehtiyojlariga moslashtirilgan testlar yaratishga imkon beradi. Bu orqali har bir o'quvchining bilim darajasi va rivojlanish yutuqlarini to'g'ri baholash mumkin. Masalan, o'quvchilarga turli qiyinchilik darajasidagi savollarni taqdim etish orqali ularning individual rivojlanishiga yordam berish mumkin. Shuningdek, o'quvchilarga o'z natijalarini tahlil qilish imkoniyatini berish, ularni mustaqil ravishda o'z xatolarini tuzatishga va o'z-o'zini rivojlantirishga undaydi.

Tegishli resurslar va qo'llab-quvvatlash: Quizizz o'qituvchilarga o'quvchilarga moslashgan qo'llanma va resurslarni taqdim etadi. O'qituvchilar o'z darslarini yaratishda yoki moslashtirishda kerakli materiallarga osonlik bilan kirishlari mumkin. Shu bilan birga, Quizizz platformasi orqali o'qituvchilar o'z o'quvchilarini o'z-o'zini sinashga undaydigan maxsus dasturlar yaratishlari mumkin. Bu o'quvchilarning mustaqil ishlash qobiliyatini rivojlantirishda qo'shimcha yordam beradi.

Kahoot dasturi bo'lajak boshlang'ich sinf o'qituvchilarining pedagogik kompetensiyasini rivojlantirishda samarali vosita bo'lib, ularga o'quvchilarning mustaqil ishlashini rag'batlantirish,

interaktiv o'qitish usullarini o'rganish va o'z pedagogik yondashuvlarini takomillashtirishda yordam beradi. Quizizz dasturi ham bo'lajak boshlang'ich sinf o'qituvchilarining mustaqil ishlash kompetensiyasini rivojlantirishda juda samarali vosita bo'lib, u o'qituvchilarga bilimlarini mustaqil ravishda sinash va rivojlantirish imkonini beradi. Shuningdek, o'qituvchilar uchun innovatsion uslublar, texnologik yondashuvlar va individual yondashuvni amalga oshirishda yordam beradi. Bu jarayon bo'lajak o'qituvchilarning pedagogik faoliyatini zamonaviy va samarali usullar bilan boyitadi, shuningdek, o'qituvchilarning o'z-o'zini rivojlantirishga bo'lgan ehtiyojlarini qondiradi.

и

1.Smith, J. (2020). The impact of Kahoot on student engagement in classroom settings. Journal of Educational Technology, 15(3), 120-130.

2.Brown, A., & Green, T. (2019). Interactive learning tools: A study of Kahoot in higher education. Journal of Interactive Education, 28(4), 45-55.

3.Lee, S., & Kim, H. (2021). Gamification in education: How Kahoot enhances learning outcomes. Educational Research Quarterly, 32(2), 99-110

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВОГО МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ.

Убайдуллоев Алишер Нематиллоевич

Кафедра математического анализа

Бухарского государственного университета доцент

Ubaydulloev Alisher Nematilloevich

Department of Mathematical Analysis of Bukhara State University Associate Professor

Аннотация: В этой статье рассматриваются достижения, достигнутые в результате преподавания математики в государственных школах с использованием международного опыта, а также то, что в совокупности может иметь значение для повышения интереса учащихся к овладению математикой. Основная цель статьи-разъяснить читателям на примерах и на примерах простые и жизненные вопросы, добиться высокой эффективности, используя опыт зарубежных стран.

Abstract: This article examines the achievements achieved as a result of teaching mathematics in public schools using international experience, as well as what together can be important for increasing students' interest in mastering mathematics. The main purpose of the article is to explain simple and vital issues to readers using examples and examples, to achieve high efficiency using the experience of foreign countries.

Ключевые слова: Исследование, международная оценка, логическое мышление, мастерство, мышление, Сингапур, диаграмма, метод, компетенция, термин, объем, абстракция, моделирование.

Keywords: Research, international assessment, logical thinking, mastery, thinking, Singapore, diagram, method, competence, term, scope, abstraction, modeling.

В целях повышения качества образования необходимо осуществлять постоянный мониторинг его состояния и тенденций развития, а также осуществлять объективную оценку образовательных достижений обучающихся. Это особенно важно на уровне общего среднего образования, которое закладывает основу для дальнейшего личностного и гражданского развития учащихся. Давайте посмотрим на исследования, основанные на таком международном опыте.

PISA - The Program for International Student Assessment — оценка уровня грамотности 15-летних школьников по чтению, математике и естественным наукам;

TIMSS - Trends in International Mathematics and Science Study - оценка уровня владения учащимися 4 и 8 классов математикой и естественными науками;

PIRLS - Progress in International Reading and Literacy Study – оценка уровня чтения и понимания учащихся начальных 4-х классов;

TALIS - The Teaching and Learning International Survey - исследование среды преподавания и обучения руководящих и педагогических кадров в общеобразовательных средних учебных заведениях и условий труда учителей. Подготовка к участию Республики Узбекистан в международных исследованиях по международным оценочным программам приводит к формированию у студентов следующих качеств.

- повышение письменной и устной грамотности учащихся.
- самостоятельное обучение студентов, а также формирование способностей логического мышления.
- внедрение самостоятельного образования для подготовки студентов к международному обучению по чтению, математике и естественным наукам;

Исследования PISA

PISA- (Программа международной оценки учащихся) — это исследование, направленное на изучение того, овладели ли 15-летние дети жизненными навыками в области математики, естественных наук и родного языка. Исследования PISA начались в 2000 году и проводятся каждые три года.

Результаты исследования направлены на образовательные достижения учащихся стран-участниц, изменения в системе образования, формирование основных направлений реформы среднего образования и выявление препятствий на пути их реализации, мониторинг динамики изменений. в результатах и критическом анализе.

Цель международного исследования PISA — оценить грамотность 15-летних школьников в математике и естественных науках, а также на родном языке. Целью исследования является не определение уровня освоенности школьных программ, а повышение способности учащихся применять знания и умения, полученные в ходе обучения, в реальных жизненных условиях.

В результате статистической обработки результатов исследования каждый студент оценивается по следующим критериям в 1000-балльной системе:

- Выявление реальных проблем, возникающих в повседневной жизни, и решение их с помощью математики;
- выражать задачи математическим языком;
- анализ используемых методов;
- объяснение решения проблемы;
- формирование и запись результатов решения.

Образцы заданий, которые даются учащимся

Восхождение на гору Фудзи. Гора Фудзи в Японии славится своим «спящим» вулканом. Гора Фудзи открыта для публики только с 1 июля по 27 августа. В настоящее время на гору Фудзи поднимаются около 200 000 человек. В среднем, сколько людей поднимаются на гору Фудзи каждый день?

С какими проблемами могут столкнуться школьники на экзамене по математике?

1. Из-за отсутствия или небольшого количества вопросов, аналогичных заданиям PISA, в учебниках, а, следовательно, и отсутствия у учащихся опыта реализации такой практической деятельности, их результаты могут быть низкими.

2. Задачи PISA обычно описываются длинными текстами, и нет указаний, к какому разделу математики следует обратиться, чтобы выбрать реальную ситуацию и метод решения задач.

3. Задания PISA (текст, картинки, схемы и таблицы, графики реальных связей) предлагаются в разных форматах. Необходимо перевести их на математический язык и после нахождения решения оценить и интерпретировать его применительно к реальным условиям.

4. В учебниках математики обычно приводятся стандартные задачи и решаются они стандартными методами, то есть учащиеся учат решать определенные типы задач на основе определенных алгоритмов.

5. Обычно задачи в учебниках математики приводятся в конкретной главе, а также приводятся способы их решения в связи с методами, рассмотренными в этой главе, то есть даются указания, как решать задачи конкретного раздела.

6. Кроме того, задачи в учебнике состоят из описания чисто математической задачи, и обычно их содержание далеко от реальных жизненных ситуаций. В наших учебниках очень мало или вообще нет задач, подобных заданиям PISA. Задачи содержат большой объем информации, описывающей текущую ситуацию, а наличие в них большого количества новой текстовой информации затрудняет понимание проблемы и ее решение.

Международные исследования ТИМСС

Международные исследования TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study), называемые международными традициями в преподавании математики и естественных наук, проводятся каждые 4 года Международной ассоциацией оценки качества успеваемости учащихся. TIMSS позволяет отслеживать прогресс по этим предметам в странах-участницах, оценивая академические достижения учащихся 4 и 8 классов по математике и естественным наукам. Учащиеся проходят тестирование для оценки успеваемости, а учащиеся, учителя и школьная администрация заполняют анкеты, чтобы узнать о факторах, влияющих на получаемую информацию.

Формирование положительного отношения к математике и естественным наукам.

Выполнение заданий дома позволяет учащимся закрепить материал, изученный в школе, и продлевает время обучения учителей по этому предмету. В результате ожидается, что учащиеся, которые получают большой объем домашних заданий, будут успевать лучше, чем учащиеся, которые получают мало домашних заданий или вообще не получают их вообще. Традиция делать домашнее задание широко распространена во многих странах. В некоторых странах в 4-м классе их редко просят дома, в основном в коррекционных целях, чтобы позволить отдельным ученикам усвоить материал вместе со своими сверстниками. В общем, огромное количество домашних заданий.

МАТЕМАТИКА В СИНГАПУРЕ

С 1995 года Сингапурские студенты побеждают на различных международных олимпиадах по математике. В чем секрет? Многие страны пытаются полностью перенять или скопировать Сингапурскую математику. США, Япония, Израиль, Россия и Корея также берут за основу этот подход и внедряют сингапурскую математическую методику в преподавание математики. Ключевые особенности математика в Сингапуре:

1. Сущность учебного процесса заключается не в изучении большого объема учебного материала, а во внимании к глубине понимания вводимых математических терминов и фактов. Это противоположность нормальному, особенно в наших школьных программах по математике: наши программы очень учебные, есть много тем, которые нужно охватить, и у нас ограничено время. В результате возможности для углубленного изучения этих тем ограничены.

2. Образовательный процесс начинается с конкретного практического опыта и идет к абстрактным понятиям. Изучение концепций осуществляется в три этапа.

На первом этапе (активный этап) учащиеся играют в различные деятельностные игры, связанные с введенным понятием, используют различные материальные предметы, связанные с понятием (счетные палочки, кубики, различные формы и предметы из бумаги и пластилина, а также различные другие специальные предметы). Они пытаются держать в руках «учебные инструменты» или делать из них разные модели.

На втором этапе (знаковом этапе) новую концепцию выражают с помощью символов. Их изображают на различных картинках, схемах или рисунках.

Лишь после этого переходит к третьему этапу (символическому этапу), абстрактному определению, математическим символам и обозначениям нового понятия. Иными словами, ознакомление с математическими понятиями начинается с наглядного примера, на основе которого абстрактное понятие дается возможность «схватить» и «увидеть». Прогресс образования от практического опыта к абстрактным понятиям создает по каждому предмету

определенные ассоциации (яркие, глубокие и устойчивые впечатления в памяти). Когда эти впечатления запоминаются, вспоминаются различные аспекты предмета. Ориентация учебного процесса на практическую работу с самого начала повышает мотивацию (интерес) к обучению и знание заранее, почему изучается то или иное математическое понятие, когда и где оно необходимо в жизненных ситуациях. Это гарантирует, что математика не только нужна и полезна в жизни, но и привлекательна.

3. Большое внимание уделяется моделированию (черчению модели). Тем самым визуализируется состояние данной задачи. Задача моделируется, организуется удобное использование данных и начинается поэтапное решение задачи.

Для разрешения сложившейся ситуации учителям математики рекомендуется обратить внимание на следующее:

- правильно и четко формировать математическую речь;
 - различать математическое содержание и методы решения текстовых задач и применять их к новой ситуации;
 - перевод условий задачи из текстовой формы в математический язык и раскрытие смысла и сущности изменений этой формы;
 - создание проблемных ситуаций у учащихся для формирования навыков творческой работы и выполнения активных умственных действий.
 - создание дифференцированных индивидуальных траекторий обучающихся в образовательном процессе;
 - интерактивно-активные образовательные технологии на уроке:
- метод проектов, кейс, игровые технологии, проблемное обучение, работа с текстом, кластер

ССЫЛКИ:

1. Ишмухамедов Р.Дж. Пути повышения эффективности образования с помощью инновационных технологий.-Т.: ТДПУ им. Низоми, 2004,
2. Юнусова Д. Современные технологии обучения математике. 2020 год
3. Непрерывное образование. //Бревно. 2017 год
4. Ходжиев С., Убайдуллаев А., Джураева Н.О. Некоторые методические рекомендации по изучению его свойств с использованием графика функции Научный журнал ЭРУС №4 2022/4, -106-116 страниц <http://erus.uz/index.php/er/article/view/16>
5. Убайдуллаев А.Н. Методика развития профессиональной компетентности студентов с использованием цифровых технологий в практической подготовке. Журнал исследований в области рыболовства (SFS) 10(2S) 1355-1362, ISSN: 2368-7487,2023.URL: <https://sifisheriessciences.com/journal/index.php/journal/article/view/870>
6. Турдиев Н.Ш., Асадов Ю.М., Акбарова С.Н., Темиров Д.Ш. Образовательные технологии, направленные на формирование компетенций учащихся в системе общего среднего образования, НИИ педагогических наук Узбекистана им. Т. Ниёзи, Т.: 2015.-160.
7. Абдурахмонов Б. Метод математической индукции/ Ташкент, 2018.
8. Проблемы образования //Журнал. 2019 год

METODIK TAYYORGARLIKNI TAKOMILLASHTIRISHDA NOAN'ANAVIY TA'LIM MUHITLARINING O'RNI

Nurulloyev Firuz No'monjonovich

Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar
kafedrası dotsenti, p.f.f.d. (PhD)

Mansurov Tolibjon Ziyodullo o'g'li

Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar
kafedrası tayanch doktoranti

Annotatsiya: Ushbu maqolada bo'lajak informatika o'qituvchilarining metodik tayyorgarligini takomillashtirishda noan'anaviy ta'lim muhitlarining – xususan, kodlash klublari, IT tanlovlari va bootcamplarning o'rni va ahamiyati tahlil qilingan. Tadqiqot davomida ushbu muhitlarning bo'lajak o'qituvchilarning amaliy ko'nikmalarni shakllantirish, innovatsion yondashuvlarni o'zlashtirish va kasbiy faollikni oshirishdagi ijobiy ta'siri yoritilgan. Shuningdek, O'zbekistondagi mavjud tajribalar misolida informal ta'lim shakllarining rivojlanish istiqbollari ko'rib chiqilib, metodik tayyorgarlik jarayoniga integratsiya qilish bo'yicha tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: Informal ta'lim muhitlari, bootcamp treninglar, IT tanlovlar, innovatsion pedagogik texnologiyalar, muammoga yo'naltirilgan ta'lim.

Аннотация: В данной статье рассмотрена роль и значение неформальных образовательных сред — таких как клубы программирования, IT-конкурсы и буткемпы — в совершенствовании методической подготовки будущих учителей информатики. В процессе исследования освещено положительное влияние этих форм обучения на развитие практических навыков, освоение инновационных подходов и повышение профессиональной активности будущих педагогов. На основе анализа существующего опыта в Узбекистане даны рекомендации по интеграции неформального обучения в процесс методической подготовки.

Ключевые слова: еформальные образовательные среды, тренинги типа bootcamp, IT-соревнования, инновационные педагогические технологии, проблемно-ориентированное обучение.

Abstract: This article explores the role and significance of non-formal learning environments—such as coding clubs, IT competitions, and bootcamps—in enhancing the methodological training of future computer science teachers. The study highlights the positive impact of these informal educational settings on the development of practical skills, adoption of innovative teaching approaches, and increased professional engagement among pre-service teachers. Drawing on examples from Uzbekistan, the article also offers recommendations for integrating such learning experiences into teacher training programs.

Keywords: Noformal learning environments, bootcamp training programs, IT competitions, innovative pedagogical technologies, problem-based learning.

Zamonaviy dunyoda axborot texnologiyalari jadal sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Bu holat o'z navbatida ta'lim tizimida, ayniqsa, informatika fanini o'qitishga yangicha yondashuvni talab qilmoqda. Bo'lajak informatika o'qituvchilarini tayyorlash jarayonida ularning nafaqat texnik bilim darajasi, balki zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo'llay olish qobiliyati ham muhim o'rin tutadi. Shu nuqtai nazardan qaralganda, metodik tayyorgarlikni takomillashtirishda noan'anaviy ta'lim muhitlari, ya'ni kodlash klublari, tanlovlar, bootcamplar kabi tashabbuslarning roli beqiyosdir. Formal (rasmiy) ta'lim ko'proq darsliklar, dars jadvali va baholash tizimi bilan cheklangan bo'lsa, noan'anaviy (informal) ta'lim muhitlari o'quvchini mustaqil izlanish, jamoada ishlash va amaliy faoliyat orqali rivojlantirishga qaratilgan. Kodlash klublari, IT tanlovlari, bootcamp tarzidagi intensiv kurslar shular jumlasidandir. Ularning barchasi informatika o'qituvchisining kelajakdagi kasbiy faoliyatida lozim bo'ladigan muhim ko'nikmalarni mustahkamlaydi[1].

Informatika klublari – bu darsdan tashqari tashkil etiladigan, o‘quvchilarga va talabalarga dasturlash, algoritmik tafakkur va IT loyihalarni ishlab chiqish borasida chuqurroq bilim beradigan muhitdir. Bunday klublar bo‘lajak o‘qituvchilarga nafaqat o‘z bilimini mustahkamlash, balki pedagogik usullarni amaliyotda sinab ko‘rish imkonini beradi. Shuningdek, klublarda o‘quvchini rag‘batlantirish, fikrlashga yo‘naltirish, guruhda ishlash kabi ko‘nikmalar shakllanadi.

IT tanlovlar va fan olimpiadalari esa informatika faniga qiziqishni oshiribgina qolmay, bo‘lajak o‘qituvchiga raqobat muhitida fikr yuritish, vaqtni to‘g‘ri taqsimlash va yechimga yo‘naltirilgan tahliliy yondashuvni o‘rgatadi. Bu esa metodik tayyorgarlikning muhim tarkibiy qismlaridandir[2].

Bootcamplar – qisqa muddatli, lekin intensiv va amaliyotga yo‘naltirilgan o‘quv kurslari hisoblanadi. Dasturlash, veb-ishlab chiqish, sun‘iy intellekt, kibernetika kabi sohalarda tashkil etilgan bootcamplar bo‘lajak informatika o‘qituvchilarining kasbiy tayyorgarligini chuqurlashtiradi. Bu muhitda qatnashuvchilar real loyihalar ustida ishlaydi, jamoaviy fikrlash, muammo yechish va o‘z ustida ishlash madaniyatini rivojlantiradi.

So‘nggi yillarda O‘zbekistonda ham noan‘anaviy ta‘lim muhitlari asta-sekin shakllanib bormoqda. Xususan, “One Million Uzbek Coders” loyihasi, “IT Park” tomonidan tashkil etilayotgan treninglar, IT olimpiadalar bo‘lajak informatika o‘qituvchilari uchun muhim maydon bo‘lib xizmat qilmoqda. Biroq, bu yo‘nalishdagi faoliyatni yanada tizimli va metodik jihatdan asoslangan holga keltirish zarur[3].

Noan‘anaviy ta‘lim muhitlari bo‘lajak informatika o‘qituvchilarining metodik tayyorgarligini boyitish, ularning amaliy ko‘nikmalarini oshirish va zamonaviy texnologiyalar bilan ishlashga tayyorlashda muhim vosita hisoblanadi. Shunday ekan, pedagogika oliy o‘quv yurtlarida quyidagilarni yo‘lga qo‘yish maqsadga muvofiq bo‘ladi:

- Bo‘lajak o‘qituvchilar uchun majburiy ravishda IT klublarda ishtirok etish tajribasini joriy etish;
- Bootcamp shaklidagi qisqa muddatli, lekin chuqur o‘quv dasturlarini metodik tayyorgarlik kurslariga integratsiyalash;
- Har yili informatika yo‘nalishidagi talabalar uchun tanlovlar, mini-hackathonlar va ochiq loyihalar tashkil etish.

Bo‘lajak informatika o‘qituvchilarining metodik tayyorgarligini zamon talablariga mos ravishda tashkil etish bugungi ta‘lim tizimining dolzarb masalalaridan biridir. Mazkur maqolada tahlil qilinganidek, noan‘anaviy ta‘lim muhitlari — kodlash klublari, IT tanlovlar, bootcamp treninglar — ushbu tayyorgarlikni yanada samarali va amaliyotga yaqinlashtirilgan holga keltirishda muhim vosita bo‘lib xizmat qilmoqda. Bunday muhitlar o‘qituvchilik kasbining ajralmas qismlari bo‘lgan innovatsion fikrlash, kasbiy moslashuvchanlik, hamkorlikda ishlash, va muammoga yo‘naltirilgan yondashuv kabi kompetensiyalarni shakllantirishda ijobiy rol o‘ynaydi[4].

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, metodik tayyorgarlik jarayoniga informal ta‘lim shakllarini integratsiya qilish, ta‘lim sifatini oshirishda sezilarli natija beradi. Shu sababli, pedagogika oliygohlarida bo‘lajak informatika o‘qituvchilarining malakasini oshirishda noan‘anaviy ta‘lim shakllaridan samarali foydalanish tizimli tarzda yo‘lga qo‘yilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. **Shukurov, A.** *Bootcamp’lar va ularning ta‘lim tizimidagi roli* /. – O‘zbekiston ta‘limi jurnali, 2021. 24-31 betlar.
2. **Islomov, B.** *Informal ta‘lim muhitlari: Ta‘limdagi yangi imkoniyatlar* / – Toshkent: “Fan” nashriyoti, 2020. – 260 s.
3. **Xodjaev, M., & Rahmatullaeva, F.** *Pedagogik ta‘limning innovatsion metodlari* /. – Toshkent: TDPU nashriyoti, 2019. – 280 s.
4. Mansurov Tolibjon Ziyodullo o‘g‘li. “Informal ta‘limning o‘qitish samaradorligini oshirishdagi roli.” *Talqin va tadqiqotlar ilmiy-uslubiy jurnali* .(2024): 232-237.

IMKONIYATI CHEKLANGAN TALABALARGA OLIY MATEMATIKA ASOSLARINI O'QITISH METODIKASI (BRAYL ALIFBOSI MISOLIDA)

Pardabayev Mardon Almuratovich

*O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti,
Matematika kafedrası dotsenti, PhD*

Mardiyev Fayzullo Sayfulloyevich

*O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti,
magistr*

Annotatsiya. Ushbu maqolada imkoniyati cheklangan (ko'zi ojiz) talabalarga Brayl alifbosi asosida oliy matematika tushunchalarini o'rgatishning metodik jihatları tadqiq qilinadi. 3D texnologiyalar, assistiv dasturlar va multisensorli yondashuvlardan foydalangan holda ishlab chiqilgan innovatsion usullar tahlil etilgan.

Kalit so'zlar: imkoniyati cheklangan talabalar, Brayl alifbosi, oliy matematika, 3D modellar, assistiv texnologiyalar, multisensorli ta'lim, inklyuziv ta'lim.

Аннотация. В данной статье исследуются методические аспекты преподавания высшей математики студентам с ограниченными возможностями (незрячим) с использованием шрифта Брайля. Проанализированы инновационные методы, разработанные с применением 3D-технологий, ассистивных программ и мультисенсорного подхода.

Ключевые слова: студенты с ограниченными возможностями, шрифт Брайля, высшая математика, 3D-модели, ассистивные технологии, мультисенсорное обучение, инклюзивное образование.

Abstract. This article examines methodological aspects of teaching higher mathematics concepts to students with disabilities (visually impaired) using the Braille system. Innovative methods developed through the application of 3D technologies, assistive software, and multisensory approaches are analyzed.

Keywords: students with disabilities, Braille system, higher mathematics, 3D models, assistive technologies, multisensory learning, inclusive education

Bugungi kunda dunyo miqyosida ko'zi ojizlar soni 300 millionga yaqinini tashkil etishi, ularning ta'lim olish huquqini ta'minlash jamiyatning asosiy vazifalaridan biridir. Oliy matematika fanidagi mavhum tushunchalar, grafik tasvirlar va murakkab formulalarni Brayl alifbosi orqali yetkazish mutaxassislar uchun jiddiy metodik muammo sifatida qolmoqda.

Brayl alifbosi asosida oliy matematikani o'qitishda bir qator qiyinchiliklar mavjud. Formulalarning murakkab tuzilishi, geometrik shakllarning fazoviy xususiyatlari va matematik tushunchalarning abstrakt tabiati ko'zi ojiz talabalar uchun qo'shimcha to'siqlar yaratadi. Shu bilan birga, zamonaviy assistiv texnologiyalarning yetishmasligi va moslashtirilgan o'quv dasturlarining yetarli emasligi muammoni yanada murakkablashtirmoqda.

Oliy matematikani Brayl alifbosi orqali samarali o'qitish uchun bir qator metodik yondashuvlar ishlab chiqilgan. Ulardan eng samaralisi 3D printerlar yordamida geometrik shakllarning taktil modellarini yaratish hisoblanadi. Bu talabalarga fazoviy tushunchalarni aniqroq idrok etish imkoniyatini beradi. Formulalarni Brayl kodiga o'tkazishning maxsus algoritmlari matematik ifodalarni aniq va tushunarli tarzda yetkazishga yordam beradi.

Zamonaviy assistiv texnologiyalardan foydalanish bu sohada muhim yutuqlarga erishish imkonini beradi. MathML va LaTeX asosidagi maxsus dasturlar murakkab matematik formulalarni avtomatik ravishda Brayl formatiga o'tkazish imkoniyatini yaratadi. Screen readerlar uchun ishlab chiqilgan matematik modullar esa talabalarga mustaqil o'rganish imkoniyatini beradi.

Pedagogik usullar sifatida multisensorli yondashuv - taktil, eshitish va aqliy modellardan bir vaqtning o'zida foydalanish samara bermoqda. Har bir talabaning individual qobiliyatlarini hisobga olgan holda tuzilgan o'quv rejalari yaxshi natijalarga olib keladi.

Ixtisoslashtirilgan maktabda o'tkazilgan tajriba natijalari qiziqarli ma'lumotlarni oshkor qildi. Tajriba ishtirokchilarining 73 foizi Brayl orqali taqdim etilgan formulalarni aniqroq tushunganligini

bildirdi. 3D modellar yordamida o'qitilgan geometriya darslarida esa materialni o'zlashtirish tezligi 40 foizga oshganligi qayd etildi.

Imkoniyati cheklangan talabalar uchun oliy matematikani o'qitish tizimini takomillashtirish bo'yicha bir qator tavsiyalar ishlab chiqilgan. O'quv dasturlarini universal dizayn tamoyillari asosida ishlab chiqish, o'qituvchilar uchun maxsus malaka oshirish kurslarini tashkil etish, zamonaviy assistiv texnologiyalarga investitsiyalarni oshirish - bularning barchasi inklyuziv ta'lim sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, imkoniyati cheklangan talabalar uchun oliy matematika fanini Brayl alifbosi asosida samarali o'qitish zamonaviy pedagogikaning eng dolzarb masalalaridan biridir. Bu yo'nalishda ilmiy tadqiqotlarni chuqurlashtirish, xalqaro tajribani o'rganish va yangi texnologiyalarni joriy etish orqali yanada yaxshi natijalarga erishish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ahmedova R. "Inklyuziv ta'lim metodikalari". Toshkent: O'qituvchi, 2022. 156 bet.
2. Karimov I. "Maxsus pedagogika asoslari". Toshkent: Nihol, 2021. 214 bet.
3. Petrov V. "Assistiv texnologiyalar va ularning ta'limda qo'llanilishi". Moskva: Prosveshchenie, 2020. 189 bet.
4. Sidorova E. "Ko'zi ojizlar uchun matematika o'qitish metodikasi". Sankt-Peterburg: Piter, 2021. 176 bet.
5. Smith J. "Braille Mathematics: Theory and Practice". London: Academic Press, 2019. 320 bet.
6. Johnson M. "3D Printing in Special Education". New York: Springer, 2020. 245 bet.

O'QUVCHILARNI MATNLI MASALALARNI YECHISHGA O'RGATISH METODIKASI

Pardabayev Mardon Almuratovich

*O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti,
Matematika kafedrası dotsenti, PhD*

Toxirova Muattar Isroil qizi

*O'zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti,
Matematika va informatika yo'nalishi talabasi*

Annotatsiya. Ushbu maqolada o'quvchilarni matnli masalalarni yechishga o'rgatishning samarali metodik usullari ko'rib chiqiladi. Matnli masalalar matematik fikrlashni, mantiqiy tahlil qilishni va amaliy muammolarni hal qilish qobiliyatini rivojlantirishda muhim rol o'ynashi ta'kidlanadi. Maqolada o'quvchilarning matnli masalalarni yechishda duch keladigan qiyinchiliklari, shuningdek, ularni yechish uchun vizualizatsiya, bosqichma-bosqich tahlil, haqiqiy hayot misollari va xatolarni tuzatish kabi usullar tavsiya etiladi.

Kalit so'zlar: matnli masalalar, matematik fikrlash, mantiqiy tahlil, metodika, vizualizatsiya, bosqichma-bosqich yechim, matematik savodxonlik.

Аннотация. В данной статье рассматриваются эффективные методические подходы к обучению учащихся решению текстовых задач. Подчеркивается важная роль текстовых задач в развитии математического мышления, логического анализа и способности решать практические проблемы. В работе анализируются типичные трудности, с которыми сталкиваются учащиеся, а также предлагаются методы их преодоления, включая визуализацию, пошаговый анализ, использование реальных примеров и работу над ошибками.

Ключевые слова: текстовые задачи, математическое мышление, логический анализ, методика, визуализация, пошаговое решение, математическая грамотность.

Abstract. This article examines effective methodological approaches to teaching students how to solve word problems. The importance of word problems in developing mathematical thinking, logical analysis, and problem-solving skills is emphasized. The study analyzes common difficulties

students face and suggests practical solutions, including visualization, step-by-step analysis, real-life examples, and error correction.

Keywords: word problems, mathematical thinking, logical analysis, teaching methodology, visualization, step-by-step solution, mathematical literacy.

Matnli masalalar matematik fikrlashni, mantiqiy tahlil qilishni va amaliy hayotdagi muammolarni matematik usullar bilan hal qilish qobiliyatini rivojlantirishda muhim rol o'ynaydi. O'quvchilarni matnli masalalarni yechishga o'rgatish jarayonida samarali metodikalardan foydalanish ularning matematik savodxonligini oshirish, mustaqil fikrlash qobiliyatini rivojlantirish va kreativ yondashuvni shakllantirish uchun zarurdir.

Matnli masalalar mavzuga oid shartlarni tushunish, ularni matematik modelga aylantirish va yechim topish jarayonini o'z ichiga oladi. Ular arifmetik (sonlar, foizlar, nisbatlar), algebraik (tenglamalar, tengsizliklar), geometrik (figuralar, o'lchamlar) va mantiqiy (sodda va murakkab shartlar) masalalar kabi turlarga bo'linadi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, o'quvchilar matnli masalalarni yechishda bir qator qiyinchiliklarga duch kelishadi. Ulardan ba'zilar matnni to'liq tushunmaslik, masalaning matematik modelini qurolmaslik, yechim algoritmini tanlay olmaslik va natijani tahlil qilishni unutishdir.

O'quvchilarga matnli masalalarni yechishni o'rgatishda vizualizatsiya va diagrammalardan foydalanish samarali usul hisoblanadi. Masalan, masala shartini grafik, jadval yoki sxema ko'rinishida tasvirlash orqali o'quvchilar mazmunni yaxshiroq tushunishlari mumkin. Bosqichma-bosqich tahlil qilish usuli ham muhim ahamiyatga ega. Bunda birinchi navbatda masalani diqqat bilan o'qib, nima berilgan va nima so'ralganini aniqlash, keyin yechim strategiyasini tanlash, yechimni amalga oshirish va natijani tekshirish kerak.

O'quvchilarni mustaqil fikrlashga undash, ularning o'z yechimlarini izohlashiga imkon berish, turli usullarni taqqoslash va guruhli ishlar tashkil etish orqali ularning mantiqiy fikrlash qobiliyatini oshirish mumkin. Haqiqiy hayotdan olingan misollar (masalan, xarid qilish, sport, sayohat) yordamida masalalarni tushunishni osonlashtirish ham samarali usul hisoblanadi.

Xatolarni tahlil qilish va tuzatish jarayoni ham ahamiyatlidir. O'quvchilarning xatolarini tushuntirib, ularga to'g'ri yondashuvni ko'rsatish orqali ularning tushunish darajasini oshirish mumkin. Murakkablik darajasini bosqichma-bosqich oshirish, o'yinli usullardan foydalanish (matematik kvizlar, interaktiv dasturlar) va muntazam mashq qilish (har kuni turli darajadagi masalalarni yechish) kabi qo'shimcha tavsiyalar ham samarali natijalarga olib keladi.

Xulosa qilib aytganda, matnli masalalarni yechish o'quvchilarning matematik va mantiqiy qobiliyatlarini rivojlantirishning muhim omilidir. To'g'ri metodikalardan foydalanish orqali o'qituvchilar o'quvchilarga nafaqat masalalarni yechishni, balki ularga tizimli yondashishni ham o'rgatishlari mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Qodirov F.R., Xolmirzayev B.B. Matematik masalalarni yechish metodikasi. Toshkent: O'qituvchi, 2021. – 145 b.
2. To'laganova M.A. Boshlang'ich maktabda matnli masalalarni o'rgatish texnologiyalari. Toshkent: Navro'z, 2022. – 98 b.
3. Petrova I.V., Sidorov A.K. Metodika obucheniya resheniyu tekstovyykh zadach v nachalnoy shkole. Moskva: Prosveshchenie, 2020. – 176 s.
4. Zaitseva S.A. Razvitie logicheskogo myshleniya cherez matematicheskie zadachi. Sankt-Peterburg: Piter, 2021. – 112 s.
5. Polya G. How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method (2nd ed.)* Princeton: Princeton University Press, 2019. – 288 p.
6. Van de Walle J., Lovin L.H. Teaching Student-Centered Mathematics: Developmentally Appropriate Instruction. London: Pearson, 2020. – 420 p.

TALABALARNING KOMPETENTLIGINI BAHOLASHDA EXCEL DASTURIDAN FOYDALANISH: TIZIMLI YONDASHUV

Hayitov Umidjon Hamidovich

p.f.f.d.(PhD)., dotsent, BuxDU

Hojiyev Nozimjon Yoqubovich

BuxDU o'qituvchisi

i

Zamonaviy ta'lim tizimi nafaqat bilimni o'zlashtirishga, balki shaxsning kasbiy va ijtimoiy kompetentligini shakllantirishga ham qaratilgan. Kompetentlik – bu shaxsning ma'lum bir faoliyatni samarali bajara olish qobiliyatidir. Shu sababli, talabalarning kompetentlik darajasini aniqlash va baholash dolzarb masala hisoblanadi.

Excel dasturi – bu turdagi baholash va tahlillarni olib borishda sodda, ammo kuchli vosita hisoblanadi. Ushbu maqolada Excel dasturida talabalarning kompetentligini tizimli tarzda qanday aniqlash va tahlil qilish mumkinligi haqida metodik yondashuv bayon qilinadi.

Talabalarning kompetentligini aniqlash murakkab, ko'p omilli jarayon bo'lib, uni samarali amalga oshirish uchun aniq metodologik yondashuv zarur. Eng avvalo, baholashning maqsadi va unga asos bo'ladigan mezonlar aniqlab olinishi lozim. Kompetensiyani baholashda har bir shaxsning bilim, ko'nikma va munosabatlar yig'indisi sifatida qaraladigan integrallashgan xususiyatlari e'tiborga olinadi. Shuningdek, baholash mezonlarini belgilashda ular nafaqat o'qituvchilar, balki talabaning o'zi va tengdoshlari tomonidan ham qo'llanilishi mumkin bo'lishi kerak.

Ushbu tadqiqot doirasida talabalar kompetentligini baholash quyidagi besh asosiy mezon orqali amalga oshirildi: **tanqidiy fikrlash, muammolarni hal qilish qobiliyati, guruhda ishlash ko'nikmasi, kasbiy bilimlar**, hamda **axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish savodxonligi**. Ushbu komponentlar zamonaviy ta'lim jarayonida eng muhim kompetensiyalar qatoriga kiradi va ularning har biri shaxsiy va kasbiy muvaffaqiyatga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Baholash jarayoni har bir mezon uchun 1 dan 5 gacha ballar tizimi asosida olib boriladi, bunda 1 ball – past, 5 ball – yuqori darajani anglatadi. Bu yondashuv talabalar kompetentligini miqdoriy jihatdan ifodalash imkonini beradi. Shuningdek, baholashda uchta manba – o'qituvchi (ekspert fikri), tengdoshlar (peer-assessment) va o'z-o'zini baholash (self-assessment) – jalb etilishi mumkin (1-jadvalga qarang). Bu esa baholash natijalarining ob'ektivligini oshirishga xizmat qiladi.

Natijada, shakllangan baholash jadvali nafaqat talabaning umumiy kompetentlik darajasini aks ettiradi, balki uning kuchli va rivojlanishga muhtoj sohalarini aniqlash imkonini beradi.

Talabalar kompetentligini tizimli baholash jadvali

1-jadval

	A	B	C	D	E
1	Mezonlar	O'qituvchi bahosi	Tengdosh bahosi	O'z-o'zini baholash	O'rtacha ball
2	Tanqidiy fikrlash	4	5	3	4
3	Muammo hal qilish qobiliyati	5	4	4	4,333
4	Guruhda ishlash ko'nikmasi	3	4	4	3,667
5	Kasbiy bilimlar	4	5	5	4,667
6	AKT savodxonligi	5	4	5	4,667
7	Umumiy o'rtacha ball				4,267

Talabalarning baholarini tizimli tahlil qilish uchun Microsoft excel dasturidan foydalanish bugungi kun pedagoglari uchun sodda va qulay hisoblanadi. Eng avvalo excel dasturining ba'zi tahliliy funksiyalari bilan tanishsak: Microsoft Excel dasturi statistik va iqtisodiy tahlillarni amalga oshirishda samarali vosita hisoblanadi. Ulardan: masalan, СРЗНАЧ(), МЕДИАНА(), МОДА.ОДН() kabi statistik funksiyalar yordamida ma'lumotlar to'plamining asosiy tavsiflari (o'rtacha qiymat, median, modalar) aniqlanadi; СТАНДОТКЛОН.П() va СТАНДОТКЛОН.В() funksiyalari orqali esa dispersiya va standart og'ish kabi statistik ko'rsatkichlarni baholash mumkin (rus tilidagi versiyasida). Ushbu funksiyalar sonli ma'lumotlarning tarqalishini va ularning o'zgaruvchanlik darajasini tahlil qilishda muhim ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari, Excelning "Пакет анализа" (Analysis ToolPak) moduli yordamida regressiya, dispersion tahlil (ANOVA), t-test, gistogramma

kabi murakkab statistik hisob-kitoblarni bajarish imkoniyati mavjud. Ayniqsa, KOPPEJI(), ЛИНЕЙН(), ТРЕНД() kabi funksiyalar orqali omillar o'rtasidagi bog'liqlik darajasini aniqlash, trendni prognoz qilish va chiziqli regressiya modellari tuzish imkoniyati yaratiladi. Shu bilan birga, bu funksiyalar foydalanuvchilarga iqtisodiy, ijtimoiy va texnik jarayonlarning tahliliy modeli asosida qarorlar qabul qilish imkonini beradi. Excelda, AVERAGE() – o'rtacha kompetentlik darajasi, MAX() – eng yuqori ball, MIN() – eng past ball, COUNTIF(G2:G100, "<3") – 3 balldan past olgan talabalar soni, IF(G2<3, "Past", "Yaxshi") – baholashga tavsiyalar kabi funksiyalardan foydalanilsa tahlil osonlashadi. Shuningdek, **shartli formatlash** (Conditional Formatting) yordamida past ball olgan kataklar avtomatik qizil bilan ajratish mumkin.

Excelda grafik vositalar: **Radar diagramma** – har bir talabaning kompetentlik profilini ko'rsatadi, **Ustunli diagramma** – guruhlararo taqqoslash imkonini beradi, **Dinamik grafiklar** – vaqt bo'yicha o'zgarishlarni tahlil qilishda qo'l keladi. Bu vizualizatsiyalar rahbarlar, o'qituvchilar yoki ota-onalar bilan ma'lumot almashishda juda qulay hisoblanadi.

Yuqorida keltirilgan funksiyalar hamda Excel yordamida olingan natijalar asosida talabaning zaif kompetensiyalarini aniqlash, individual yondashuv asosida rivojlantiruvchi darslar tashkil etish hamda guruhdagi umumiy kamchiliklarni aniqlab, o'quv dasturiga tuzatish kiritish mumkin.

Excel dasturida kompetentligini baholash orqali ta'lim sifatini real ko'rsatkichlar asosida tahlil qilish mumkin bo'ladi. Bu yondashuv:

- Baholashni avtomatlashtiradi;
- Pedagogik qarorlarni tez va aniq qabul qilishga yordam beradi;
- Har bir talaba uchun shaxsiy rivojlanish xaritasini yaratish imkonini beradi.

Shunday qilib, Excel dasturidan foydalanish kompetentlikka asoslangan yondashuvni amaliyotga tatbiq etishda samarali vosita bo'lib xizmat qiladi.

PHYSICS LABORATORY TRAINING THROUGH SYNONYMOUS METHOD – AN INNOVATIVE APPROACH

**Kudratov Elmurod Abdukhalimovich,*

*Associate Professor, Department of physics and astronomy,
Navoi State University, Navoi, Uzbekistan*

Soliyev Tursunboy Izzatillo ugli

*Senior lecturer, Department of physics and astronomy,
Navoi State University, Navoi, Uzbekistan*

Cuddapah Dhananjaya Rao

*Professor of Physics, Department of physics and astronomy,
Navoi State University, Navoi, Uzbekistan*

Abstract: Development of pedagogical methods for determining the didactic functions of organizing and improving physics laboratory classes in the higher education system is an important issue of today's education. Therefore, it is felt necessary to organize the methodology of teaching physics and the development of dynamic practical training based on new approaches and in an innovative environment. For this purpose, this article presents the "Synonymous" method of improving the laboratory work by inclusion of additions to the traditional methods of organizing Physics laboratory classes. The "synonymous" method includes the improvement of methodological features of laboratory training through the organization of exactly one laboratory work in different forms and the effective use of modern ICT tools in this process. The "synonymous" method helps students to conduct creative and small scale scientific research at early stages.

Keywords: laboratory, synonymous, higher education, friction coefficient, sliding friction

Introduction. Today, there are current issues that await their solution in determining the role of physics laboratories, their didactic functions in improving the teaching learning process [1;10-15]

taking into account the use of improved teaching tools in teaching physics [2;1-4], the peculiarities of the application of pedagogical technologies. In particular, it is felt that it is necessary to organize the dynamic development of teaching physics on the basis of new approaches and in an innovative environment.

It is known that in the methodology of conducting laboratory training in Physics for many years, its organization is stuck in the sequence in an "old-fashioned model" state, that is, Laboratory developments and its structure remains unchanged.

Therefore, the issue of improving physics teaching learning process by identifying the didactic functions of laboratory training and adding to the structure of laboratory work through the specific principles of teaching physics in higher educational institutions and their effective use has been identified as the objective of our article.

It is known that in the lesson plan of Physics in the system of continuing education, the hours allocated for laboratory purpose is about 20% (30 hours) of the total slots allotted. This raises the issue of lack of time when students perform processes such as tool work, assembly of devices, measurement of values of a physical phenomenon or parametrization being investigated in conjunction with the absorption of skills to record instrument displays, calculation of errors, and drawing conclusions. These are very tedious processes and time consuming. This type of traditional method of laboratory performance gives least outcome. In order to overcome these difficulties, various innovative approaches [5; 1-18] for assessing students' laboratory practices: and to encourage research orientation were reported. In addition to the traditional training, we followed the interview based and online feedback system through an online platform (HEMIS) that is being operational in almost all the Higher educational institutions of Uzbekistan since 2019. In the present article, a new methodology of conducting Physics laboratory by using the ICT tools [3;1-9] as well as virtual laboratories [4;1-28] is described in detail. The results are astonishing and the outcomes that are analysed statistically has proved the consistent improvement in the student performance as well as an improvement in experimental performance skills of the students. We named this method as the "Synonymous" method. Synonym (in Greek) refers to different linguistic units that have one common meaning, which are mutually differentiated by characteristics that represent methodological and other attitudes: phrase, syntactic unit from other, again and again.

In the synonymous method, the student having determined one physical quantity during the laboratory, calculates simultaneously and mathematically the rest of the physical parameters in a stipulated time allotted for the student.

SYNONYMOUS method in laboratory training in physics

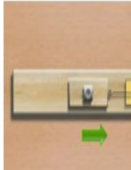
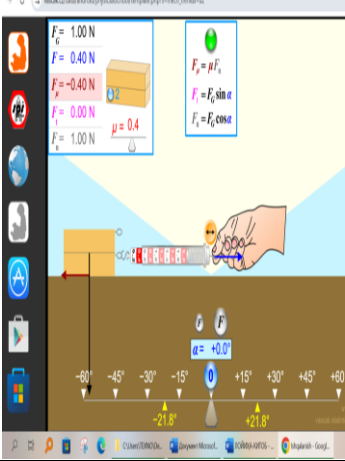
A similar view of the existing laboratory work, in which the main physical quantity is used to determine other physical quantities related to the same experiment through simulations.

It is to implement and improve the work of the traditional laboratory in the field where modern information technology tools are used.

Let us try to apply this concept to physics. there are synonyms of some laws in physics and phenomena of nature. For example, moisture, precipitation events include snow, rain, fog, dew, and similar processes. The "Synonymus method" of laboratory performance is explained in detail through an example where the sliding friction of a body is determined and the results are presented. The method is as follows.

Determination of sliding friction using Synonymous method:

.No	S	Methods	Stages	Results

1	Determination of sliding friction coefficient using hands-on experiment.	Purpose of the work: Determination of the sliding friction coefficient (μ) in the experiment. Necessary tools and devices: a body (wood, metal or rubber), a ruler, a measuring tape that checks the friction coefficient of slip.	Under the Amont-Coulomb law $\mu = \frac{h}{a+b}$ For metal and wood: $\mu_{med.}=0.4$ For metal and rubber: $\mu_{med.}=0.64$ For metals : $\mu_{med.}=0.059$.
2	Determination of sliding friction coefficient hands-on experiment	The purpose of the work: To determine the coefficient of sliding friction of the wooden ruler on board. Necessary tools and equipments: A long wooden ruler, a board with hooks, a dynamometer, scales, scales stones.	1. The indicator of the dynamometer and the weight of the board We quote the formula; $\mu_s = \frac{F_{l(s)}}{P}$ $\mu_s = \frac{F_{l(s)}}{m g}$ 2. On top of the board, we repeat the experiment by placing scales of 100 g first, and then 200 g, and find the value of the coefficient of sliding friction.
3	Determination of sliding friction coefficient (Video lesson)	Video footage of the topic is displayed through sites on the Internet networks: https://www.youtube.com/watch?v=u955Vt09hRI.	  
4	Virtual laboratory work on the topic "determination of sliding friction coefficient".	Virtual view of the topic through sites on Internet networks: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatchool/template.php?s=mec h_treni&l=uz	
5	Method of "small studies".	Determination of several other physical	- normal pressure force in the inclined plane;

		magnitudes using the physical magnitude determined in laboratory work as well.	- the friction force of the body in motion in the inclined plane; - acceleration of a body falling from an inclined plane; - the speed of the body through the path traveled along the inclined plane, etc.

It turns out that from physics it is possible to organize and determine the magnitude of a single physical parameter and process in views of different methods by using a SYNONYMIC method in laboratory training.

Of course, in methods 1 and 2 of "determining the coefficient of sliding friction", students perform directly with their own hands and obtain the results. In methods 3 and 4, laboratory work is carried out using modern information technology tools. The content of our laboratory work, considered in Method 5, is also limited to the determination of the coefficient of friction, even in other literature applied to the educational process. In our proposed project, it is possible to continue laboratory work, that is, to determine the values of other physical magnitudes through this work.

Conclusion

By using the above methods in organizing and conducting laboratory work from physics, it is possible to increase, compare and consolidate the degree of accuracy of the values of the physical quantities determined. In determining the values of the physical parameters presented above in the laboratory work, students refer to trigonometric functions through geometric shapes when representing the physical process.

Using the result in the work of an existing Physical Laboratory, the subject determines the values of other physical parameters using physics formulae. This encourages student's competency of mathematical literacy, to pursue creative pursuits, to work independently, to engage in activism, as well as to conduct small research. In general, it helps in the issue of improving laboratory training in physics. The students performance is evaluated through the HEMIS software and the students performance was recorded. The students level of understanding and performance skills are evaluated and the outcomes are analyzed. The results are competitive and widely acceptable.

References

1. Dagmara Sokołowska, Marisa Michellini (2018); "The Role of Laboratory Work in Improving Physics Teaching and Learning, ISBN : 978-3-319-96183-5
2. Sari Simatupang, Thesa Irene and Siregar, Nurdin and Sinulingga, Karya (2021); Development of Physics Teaching Materials with a Guided Inquiry Model to Improve High School Students' Critical Thinking Skills", Journal of Physics: Conference Series, volume 1811, doi: 10.1088/1742-6596/1811/1/012131.
3. Masril, M and Hidayati, H and Darvina, Y (2018); "The Development of Virtual Laboratory Using ICT for Physics in Senior High School"; IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 335, doi: 10.1088/1757-899X/335/1/012069
4. El Kharki, K.; Berrada, K.; Burgos, D. Design and Implementation of a Virtual Laboratory for Physics Subjects in Moroccan Universities. Sustainability 2021, 13, 3711. <https://doi.org/10.3390/su13073711>.
5. K Dunnett^{1,4}, M N Gorman^{2,5} and P A Bartlett (2018); "Assessing first-year undergraduate physics students' laboratory practices: seeking to encourage research behaviours". Eur. J. Phys. 40 (2019) 015702 (15pp) <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aaf13b>.

OLIV TA'LIMDA MOBIL ILOVALAR YORDAMIDA DASTURLASH ASOSLARINI BOSQICHMA-BOSQICH O'RGATISHGA YO'NALTIRILGAN SAMARALI PEDAGOGIK MODELNI ISHLAB CHIQISH

Bahronova Dilshoda Mardonovna
o'qituvchi, Buxoro davlat universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan samarali foydalanish orqali dasturlashni o'rgatish jarayonini takomillashtirish masalasi yoritiladi. Xususan, mobil ilovalar yordamida dasturlash asoslarini bosqichma-bosqich o'rgatishga yo'naltirilgan pedagogik model ishlab chiqiladi. Modelni yaratishda konstruktivistik yondashuv, modullashtirilgan ta'lim, gamifikatsiya va reflektiv baholash kabi zamonaviy pedagogik yondashuvlar tahlil qilinadi. Shuningdek, real tajriba asosida yaratilgan mobil ilova prototipi taqdim etiladi hamda uning oliy ta'limda qo'llanish samaradorligi eksperimental usulda baholanadi.

Kalit so'zlar: mobil ilovalar, dasturlash, pedagogik model, bosqichma-bosqich o'rgatish, oliy ta'lim

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы совершенствования процесса обучения программированию с использованием современных информационно-коммуникационных технологий. Разрабатывается педагогическая модель поэтапного обучения основам программирования с помощью мобильных приложений. В модели учитываются современные педагогические подходы: конструктивизм, модульное обучение, геймификация и рефлексивная оценка. Представлен прототип мобильного приложения и экспериментально оценена его эффективность в условиях высшего образования.

Ключевые слова: мобильные приложения, программирование, педагогическая модель, пошаговое обучение, высшее образование.

Abstract: This paper focuses on improving programming education through the effective integration of modern information and communication technologies. A pedagogical model aimed at gradually teaching programming fundamentals via mobile applications is developed. The model incorporates contemporary approaches such as constructivist methodology, modular learning, gamification, and reflective assessment. A prototype mobile application is presented and its effectiveness in higher education is evaluated through experimental methods.

Keywords: mobile applications, programming, pedagogical model, step-by-step teaching, higher education.

Kirish. So'nggi yillarda axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi ta'lim sohasida yangi pedagogik yondashuvlarni shakllantirish zaruratini tug'dirmoqda. Xususan, dasturlashni o'rgatishda an'anaviy metodlardan tashqari, mobil ilovalar asosida interaktiv, bosqichma-bosqich ta'lim jarayonlarini yo'lga qo'yish zamon talabi bo'lib qolmoqda. Mobil texnologiyalar yordamida ta'lim oluvchilar o'z bilimlarini mustaqil ravishda oshirish, amaliy topshiriqlarni bajarish va natijalarni darhol ko'rish imkoniga ega bo'lishadi. Shu sababli, ushbu maqolada mobil ilovalar orqali dasturlashni o'rgatishga mos pedagogik model ishlab chiqish maqsad qilingan.

Asosiy qism.

Zamonaviy ta'lim jarayonida talabning faolligini oshirish va mustaqil bilim olish ko'nikmalarini shakllantirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, dasturlash kabi mantiqiy tafakkur va amaliy tajribani talab qiladigan fanlarni o'rgatishda an'anaviy usullar yetarli samara bermayotgani kuzatilmoqda. Shu bois, yangi pedagogik yondashuvlar, xususan, mobil ilovalar yordamida o'qitish tajribalari alohida e'tiborni talab qiladi. Bu borada ishlab chiqilgan pedagogik model konstruktivistik yondashuv asosida talabning faolligini oshirishga yo'naltirilgan bo'lib, har bir bosqichda aniq ko'nikmalarni shakllantirishga xizmat qiladi [1].

Mazkur model modulga asoslangan bo'lib, har bir bosqichda muayyan dasturlash ko'nikmasini chuqurlashtirish nazarda tutiladi. O'quv jarayoni gamifikatsiya elementlari — ya'ni ball to'plash, daraja ko'tarish va mini-o'yinlar orqali talabada motivatsiyani kuchaytirish bilan boyitilgan [2]. Bu

orqali o'quvchi nafaqat bilim oladi, balki o'zini qiziqarli raqamli muhitda sinovdan o'tkazish imkoniga ega bo'ladi.

Ta'lim jarayonining muhim jihatlaridan biri bu — reflektiv baholashdir. Talabalar o'zlarini baholashlari, o'zaro "peer-review" (ya'ni tengdoshlar bahosi) tizimi orqali bilim va ko'nikmalarini yanada mustahkamlashlari mumkin. Bu yondashuv ularga tanqidiy fikrlash va o'z ustida ishlash madaniyatini rivojlantirishga xizmat qiladi [3].

Model arxitekturasi aniq va uzviy tuzilgan bo'lib, u mobil ilova dizaynining foydalanuvchiga qulay interfeysi, interaktiv vazifalar, real kodlash muhiti va darajali topshiriqlar bilan uyg'unlashgan. Ilova uch bosqichli ta'lim modelini o'z ichiga oladi: kirish (asosiy tushunchalar bilan tanishish), kodlash bosqichi (amaliy mashg'ulotlar), va yakuniy loyiha (mustaqil dasturiy yechim yaratish) [4].

Talabaning bilimini baholashda statik (an'anaviy testlar) va dinamik (real vaqtda yechimlar, interaktiv vazifalar) testlar orqali o'zlashtirish darajasi tekshiriladi. Bu esa bilimlarni chuqurlashtirish va ularni amaliyotda qo'llashga xizmat qiladi.

Pedagogik model samaradorligini baholash maqsadida eksperimental sinovlar o'tkazildi. Buxoro davlat universiteti informatika yo'nalishi talabalaridan tashkil topgan nazorat va tajriba guruhlariga bir xil mazmunga ega dasturiy modullar berildi. Tajriba guruhi ushbu bilimlarni maxsus ishlab chiqilgan mobil ilova orqali o'zlashtirdi, nazorat guruhi esa an'anaviy metodda o'qitildi.

Tajriba natijalari shuni ko'rsatdiki, mobil ilova orqali o'qigan talabalar yakuniy testlarda o'rtacha 24% yuqori natijalarni namoyon etdi. Bu esa mobil ilovalardan foydalanilgan pedagogik modelning samaradorligini amalda isbotlab berdi [5].

Xulosa. Mobil ilovalar yordamida dasturlash asoslarini o'rgatish – oliy ta'lim tizimida talabalarni faol, interaktiv va amaliy muhitda tayyorlashning samarali vositasi bo'la oladi. Ushbu maqolada taklif etilgan pedagogik model yordamida o'quvchilarning bilimni egallash darajasi va mustaqil fikrlash qobiliyati oshgani eksperimental tahlillar orqali isbotlandi. Kelgusida bu modelni boshqa texnik fanlarga moslashtirish imkoniyatlari mavjud.

Foydalanilgan adabiyotlar:

10. Jonassen D. H. (1999). "Designing constructivist learning environments" – ushbu manbada konstruktivizm nazariyasining ta'limga tatbiqi yoritiladi.

11. Kukulska-Hulme, A. (2009). "Will mobile learning change language learning?" – mobil ta'lim imkoniyatlari tahlil qilinadi.

12. Pimmer, C. & Pachler, N. (2014). "Mobile learning in the workplace" – mobil o'rganish amaliy jihatlarini bayon etiladi.

13. Ergashev A. (2021). "Axborot texnologiyalari asosida innovatsion ta'lim" – O'zbekistonda zamonaviy ta'lim uslublari tahlili

14. Xolmatova M. (2020). "Oliy ta'limda raqamli pedagogika modellari" – pedagogik innovatsiyalarning milliy tahlili.

TALABALARNI TEOREMA ISBOTINI TAHLIL QILISHGA O'RGATISHNING BIR USULI HAQIDA

Umaraliyeva Diyora Ulug'bek qizi

Nizomiy nomidagi

O'zbekiston milliy pedagogika universiteti

Tayanch doktorant

Annotatsiya. Tezisda talabalarni isbotni tahlil qilish va isbotni batafsil bayon qilishga o'rgatish kasbiy kompetentsiyalarining faoliyat komponentini shakllantirishda muhim omil ekanligi bayon qilinadi.

Аннотация. В тезисе утверждается, что обучение студентов анализу доказательств и подробному изложению доказательств является важным фактором формирования деятельностного компонента профессиональных компетенций.

Abstract. The thesis states that teaching students to analyze and describe evidence in detail is an important factor in the formation of the activity component of professional competencies.

Kalit so'zlar. Teorema, isbot, matematik analiz, o'quv faoliyati, hosila, murakkab funksiya.

Ключевые слова. Теорема, доказательство, математический анализ, учебная деятельность, производная, сложная функция.

Keywords. Theorem, proof, mathematical analysis, learning activity, derivative, complex function.

60540100 - Matematika bakalavriat yo'nalishi malaka talablariga ko'ra talabalar matematika fanlarini o'rganish doirasida o'quv va tadqiqiy xarakterdagi amaliy va nazariy masalalarni hal qilish qobiliyatini va bu qobiliyatlarni maktab o'quvchilarida shakllantirish ko'nikmasini shakllantirishi lozim [1]. Matematika fanlari bo'yicha o'quv faoliyatini tashkil etish tajribasiga asoslanib, xulosa qilish mumkinki, isbotlash qobiliyati matematikning ham, matematika o'qituvchisi kasbiy kompetentsiyalarining faoliyat komponentini shakllantirishda muhim omil hisoblanadi. Talabalar isbotni yig'iq shaklda bayon qilinganligi sababli mustaqil o'rganish jarayonida foydalanilgan oraliq tasdiqlarga e'tibor berishmaydi va ularning teorema va uning isboti haqidagi bilimlari sifatini talab darajasida deb bo'lmaydi. Talabalarni isbotni tahlil qilish va isbotni batafsil bayon qilishga o'rgatish uchun ularga quyidagi eslatma berish maqsadga muvofiq bo'ladi:

Teorema isbotini yozish bo'yicha ko'rsatma
Teorema isbotini yozish usulini eslang: (shart (oraliq shart)) bo'lganligi sababli [xulosa (oraliq xulosa)] bo'ladi, chunki {asos }
Isbotning har bir qadamida oraliq shart, xulosa va asosni ajratish;
Isbot rejasiga mos holda teorema isbotini qadamba-qadam yozish.

Yuqorida aytilganni ushbu teorema misolida ko'ramiz [2, 144-b.]:

Agar $u = \varphi(x)$ funksiya $x \in (a, b)$ nuqtada hosilaga ega, $y = f(u)$ funksiya esa $u = \varphi(x)$ nuqtada hosilaga ega bo'lsa, u holda $y = f(\varphi(x))$ murakkab funksiya x nuqtada hosilaga ega va $(f(\varphi(x)))' = f'(u) \cdot \varphi'(x)$ (1) formula o'rinli bo'ladi.

1-qadam. $u = \varphi(x)$ funksiya $x \in (a, b)$ nuqtada hosilaga ega bo'lganligi sababli $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta u}{\Delta x} = \varphi'(x)$ mavjud, chunki ta'rif bo'yicha; 2-qadam. $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta u}{\Delta x} = \varphi'(x)$ bo'lganligi sababli, $\Delta u = \varphi'(x)\Delta x + \alpha\Delta x$ o'rinli, bu yerda $\Delta x \rightarrow 0$ da $\alpha \rightarrow 0$, chunki teorema (limitga ega bo'lgan funksiyaning xossalari) mavjud; 3-qadam. $y = f(x)$ funksiya $u \in (c, d)$ nuqtada hosilaga ega bo'lganligi sababli $\lim_{\Delta u \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta u} = f'(u)$ mavjud, chunki ta'rif bo'yicha; 4-qadam. $\lim_{\Delta u \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta u} = f'(u)$ bo'lganligi sababli, $\Delta y = f'(u)\Delta u + \beta\Delta u$ o'rinli, bu yerda $\Delta u \rightarrow 0$ da $\beta \rightarrow 0$, chunki teorema (limitga ega bo'lgan funksiyaning xossalari) mavjud; 5-qadam. $\Delta x \rightarrow 0$ da $\Delta u \rightarrow 0$, chunki teorema (hosilaga ega funksiya uzluksiz) mavjud; 6-qadam. $y = f(x)$ funksiya $u \in (c, d)$ nuqtada hosilaga ega bo'lganligi sababli $\Delta u \rightarrow 0$ da $y \rightarrow 0$ chunki teorema (hosilaga ega funksiya uzluksiz) mavjud; 7-qadam. $\Delta x \rightarrow 0$ da $\Delta u \rightarrow 0$ va $\Delta u \rightarrow 0$ da $y \rightarrow 0$ bo'lganligi sababli $\Delta x \rightarrow 0$ da $y \rightarrow 0$, chunki chunki (murakkab funksiyaning uzluksizligi haqida) teorema mavjud. 8-qadam. $\Delta u = \varphi'(x)\Delta x + \alpha\Delta x$ ifodani $\Delta y = f'(u)\Delta u + \beta\Delta u$ ifodaga qo'yamiz. Natijada $\Delta y = f'(u)\varphi'(x)\Delta x + (f'(u)\alpha + \varphi'(x)\beta + \alpha\beta)\Delta x$, 9-qadam. $f'(u)\alpha + \varphi'(x)\beta + \alpha\beta = \gamma$ belgilash kiritamiz. 10-qadam. α, β lar Δx ga nisbatan cheksiz kichik funksiyalar bo'lganligi sababli γ ham Δx ga nisbatan cheksiz kichik funksiya, chunki $f'(u)\alpha, \varphi'(x)\beta, \alpha\beta$ larning har biri cheksiz kichik funksiya (chekli sondagi cheksiz kichik funksiyalarning yig'indisi cheksiz kichik funksiya) teorema mavjud. 11-qadam. $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ nisbatni tuzamiz va limitni hisoblaymiz: $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} (f'(u)\varphi'(x) + \gamma) = f'(u)\varphi'(x)$ 12-qadam. Xulosa qilamiz.

Adabiyot

1. 60540100 - Matematika bakalavriat yo'nalishi malaka talablari. Nizomiy nomidagi TDPU. Toshkent -2024.
2. Turgunbayev R.M. Matematik analiz. 1.qism. T.: Metodist nashriyoti. 2023.-360b.

KO'ZI OJIZ O'QUVCHILAR UCHUN KOMBINATORIKA ELEMENTLARI MAVZUSINI TUSHUNTIRISH USULLARI VA METODLARI

Xudayarov Sa'nat Samadovich

Buxoro davlat universiteti, Buxoro, O'zbekiston.e-mail: s.s.xudayarov@buxdu.uz

Safarov Fayoz Obloqulovich

Buxoro davlat universiteti, Buxoro, O'zbekiston.e-mail: f.o.safarov@buxdu.uz

Annotatsiya. Bugungi kunda inklyuziv ta'lim tizimini rivojlantirish, imkoniyati cheklangan bolalarning jamiyatga to'laqonli integratsiyasini ta'minlash davlat siyosatining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Shu boisdan, kombinatorika elementlarini ko'rish imkoniyati cheklangan o'quvchilarga moslashtirib o'qitish metodikasini ishlab chiqish — zamonaviy ta'lim talablariga mos, ilmiy-uslubiy va amaliy jihatdan juda dolzarb hisoblanadi.

Kalit so'zlar: inklyuziv ta'lim, sust ko'rish, qisman ko'rish, butunlay ko'ra olmaydigan, kunlik metodlar.

МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ К ОБЪЯСНЕНИЮ ТЕМЫ «ЭЛЕМЕНТЫ КОМБИНАТОРИКИ» СЛЕПЫМ УЧАЩИМСЯ

Абстрактный. Сегодня развитие системы инклюзивного образования и обеспечение полноценной интеграции детей с ограниченными возможностями в общество являются важными направлениями государственной политики. Поэтому разработка методики обучения, адаптирующей элементы комбинаторики для учащихся с нарушениями зрения, является весьма актуальной с научной, методической и практической точки зрения, отвечающей требованиям современного образования.

Ключевые слова: инклюзивное образование, слабовидящие, слабовидящие, полностью слепые, ежедневные методы.

METHODS AND APPROACHES TO EXPLAINING THE TOPIC "ELEMENTS OF COMBINATORICS" TO BLIND STUDENTS

Abstract. Today, the development of an inclusive education system and ensuring the full integration of children with disabilities into society are important areas of state policy. Therefore, the development of a teaching methodology that adapts elements of combinatorics for students with visual impairments is very relevant from a scientific, methodological and practical point of view, meeting the requirements of modern education.

Key words: inclusive education, visually impaired, partially sighted, totally blind, daily methods.

Kirish va muammo bayoni. Ko'rish imkoniyati cheklangan o'quvchilarni kombinatorika elementlari bo'limi bilan samarali tanishtirish, har bir o'quvchining individual bor imkoniyatlarini hisobga olgan holda ma'ruza va amaliy mashg'ulotlarni shallantirish uchun metodik asoslarni ishlab chiqish hamda amaliyotga joriy etish, o'quvchilarning kombinatorikaga oid masalalarni yechishda qiyinchiliklarni aniqlash hamda u masalalarga oson yo'llarni yo'llarini taklif etish.

Masalan, qutida bir donadan daftar, chizg'ich va o'chirg'ich bor. Bu o'quv qurollarini stol ustiga ketma-ket qanday joylashtirish mumkin?

1) daftar, chizg'ich, o'chirg'ich; 2) daftar, o'chirg'ich, chizg'ich, 3) chizg'ich, daftar, o'chirg'ich; 4) chizg'ich, o'chirg'ich, daftar. 5) o'chirg'ich, daftar, chizg'ich. 6) daftar, chizg'ich, o'chirg'ich.

Masalani yechishda Brayl doskasidan foydalanib tushuntirish mumkin, ya'ni buning uchun Brayl doskasini ixtiyoriy yuqori bir burchagidan uchta tik yoki ko'ndalang holatdagi kataklarni olib, bularning birinchisiga daftar, ikkinchisiga chizg'ich, uchunchisiga o'chirg'ich so'zlarini birinchi

harfini yozib chiqamiz. Keyingi qadamlarda bu uchta harfni o‘rinlarini almashtirib yozib chiqamiz, shu tarzda masala oson yechiladi.

Yana bir yaxshi usullardan biri bu, har bir fan o‘qituvchisi yozayotgan ma’lumotlarini doskada ovoz chiqarib yozib borsa yaxshi natija beradi. Masalan siz darsda “Mushuk bu yerda” gapini boshqacha masalan “Mushuk stol ostida” jumladan foydalangan yaxshiroq, chunki ko‘zi ojiz o‘quvchilar “u yerda”, “bu yerda” kabi yo‘naltiruvchi so‘zlarni ishlatmaslik yaxshiroq. Chunki, yo‘naltiruvchi so‘zlarni bolalar ko‘ra olmaydi. Agar darsda bolalarga mavzu yuzasidan biror savol tug‘ulsa o‘quvchilardan ovoz chiqarish yoki qarsak chalish (masalan ikki marta) orqali bildirish aytiladi bu ham bir usul hisoblanadi. Bundan tashqari “taktil o‘qitish” usuli- bu ko‘rish imkoniyati cheklangan insonlar uchun mo‘ljallangan juda yaxshi va samaraqli usuli bunga misol Brayl yozuvi shu usuldan olingan. Matematika, biologiya, geografiya, geometriya va boshqa fanlardagi mavzularni tushuntirish uchun qo‘l barmoqlari yoki tananing boshqa sezgi organlaridan foydalangan holda ma’lumotlarni sezish orqali ta’lim olishdir. Masalan geografiya darslarida qavariqli xaritalardan foydalanish juda yaxshi samara beradi. Biologiya darslarida hayvon yoki o‘simlik barglarini ushlab ko‘rish orqali tushuntirish yaxshi natija beradi. Kombinatorika elementlarini o‘qitishda ham masala shartini buzmaganda holda imkon bor bo‘lgan narsalardan foydalanish yaxshi natija beradi, masalan toshlardan foydalanish mumkin, ruchaka va qalamlardan foydalanish mumkin. Yana bir usullardan biri darsni yozib olib qayta eshitish samarali hamda effektiv usul hisoblanadi.

1. Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Normativ-huquqiy hujjatlar va metodologik ahamiyatga molik nashrlar.

1.1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 29-apreldagi “O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5712-son farmoni.

2. Ilmiy adabiyotlar.

2.1. Susan Carney, Karen Scammell and others. Teaching Students with Visual Impairments. Saskatchewan Learning – 2003. 130 p.

2.2. A.A.Abdushukurov, T.M.Zuparov, “Ehtimollar nazariyasi va matem

3. Internet saytlari.

3.1. <https://www.pathstoliteracy.org/strategies-teaching-students-who-are-blind-orvisually-impaired/>

3.2. <https://www.weareteachers.com/teaching-blind-students-visually-impaired/>

3.3. <https://www.wikihow.com/Teach-a-blind-or-Visually-Impaired-student/>

POSSIBILITIES OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN ORGANIZATION OF EDUCATIONAL PROCESSES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Yadgarova L.Dj.

Bukhara State University,

Senior Lecturer, Department of

Information Systems and Digital Technologies

Ergasheva D. B.

Master's degree, National University

of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek

Abstract: This article covers the comparative analysis of the research conducted in recent years on the implementation of ICT and innovative approaches to the educational system, the identification of problems, the implementation of observations, and the development of scientifically based proposals and recommendations on digital technologies that should be applied to the educational process.

Key words: higher education, information and communication technologies, digital technologies, quality and efficiency of education, Internet.

Аннотация: В статье проводится сравнительный анализ исследований, проведенных в последние годы по внедрению ИКТ и инновационных подходов в образовательную систему, выявление проблем, реализация наблюдений и разработка научно обоснованных предложений и рекомендаций по цифровым технологиям, которые следует применять в образовательном процессе.

Ключевые слова: высшее образование, информационно-коммуникационные технологии, цифровые технологии, качество и эффективность образования, Интернет.

Annotasiya: Maqolada so'nggi yillarda ta'lim tizimiga AKT va innovatsion yondashuvlarni joriy etish, muammolarni aniqlash, kuzatuvlarni amalga oshirish va ta'lim jarayonida qo'llanilishi kerak bo'lgan raqamli texnologiyalar bo'yicha ilmiy asoslangan taklif va tavsiyalarni ishlab chiqish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarning qiyosiy tahlili keltirilgan.

Kalit so'zlar: oliy ma'lumot, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, raqamli texnologiyalar, ta'lim sifati va samaradorligi, Internet.

Introduction

Today, creating the digital industry of the future requires starting the digital transformation of the country by increasing the level of human capital development, and rapidly digital transformation in education.

Today's classrooms are very different from a decade ago, and classrooms are equipped with computers, iPads, tablets, smart boards, and other types of educational technology. As in other parts of the world, the seven-screen generation of the digital generation - TV, computer, tablet, smartphone and smartwatch - has appeared in Uzbekistan. As a result of having such a dense digital environment and constant interaction with it, the thinking and information processing processes of today's students are fundamentally different from the thinking and information processes of the past. The digital generation cannot and should not be taught the way our parents were taught. Blackboards and white chalks cannot be used to educate this generation. Changing the blackboard to white and the chalk to a marker doesn't change anything, it's not the way to motivate today's students to learn and develop the skills to succeed in the job market.

It is necessary to adapt the educational system to the digital generation by mass and effective use of innovative educational technologies and didactic models based on information and communication technologies. At the same time, it is necessary to actively use the research-based approach in the educational process, and with this, it is possible to develop the skills of students in scientific research and to form their creative abilities and creative thinking based on IT competence. Information and communication technologies are not a solution to all problems in the education system, but a tool for making lectures and seminars informative and interactive for the digital generation. It should also be noted that teachers retain the main role in the interactive learning process focused on the needs of students.

Research methodology

This article covers the comparative analysis of the research conducted in recent years on the implementation of ICT and innovative approaches to the educational system, the identification of problems, the implementation of observations, and the development of scientifically based proposals and recommendations on digital technologies that should be applied to the educational process.

Conclusions and suggestions

In general, expanding the scope of ICT implementation in higher education is the need of the hour. According to world experts, the need for IT specialists will increase in the future. Therefore, in his address to the Oliy Majlis dated January 24, 2020, the head of our state put forward a proposal to implement the "One million programmers" project. Therefore, we should also try to train skilled personnel who are in high demand by implementing ICT, despite the existing shortcomings and obstacles, without breaking away from world development. Based on the above, we make the following suggestions - in order to keep up with the times in the way of education and vocational training, it is necessary to massively develop the competences of using information and communication technologies in all citizens of our country - to ensure that every family in our republic

has at least one laptop. We think it's time for parents to feel their responsibility in carrying out this work.

After all, the investment spent on education and knowledge always pays off;

- effective use of information and communication technologies by exemplary professors and teachers engaged in scientific-pedagogical activities in the higher education system, in particular, supporting their innovative approaches to teaching, creativity, giving them freedom to organize training sessions when such talent is observed, and introducing incentives when high performance is observed;

- based on the internal capabilities of each higher education institution (including branches in remote areas), it is necessary to implement effective methods and means of using information and communication technologies in the organization of the educational process. In this regard, it is appropriate to regularly organize events such as competitions for startups and innovative projects aimed at solving local problems for young researchers and researchers, and organize support for them.

ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМ

Атаева Г.И. доцент

*Бухарский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара, ул. М.Икбол, 11.*

Аннотация. В данной статье рассматриваются прогрессивные методы обучения программированию с использованием онлайн-платформ. Проведен сравнительный анализ таких образовательных ресурсов, как Coursera, edX, Udemu и Codecademy, с учетом их эффективности, методов обучения, доступности и практического применения. В рамках исследования был проведен опрос студентов и преподавателей, результаты которого показали, что наиболее эффективными являются интерактивные упражнения и проектные задания. На основе полученных данных сформулированы рекомендации по интеграции онлайн-платформ в образовательный процесс для повышения качества обучения программированию.

Ключевые слова: онлайн-обучение, программирование, онлайн-платформы, интерактивные методы, Coursera, edX, Udemu, Codecademy, цифровое образование, проектное обучение, дистанционное обучение.

Введение. Современное образование стремительно развивается благодаря цифровым технологиям. Онлайн-платформы становятся неотъемлемой частью обучения программированию, предоставляя студентам доступ к интерактивным материалам, практическим задачам и сообществу единомышленников. В данной статье проводится анализ эффективности онлайн-платформ, сравнительный анализ их возможностей, а также формулируются рекомендации по их интеграции в учебный процесс.

Онлайн-платформы представляют собой удобный и доступный способ изучения программирования для людей разного уровня подготовки - от новичков до опытных специалистов. Они предлагают широкий спектр курсов по различным языкам программирования, технологиям и концепциям, позволяя выбрать подходящий курс в зависимости от поставленных целей и уровня знаний.

Онлайн-платформы обычно предлагают интерактивное обучение, включающее в себя видеоуроки, задачи для самостоятельной работы, тесты и проекты для практического применения знаний. Это помогает обучающимся не только усвоить теоретический материал, но и непосредственно применить его на практике, что способствует более эффективному запоминанию и пониманию информации.

Одним из ключевых преимуществ онлайн-платформ является их доступность и гибкость. Обучающиеся могут изучать материал в удобное для них время, на своем ритме и в любом

месте, где есть доступ к интернету. Это особенно важно для занятых людей, которым трудно уделять время на посещение курсов в офлайн формате.

Кроме того, онлайн-платформы часто предлагают возможность коммуникации с другими обучающимися и преподавателями, что способствует обмену опытом, решению задач в сотрудничестве и получению обратной связи по выполненным работам.

Метод. Авторами статьи был проведён сравнительный анализ таких образовательных ресурсов, как Coursera, edX, Udemu и Codecademy, с учетом их эффективности, методов обучения, доступности и практического применения. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительный анализ методов обучения

платформа Критерий	Coursera	edX	Udemu	Codecademy
Разнообразие курсов	Высокое	Высокое	Среднее	Узкая специализация
Методы обучения	Видео, проекты, тесты	Видео, тесты, проекты	Видеоуроки	Интерактивное программирование
Уровень сложности	От начального до продвинутого	От начального до продвинутого	От начального до среднего	От начального до продвинутого
Сертификация	Признанные сертификаты	Признанные сертификаты	Сертификаты участия	Платные сертификаты
Стоимость	Частично бесплатно	Частично бесплатно	Платные курсы, скидки	Бесплатные базовые курсы, премиум-доступ
Практическое применение	Проектные задания	Проектные задания	Частично	Интерактивные задания

Для сбора информации о восприятии онлайн-платформ был проведён опрос среди студентов и преподавателей.

По результатам опроса были достигнуты следующие результаты:

✓ 85% студентов отметили, что онлайн-платформы делают обучение более доступным и удобным.

✓ 78% студентов считают, что интерактивные задания (например, на Codecademy) помогают лучше усваивать материал.

✓ 72% опрошенных студентов отметили, что проектные задания помогают применять знания на практике.

✓ 65% преподавателей поддерживают идею комбинированного обучения (традиционные лекции + онлайн-курсы).

✓ 40% студентов указали, что при самостоятельном обучении на онлайн-платформах им не хватает поддержки преподавателей.

В результате исследования онлайн платформ для обучения программированию были разработаны рекомендации по использованию прогрессивных методов обучения.

✓ Использование комбинированного подхода: теория в сочетании с практикой.

✓ Интеграция онлайн-курсов в традиционные учебные программы.

✓ Поддержка студентов через форумы.

✓ Развитие проектного обучения с реальными задачами.

Заключение

Онлайн-платформы являются мощным инструментом для обучения программированию, предоставляя доступ к качественному контенту и практическим заданиям. Их интеграция в образовательный процесс может повысить качество обучения и сделать его более доступным.

Таким образом, использование онлайн-платформ для обучения программированию является эффективным и удобным способом для всех желающих освоить этот важный навык. Благодаря разнообразию курсов, интерактивному обучению и гибкому графику занятий, каждый может найти подходящий способ изучения и развития своих навыков в области программирования.

Список литературы

6. Голубничий А.А., Чернявская К.А. Современные методы и средства обучения программированию // Бюллетень науки и практики. 2018. №6.
7. Старцева О. Г., Алиса Р.А., Морозов И. В. Использование интернет-ресурсов для приобретения навыков программирования // Вестник Пермского университета. Серия: Математика. Механика. Информатика. 2024. №4 (67).
8. Никандров А.А. Многофункциональные и гибкие онлайн-платформы для создания образовательных материалов. Информатика и образование. 2022;37(6):22-29. <https://doi.org/10.32517/0234-0453-2022-37-6-22-29>
9. Atayeva G. ANALYSIS OF ONLINE PLATFORMS THAT SUPPORT STUDENTS IN IMPROVING AND EVALUATING THEIR PROGRAMMING SKILLS // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. 3(120).

ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ГЛУБОКОМ ИЗУЧЕНИИ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В НАШЕМ СОВРЕМЕННОМ ЦИФРОВОМ ОБЩЕСТВЕ

Зарипова Гулбахор Камиловна, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий Бухарского государственного университета,

Зарипов Камол Яшинович, докторант II - курса Бухарского государственного университета

Annotatsiya. Ushbu maqola zamonaviy raqamli jamiyatimizda ingliz tilini chuqur o'rganishda sun'iy intellektidan foydalanishning interfaol usullariga bag'ishlangan.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, ta'limda sun'iy intellekt, ingliz tilini o'qitishda chatbot, zamonaviy texnologiyalar, GPT suhbatlari.

Аннотация. Данная статья посвящена интерактивные методы использования искусственного интеллекта в глубоком изучении английского языка в нашем современном цифровом обществе.

Ключевые слова: искусственный интеллект, искусственный интеллект в образовании, чат-бот в обучении английскому языку, современные технологии, чат GPT.

Annotation. This article is devoted to interactive methods of using artificial intelligence in deep learning of English in our modern digital society.

Keywords: artificial intelligence, artificial intelligence in education, chatbot in teaching English, modern technologies, GPT chat.

Введение. Актуальность данного исследования заключается в использовании передовых технологий в нашем современном цифровом обществе на основе искусственного интеллекта, а именно GPT-чата, для определения эффективности системы в рамках автоматической оценки письменных работ.

Обсуждение проблемы. В настоящее время растет интерес к использованию искусственного интеллекта в образовательных процессах. Однако научные исследования по преподаванию английского языка с использованием интеллектуальных технологий, то есть искусственного интеллекта, как общая

тема научных публикаций, не получили достаточного развития. Учёными, проводившими научные и практические исследования в этом направлении, являются: П.В. Сысоев, Е.М. Филатов, Ю.Е. Валькова. Зарубежные исследования оценивают использование чата GPT в контексте написания и редактирования письменных работ, основной акцент делается на экономию времени и усилий, затрачиваемых преподавателями и студентами, определение способности чат-бота генерировать идеи и улучшать качество текстов [1, 3]. Местные авторы изучили влияние GPT-чата на познавательную деятельность студентов и возможности интеграции умных технологий в учебный процесс, а также выявили их преимущества и недостатки [4, 6]. Тем не менее, мнений об ограничениях системы и несовместимости GPT-чата соавтором научных работ недостаточно [7]. Кроме того, некоторые эксперты сосредоточили внимание на анализе влияния и результатов студенческих знаний [8; 9].

Задачи исследования: практическое сотрудничество с чат-ботом для определения возможности использования GPT-чата для проверки письменных заданий студентов; анализ потенциала системы; определить эффективность и ограничения цифрового помощника при автоматическом просмотре письменных работ.

Основная часть. Новейшие технологии и цифровизация стремительно развиваются и используются повсеместно. Раньше технологии можно было использовать только на профессиональном уровне, обычному человеку они казались чуждыми, но технологический прогресс не останавливается, и теперь новейшие системы используются в различных сферах. Одним из самых передовых инструментов современных технологий является искусственный интеллект. В настоящее время существует множество определений термина «искусственный интеллект». Однако все они предполагают использование машинных программ, имитирующих работу человеческого мозга. Уникальной особенностью искусственного интеллекта является его способность обучаться и совершенствоваться в процессе выполнения задач, что, в отличие от традиционных систем, позволяет ему адаптироваться к меняющимся потребностям. [11, 8]. Эволюция цифровых технологий, несомненно, влияет на образовательный процесс, ведь традиционная система образования не всегда может удовлетворить запросы и потребности личности XXI века. [10]. Поэтому образовательная среда должна быть адаптирована к требованиям современного мира, в котором интеллектуальные технологии заменяют устаревшие методы, делают образовательный процесс более активным и эффективным [2, 7]. Использование инструментов искусственного интеллекта в образовании можно разделить на три аспекта: направленное на помощь учащимся, помощь преподавателям и внедрение системы искусственного интеллекта в образовательный процесс в целом [12, 5].

В настоящее время наиболее популярными инструментами искусственного интеллекта для обучения английскому языку являются системы, способные распознавать и анализировать текст, такие как голосовые помощники, чат-боты, онлайн-переводчики, а также сервисы проверки орфографии и пунктуации, грамматики и стилистики. [13]. В данном исследовании мы концентрируемся на анализе использования умных технологий как инструмента поддержки учителей, то есть изучаем возможности использования чат-бота GPT 3.5, GPT 4, работающего на основе искусственного интеллекта, в процесс оценки навыков учащихся.

Недавно компания Open AI представила свои последние достижения: чат-боты GPT 3.5 и GPT 4, которые существенно упростили интеграцию технологий искусственного интеллекта и показали положительные результаты в плане повышения эффективности образовательного процесса [14; 15]. Обновленные версии отличаются значительными достижениями в области инструментов и приложений для создания текстовых материалов. По сравнению с существующими чат-ботами системы обеспечивают более высокую эффективность генерации текста, особенно в длинных эссе и творческих работах [16].

Методология. Зарубежные исследователи рассматривают использование чата GPT как эффективный инструмент для написания работ полного цикла: от идеи до финального редактирования. Основным преимуществом является экономия времени и усилий, что позволяет студентам и преподавателям сосредоточиться на других задачах [19]; способность генерировать новые идеи для письменных заданий [3]; высокое качество перевода, исключение возможных ошибок в языковых структурах [17]. Предполагается, что машинный интеллект будет проверять и редактировать

письменные работы студентов, предлагая исправления грамматических, синтаксических и орфографических ошибок [1].

Отечественные авторы анализируют функциональные возможности использования чата GPT с точки зрения познавательной деятельности студентов, указывают на способность чата стимулировать критичность, креативность и мотивацию студентов [4]; существуют стратегии интеграции и положительные стороны смарт-технологий в рамках обучения иностранным языкам, в том числе английскому [20]; искусственный интеллект может использоваться как средство оптимизации научной деятельности [6]. Д.В.Агальцова и Ю. Валькова представили обзор различных платформ на базе искусственного интеллекта в сфере высшего образования, а также выделили положительные стороны системы с точки зрения визуализации учебного прогресса и самостоятельной работы студентов. В своей работе П.В.Сысоев и Е.М.Филатов проводят эмпирическое исследование, направленное на проверку способности GPT-чата создавать научные тексты. Согласно полученным данным, авторы подчеркивают несовместимость умных технологий с исследовательской деятельностью [7]. Исследования по использованию умных приложений учителями не так широко распространены, как исследования технологий поддержки учащихся. Однако большинство учителей используют программное обеспечение или приложения в дополнение к своей педагогической практике [18]. Важность машинного интеллекта в процессе обучения включает повсеместное обучение, персонализацию и легкий доступ к материалам курса, эффективные и расширенные ответы с использованием аудиовизуальных средств и автоматическую оценку письменных работ [9].

Результаты. Для учителей использование современных технологий имеет смысл для решения повседневных задач, таких как планирование и оценка. Чат-боты на основе искусственного интеллекта — многообещающее достижение, способное повысить скорость и эффективность повседневной работы. Также искусственный интеллект для автоматической оценки эссе повышает объективность и последовательность оценки, поскольку алгоритмы искусственного интеллекта управляются на основе заранее определенных критериев, что помогает снизить влияние субъективного человеческого фактора.

Заключение. В целом искусственный интеллект может быть полезным инструментом для проверки письменных работ при правильном управлении, правильном использовании и знании технических программ. Диалог GPT — полезный помощник при исправлении грамматических, пунктуационных и стилистических ошибок. Особенно это актуально для неопытного учителя или когда преподаватель сомневается в правильности выражения фразы или его выражения. Следует отметить, что автоматическое оценивание не заменяет полностью роль преподавателя, поскольку беседа не способна исправить смысловые ошибки по графическому материалу, а система может давать неправильные ответы на подтвержденные исследованиями вопросы.

Список использованной литературы:

1. Geher G. ChatGPT, artificial intelligence, and the future of writing // Psychology Today. January 6, 2023. URL:<https://cdn.psychologytoday.com/gb/blog/darwins-subterranean-world/202301/chatgpt-artificial-intelligence-and-the-future-of-writing>.
2. ChatGPT and a New Academic Reality: AI-Written Research Papers and the Ethics of the Large Language Models in Scholarly Publishing/B.Lund, T.Wang, N.R.Manuru et al. // Journal of the Association for Information Science and Technology. 2023. Vol. 74. Iss. 5. Pp. 570-581.
3. Taecharungroj V. What can ChatGPT do? Analyzing early reactions to the innovative AI chatbot on Twitter // Big Data and Cognitive Computing. 2023. Vol. 7. Iss. 1. Art. 35.
4. Н.С.Гаркуша, Ю.С.Городова. Педагогические возможности CHATGPT для развития когнитивной активности студентов // Профессиональное образование и рынок труда. 2023. Т. 11. № 1. С. 6-23.
5. Кравцова А. Г. CHATGPT-3: перспективы использования в обучении иностранному языку // Мир науки, культуры, образования. 2023. № 3. С. 33-35.
6. И.В.Лукинский, И.А.Горшенева, А.В.Сумина.Использование искусственного интеллекта в качестве инструмента оптимизации научной деятельности// Психология и педагогика служебной деятельности. 2023. № 1. С. 99—102.
7. Сысоев П. В., Филатов Е. М. CHATGPT в исследовательской работе студентов: запрещать

- или обучать? // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2023. Т. 28. № 2. С. 276—301.
8. Huang Y.-M., Chiu P.-S., Liu T.-C., Chen T.-S. The design and implementation of a meaningful learning-based evaluation method for ubiquitous learning // Computer Education. 2011. Vol. 57. Iss. 4. Pp. 2291—2302. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.05.023.
 9. Godwin-Jones R. Partnering with AI: Intelligent writing assistance and instructed language learning // Language Learning & Technology. 2022. Vol. 26. Iss. 2. Pp. 5-24.
 10. Холмс У., Бялик М., Фейдл Ч. Искусственный интеллект в образовании: перспективы и проблемы преподавания и обучения. М.: Альпина ПРО, 2022. 304 с.
 11. Фомин М. А., Садовиков Н. Е. Возможности применения технологий искусственного интеллекта при изучении иностранного языка в вузе // Молодежная наука: тенденции развития. 2022. № 3. С. 6-11.
 12. Baker T., Smith L., Anissa N. Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. Nesta, February 2019. 54 p.
 13. А.А.Рольгайзер. Перспективы использования искусственного интеллекта в практике преподавания иностранного языка // Актуальные вопросы лингводидактики и методики преподавания иностранных языков: сб. науч. ст. Чебоксары: ГПУ Чуваш, 2022. С. 243-248.
 14. The role of ChatGPT in higher education: Benefits, challenges, and future research directions / T. Rasul, S. Noir, D. Kalandraet al. // Journal of Applied Learning and Teaching. 2023. Vol. 6. No. 1. DOI: 10.37074/jalt.2023.6.1.29.
 15. Suaverdez J., Suaverdez U. Chatbots impact on academic writing // Global Journal of Business and Integral Security. 2023. No. 2. (accessed: 09.07.2023).
 16. Sallam M. ChatGPT Utility in Health Care Education, Research, and Practice: Systematic Review on the Promising Perspectives and Valid Concerns // Healthcare. 2023. Vol. 11. Iss. 6. Art. 887. DOI: 10.3390/healthcare11060887.
 17. Lund B. D., Wang T. Chatting about ChatGPT: How may AI and GPT impact academia and libraries? January 22, 2023. 9 p. DOI: 10.2139/ssrn.4333415.
 18. ChatGPT Generative Pretrained Transformer, Zhavoronkov A. Rapamycin in the context of Pascal's Wager: Generative pre-trained transformer perspective // Oncoscience. 2022. Vol. 9. Pp. 82—84. DOI: 10.18632/oncoscience.571.
 19. Stokel-Walker C. AI bot ChatGPT writes smart essays — should professors worry? // Nature. December 9, 2022. DOI: 10.1038/d41586-022-04397-7.
 20. Thorp H. H. ChatGPT is fun, but not an author // Science. 2023. Vol. 379. Iss. 6630. Pp. 313—313. DOI: 10.1126/science.adg7879.

BUYUK MUTAFAKKIRLARIMIZNING ZAMONAVIY PEDAGOGIK TEKNOLOGIYALARNI VUJUDGA KELISHIDAGI O'RNI.

Xo'jayev Sulaymon Sultonovich

*Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar kafedrası
katta o'qituvchisi*

Annotatsiya: O'quv faoliyati-bu inson faoliyatining muayyan maqsadlar yo'nalishida namoyon bo'lishidir. Bu faoliyat faqat jamiyatda insoniyat uchun amalga oshirilishi sababli, u nafaqat har bir insonning, balki butun jamiyatning manfaatlari va maqsadlariga xizmat qiladi. Qadim zamonlardan inson tarbiyasiga oid bo'lgan fikrlar xalq og'zaki ijodida, afsonalarda, dostonlarda o'z ifodasini topgan.

Kalit so'zlar: ta'lim, tarbiya, qadriyat, yoshlar tarbiyasi

Tarbiya o'quv faoliyatining bevosita ajralmas bir qismi hisoblanadi. Tarbiya haqidagi g'oyalarning shakllanishida Imom al-Buxoriy, Abu Nasr Forobiy, Axmad Yassaviy, Alisher Navoiy, Abdulla Avloniy va ko'plab boshqa allomalarimizning xizmatlari kattadir. Allomalarning pedagogika

nazariyasiga oid fikrlaridan fanda unumli foydalanilmoqda va shu barobarida pedagogika fani yangi g'oyalar evaziga boyimoqda. Tariximiz oydinlashgani sari ota-bobolarimiz insonning ma'naviy olamini, ichki dunyosini bilish, tushunish bobida hozirgi avlodlarga nisbatan nechog'li oldinda ekanligi, biz esa o'sha boylikdan tamomila bebahra qolganimiz ma'lum bo'lyapti. Endigi vazifa-dunyoviy bilimlarga, yuksak ma'naviyatga ega bo'lgan komil insonni tarbiyalash bo'lar ekan, ma'naviy qadriyatlarimizni bugungi avlod mulkiga aylantirish, ajdodlarimizning an'ana va tajribalarini o'rganish juda muhim. Talabalarning qobiliyatlarini va mahoratlarini rivojlantirish, mustaqil fikr yuritishni kengaytirish, insonparvarlik, mehr-muruvvat hislarini tarbiyalash, diyonatni asrash, mehr-oqibatni mustahkamlash, nutq madaniyatini, taraqqiyotini o'stirish, ahloqiy-estetik kamolotga yetkazish, mehnat va tabiatga muhabbat ruhini singdirishda pedagogika fanining roli benihoyat kattadir.¹⁴

Hozirgi davrda jamiyatimizning har tomonlama – iqtisodiy, siyosiy va ma'naviy jihatdan taraqqiy qilishi uchun keng imkoniyatlar ochildi. Bugungi kunda talabalarning ma'naviy-axloqiy tarbiyasini ta'minlashda ajdodlarimiz o'g'itlari, pand-nasihatlaridan foydalanish alohida pedagogik qiymatga ega. So'nggi yillarda xalqning madaniy-axloqiy merosini o'rganish, mutafakkirlarning pedagogik qarashlarini bugungi kun ta'lim-tarbiya tizimida qo'llash didaktik ahamiyatga ega bo'lmoqda.

Talaba-yoshlar ajdodlarimizning ta'lim-tarbiyaga oid qadriyatlaridan bahra olishlari kerak. Qadimda Sharq mutafakkirlari tomonidan ilgari surilgan qarashlar hamda g'oyalar bugungi kunda ham muhim ta'lim-tarbiyaviy manba sifatida talabalar ongi va qalbiga ma'naviy ozuqa berib kelmoqda. Jumladan, Mahmud Qoshg'ariy halol luqma yeyishlik, e'tiqod butunligi, sa'y-harakatda sodiqlik, turli g'iybatlardan yiroq bo'lish, boshqalar aybini bekitish, behuda gapirmaslik, ortiqcha mol-dunyodan voz kechish, barcha kishilarga ezguliklar tilash, o'z-o'ziga va vatani oldida hisobot berish, jamiyat a'zolariga mehr-shafqat ko'zi bilan qarash, hasad bilan emas, ibrat ko'zi bilan boqish, atrofdagilarga pand-nasihat qilishdan chekinish, g'azabni yutib jahlni to'xtatish, axloqni pokizalash, yurish-turishni yaxshi tomonga o'zgartirish, odamlar bilan murosayu-madora qilish, til to'g'riligi va sodiqligini saqlash, yolg'on so'z aytishdan chetlanish, tilni rost gapirish va to'g'rilikka o'rgatish, ezgu so'zlar izhor qilishda barcha kuch va diqqatni ishga solish, kam uxlash va ovqatlanishga odatlanish, har bir daqiqani sarhisob qilib borish, shuhratparstlikdan saqlanish, vaqtni bekor o'tkazmaslik, kiyim va badan pokligini har doim saqlash, mashoyihlar so'zlarini diqqat bilan tinglash, aqlni charxlab turish, olimlar suhbatiga intilish, kechirimli bo'lish, odobsizlik qilganlar to'g'risida sukut saqlash, xulq go'zalligiga e'tibor berish kabi shaxsiy sifatlariga ega bo'lish lozim¹⁵.

Sharq mutafakkirlarining yoshlar tarbiyasiga oid ta'limotlaridan bugungi kunda oliy ta'lim muassasalarida talabalarni o'qitishda foydalanish muhim bo'lib, professor-o'qituvchilar o'zlari o'qitayotgan fanlari doirasida ushbu ta'limotlardagi ibratli jihatlarni qo'llashlari kerak. Yoshlar tarbiyasi ijtimoiy hodisa bo'lib, shaxsning shakllanishini ta'minlaydigan eng qadimiy va abadiy ma'naviy qadriyatdir. Barkamol avlod tarbiyasi inson va jamiyatning mavjudligini ta'minlaydigan asosiy qadriyat sifatida avloddan-avlodga o'tib boraveradi.

Sharq mutafakkirlarining yoshlar tarbiyasiga oid ta'limotlaridan bugungi kunda oliy pedagogik ta'lim muassasalarida talabalarni o'qitishda foydalanish muhim bo'lib, professor-o'qituvchilar o'zlari o'qitayotgan fanlari doirasida ushbu ta'limotlardagi ibratli jihatlarni qo'llashlari kerak. Yoshlar tarbiyasi ijtimoiy hodisa bo'lib, shaxsning shakllanishini ta'minlaydigan eng qadimiy va abadiy ma'naviy qadriyatdir. Barkamol avlod tarbiyasi inson va jamiyatning mavjudligini ta'minlaydigan asosiy qadriyat sifatida avloddan-avlodga o'tib boraveradi.

¹⁴ Texnologik ta'limni o'qitishda ilg'or pedagogik texnologiyalar. S.X. Abdullayev 2023-yil.

¹⁵ O'zbekiston pedagogikasi antologiyasi: Ikki jildlik. Birinchi jild. / Tuzuvchi mualliflar: K.Hoshimov, S.Ochil; tahrir hay'ati: M.Xayrullayev va boshqalar. – T.: «O'qituvchi», 1995. -186-b

Darsdan tashqari jarayonlarda talabalarni milliy an'analar ruhida tarbiyalashda, ayniqsa, Navro'z bayrami, gul sayli, hosil bayrami, milliy qadryatlarni tarannum etuvchi marosimlarni o'tkazish, o'zbek xalq dostonlari, maqollari, rivoyatlari, hadislar, allomalarning asarlaridan parchalar o'qib ularni izohlash, fikr bayon etish kabilarni talabalarining ehtiyojlari, istaklariga muvofiq amalga oshirish talab etiladi. O'quv jarayonlarida esa rejadagi mavzularni buyuk mutafakkirlarimizning fikrlari, hadislar, xalq og'zaki namunalardan olingan ibratli lavhalar bilan boyitish talab etiladi. Ma'ruza va seminar mashg'ulotlarida ajdodlarimiz tomonidan taqdim etilgan va xalq pedagogikasidagi tarbiyaviy usullar va vositalardan foydalangan holda talabalarni ajdodlarimiz merosiga qiziqtirish, uning hayotbaxsh g'oyalarini singdirish, milliy ildizlarimizdan ularni xabardor qilish orqali yoshlarni o'zlikni anglashga o'rgatish maqsadga muvofiqdir.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston pedagogikasi antologiyasi: Ikki jildlik. Birinchi jild. / Tuzuvchi mualliflar: K.Hoshimov, S.Ochil; tahrir hay'ati: M.Xayrullayev va boshqalar. – T.: «O'qituvchi», 1995. -186-b
2. Texnologik ta'limni o'qitishda ilg'or pedagogik texnologiyalar.
S.X. Abdullayev 2023-yil.
3. Yangi pedagogik va axborot texnologiyalarini o'quv faoliyatiga joriy etish shart-sharoitlari
U.A. Baykabilov 2022-yil "Ekanomika va sotsium" 5-son.
4. Qadimiy hikmatlar.–T.:G'.G'ulom nomidagi adabiyot va san'at nashriyoti.

ОПЫТ УЧЕНЫХ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА УРОКАХ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Зарипова Гулбахор Камиловна, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий Бухарского государственного университета,
Зарипов Камол Яшинович, докторант II - курса Бухарского государственного университета

Ключевые слова: Искусственный интеллект, цифровые технологии, информация, электроника и связь, технология ChatGPT, учебные материалы, создание тестов и заданий, нейронные сети, изучение английского языка, интермедиа и т. д.

Аннотация. В статье представлены теоретические и практические сведения об опыте зарубежных ученых по использованию искусственного интеллекта на уроках английского языка в высших учебных заведениях.

Oliy ta'lim muassasalarida ingliz tili darslarida sun'iy intellektdan foydalanish bo'yicha olimlar tajribasi

Kalit so'zlar: Sun'iy intellekt, raqamli texnologiyalar, axborot, elektronika va kommunikatsiya, ChatGPT texnologiyasi, o'quv materiallari, testlar va topshiriqlar yaratish, neyrotarmoqlar, ingliz tilini o'rganish, intermedia va h.k.

Annotatsiya. Mazkur maqolada Sun'iy intellektdan oliy ta'lim ingliz tili darslarida foydalanishning horij olimlari tajribalari haqida nazariy va amaliy ma'lumotlar keltirilgan.

Scientists' experience in using artificial intelligence in English lessons in higher education institutions

Keywords: Artificial intelligence, digital technologies, information, electronics and communications, ChatGPT technology, educational materials, creating tests and tasks, neural networks, learning English, intermedia, etc.

Abstract. The article presents theoretical and practical information about the experience of foreign scientists in using artificial intelligence in English lessons in higher education institutions.

Развитие области искусственного интеллекта и его внедрение на следующих этапах становится все более актуальным в условиях стремительного развития цифровых технологий. Одним из важнейших направлений искусственного интеллекта в последние годы являются большие языковые модели (LLM). Они произвели революцию во многих областях и аспектах нашей жизни (чат-боты, генерация и перевод текстов, поисковые системы, навигация, приложения для умного дома, персональный помощник Siri, биометрические технологии).

В быстро меняющемся мире технологий новые разработки не появляются так быстро, как ChatGPT. Всего за четыре месяца эта языковая модель, основанная на искусственном интеллекте, покорила мир, и все — от исследователей до рядовых пользователей Интернета — начали размышлять о ее возможностях. В то время как эксперты в области технологий отмечают его невероятную функциональность, сектор образования по-прежнему пребывает в состоянии удивления и беспокойства [1].

Многие педагоги считают, что будущее преподавания английского языка зависит от того, насколько успешно мы поспеваем за новыми технологиями, устройствами и революцией в области информации, электроники и коммуникаций. Достижения искусственного интеллекта в этой области открывают новые возможности, но в то же время создают и ряд проблем. Эти проблемы могут привести к фундаментальным изменениям в управлении и внутренней структуре высших учебных заведений.

Появление каждой новой технологии вызывает много сомнений относительно ее последствий для общества. Уникальность технологии ChatGPT заключается в том, что она способна имитировать стиль письма автора, предоставляя возможности, варьирующиеся от перевода до ответов на вопросы, написания связных эссе и создания компьютерных программ. Возможности этой нейронной сети и ее доступность для студентов вызвали обеспокоенность в академическом сообществе из-за возможности возникновения феномена академического мошенничества GPT. Когда мы говорим об академической нечестности GPT, мы имеем в виду образовательную работу, проводимую с использованием ChatGPT [2]. Студенты представляют эти работы так, как будто они выполнили их самостоятельно. Ряд исследователей призвали разработчиков OpenAI временно прекратить создание моделей, превышающих GPT-4, и утверждают, что следующее поколение GPT не будет выпущено. Они считают, что было бы неправильно продолжать эту работу до тех пор, пока не будут разработаны способы безопасного и ответственного использования искусственного интеллекта.

ChatGPT-4 (Chat Generative Pre-Trained Transformer) — усовершенствованная версия чат-бота, разработанная OpenAI совместно с корпорацией Microsoft в марте 2023 года и являющаяся одной из самых быстро внедряемых технологий в истории. OpenAI — американская некоммерческая организация, работающая над технологиями машинного обучения. OpenAI занимается разработкой искусственного интеллекта и изучением его потенциала для упрощения жизни человека. OpenAI выпустила четыре версии своих языковых моделей GPT и улучшила их. Нейронная сеть GPT (Generative Pre-trained Transformer) — это многомодальная языковая модель, основанная на технологии «глубокого обучения», которая учится на своих ошибках и постоянно совершенствуется. Эта модель способна генерировать тексты, похожие на естественный язык, понимать тонкости и вариации языка, а также обрабатывать изображения и образы [3]. Он обучен на огромных объемах текстовых данных из Интернета и может использоваться для автоматической генерации статей, разработки чат-ботов, генерации текстовых ответов на вопросы и ведения бесед, подобных человеческим. В «Техническом отчете GPT-4» компании OpenAI говорится, что «хотя GPT-4 обладает меньшими возможностями, чем человек, он работает на уровне человека во многих реальных ситуациях по различным профессиональным и академическим показателям, включая попадание в 10% лучших сдающих тест на моделируемом экзамене на степень бакалавра».

Создание интеллектуальных помощников на основе технологии Chat GPT является перспективным направлением в сфере образования и обучения. Использование таких помощников может привести к существенным изменениям в образовательном процессе, позволяя студентам решать сложные задачи и получать ответы на вопросы в режиме реального времени. Интеллектуальные помощники, разработанные на основе Chat GPT, эффективны и конкурентоспособны, способны выполнять задачи, которые ранее требовали участия опытных преподавателей. Эти помощники адаптированы для работы со студентами разного уровня подготовки, оказывая индивидуальную поддержку с учетом их индивидуальных потребностей.

Одной из основных проблем, часто встречающихся в дистанционном обучении и онлайн-курсах, является неспособность преподавателей предоставлять достаточную обратную связь. Интеллектуальные помощники на базе Chat GPT могут решить эту проблему, предоставляя необходимую поддержку и обратную связь для студентов. Кроме того, в любое время дня студентам доступны интеллектуальные помощники, позволяющие им работать над заданиями и учиться в удобное для них время. Это особенно важно для студентов, имеющих работу или семейные обязательства.

Кроме того, учебные материалы, созданные с использованием технологии ChatGPT, будут отличаться высоким уровнем качества и целенаправленности. Эта технология позволяет создавать контент, адаптированный для определенной аудитории на основе определенных тем. Это будет способствовать повышению эффективности образования и улучшению качества образования в целом. GPT Chat не является специализированным инструментом проверки грамматики (как Grammarly или другие подобные инструменты), но он может помочь сделать текст более понятным и плавным. Такие инструменты, как Wordtune, Grammarly, WhiteSmoke, ProWritingAid для английского языка и TextGears, LanguageTool, Advego, Text.ru для русского языка, специализируются на проверке грамматики и улучшении языка [4]. Эти инструменты предназначены для анализа предложений, исправления стиля и их улучшения. Методы, используемые в таких инструментах, включая NLP (нейролингвистическое программирование) и технологии машинного обучения, также используются в ChatGPT. Это позволяет сделать вывод, что ChatGPT понимает грамматику и использует схожие с другими инструментами подходы при проверке и исправлении ошибок в письменной речи.

Элсен Руни подчеркивает необходимость отдать приоритет использованию образовательных технологий на основе ИИ и разработать стратегии по устранению их недостатков.

Поэтому преподавателям и студентам необходимо развивать особые цифровые навыки, необходимые для использования этих инструментов педагогически полезным и этически приемлемым образом. Сюда входит обучение общению с ChatGPT, а также критическое понимание недостатков и рисков ChatGPT. Традиционно учебные заведения обучают студентов базовым навыкам работы с технологиями, таким как использование электронных платформ (например, Padlet, Google Docs), электронных портфолио и инструментов видеопроизводства. Однако в связи с быстрыми темпами развития цифровых технологий ученые подчеркивают необходимость развития более продвинутой цифровой компетентности у студентов.

В одном из последних исследований И.А. Кесслер (2018) отмечает, что современные системы управления обучением и социальные сети могут предоставить учителям данные, которые позволят им лучше понять сильные и слабые стороны учащихся [2]. Используя эту информацию, можно организовать индивидуальное обучение, адаптированное к потребностям учащихся, в том числе разработать методы, улучшающие обмен обратной связью и помогающие лучше понимать языковые формы. На основании этого Кесслер приходит к выводу, что данные, собранные с помощью искусственного интеллекта, могут быть эффективными для предоставления учащимся индивидуальной и актуальной поддержки.

Вольф (1992) выделил четыре основных компонента применения искусственного интеллекта в образовании: модель обучающегося, педагогический модуль, модуль знаний предметной области и модуль коммуникации.

Например, Лу и др. (2021) разработали систему автоматической генерации тестов с использованием обработки естественного языка [3]. Проведя обучающий тест, исследователи обнаружили, что технологии искусственного интеллекта могут генерировать очень реалистичные вопросы с краткими ответами. Способность искусственного интеллекта разрабатывать несколько вопросов является весьма ценным достижением, поскольку проведение тестов может занимать много времени.

Однако для реализации этого подхода с использованием искусственного интеллекта и преподавателям английского языка, и студентам необходимо обладать глубокими знаниями в области использования компьютеров. Классы должны быть оборудованы компьютерами с доступом в Интернет для всех учащихся. Также необходимы специалисты для обслуживания системы AIED.

В заключение следует отметить, что после первоначальной волны беспокойства преподаватели системы непрерывного образования, опираясь на опыт зарубежных ученых, начинают видеть позитивную сторону использования искусственного интеллекта и в полной мере используют преимущества и

возможности, которые предлагают новые технологии. Таким образом, ChatGPT открыл исследователям множество новых тем для исследований. Потенциал технологии чат-ботов для образования и научных исследований безграничен. Наконец, цифровые инструменты, управляемые искусственным интеллектом, становятся обычной частью повседневной жизни образовательных учреждений, студентов университетов и старшеклассников, а также учащихся профессиональных колледжей и старших классов. Поэтому нам, исследователям, необходимо работать над этой технологией и использовать педагогические методы и приемы для обучения английскому языку молодежи по всему миру, чтобы упростить и представить простые и совершенные способы обучения английскому языку, а также хорошие и оптимальные формы его изучения, используя педагогические технологии таким образом, чтобы ими мог пользоваться каждый. Более подробно мы рассмотрим этот вопрос в наших будущих научных и практических исследованиях.

Список использованной литературы:

1. Z.R.Holigova. Dars jarayonlariga sun'iy intellektni qo'llash// Международный научный журнал № 14 (100), Т.1 «Научный импульс»2023. - С.210-214.
2. Hong, W. C. H. (2023). The impact of Chat GPT on foreign language teaching and learning: opportunities in education and research. *J. Educ. Technol. Innov.* 5, 37–45.
3. <https://www.cambridge.org/elt/blog/2020/03/09/artificial-intelligence-english-language-learning/>
4. M.A.Kasimova. Sun'iy intellekt orqali xorijiy til o'rganuvchilarining faolligini oshirish va ta'lim jarayoniga jalb qilish // O'zbekistonda xorijiy tillar. — 2024. — 10-jild, № 1. — B. 142-156. <https://doi.org/10.36078/1710747133>
5. N. J.Kim, M. K. Kim. (2022). Teacher's perceptions of using an artificial intelligence-based education tool for scientific writing. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2022.755914/full>

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ ОБУЧЕНИЯ В КУРСЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.

Очилова Замира Шукирилловна

Докторант Бухарского государственного университета

Аннотация: В данной работе рассматривается разработка электронного программно-методического обеспечения, направленного на обучение студентов специальности «Прикладная математика» в высших учебных заведениях. Основой данного обеспечения служит мобильное приложение, разработанное по дисциплине «Математическое моделирование». Использование мобильного приложения в учебном процессе способствует более эффективному усвоению материала, а также научно обоснованному повышению уровня знаний и навыков студентов, поскольку оно выполняет функции современного дидактического средства.

Ключевые слова: цифровое образование, мобильное обучение, концепция, синхронное обучение, мультимедийные технологии, когнитивные процессы, метакогнитивные навыки, гипертекст.

Abstract: This paper discusses the development of electronic software and methodological support aimed at teaching students majoring in Applied Mathematics in higher education institutions. The basis of this support is a mobile application developed for the discipline of Mathematical Modeling. The use of a mobile application in the educational process contributes to more effective assimilation of material, as well as a scientifically based increase in the level of knowledge and skills of students, since it performs the functions of a modern didactic tool.

Key words: digital education, mobile learning, concept, synchronous learning, multimedia technologies, cognitive processes, metacognitive skills, hypertext.

Annotatsiya: Ushbu maqolada oliy ta'lim muassasalarida "Amaliy matematika" yo'nalishi bo'yicha tahsil olayotgan talabalarga o'qitishga yo'naltirilgan elektron dasturiy ta'minot va uslubiy yordamni ishlab chiqish yo'lga qo'yilgan. Ushbu dasturning asosini "Matematik modellash" fanidan ishlab chiqilgan mobil ilova tashkil etadi. O'quv jarayonida mobil ilovadan foydalanish materialni yanada samarali o'zlashtirishga, shuningdek, talabalarning bilim va ko'nikmalarini ilmiy asoslangan oshirishga yordam beradi, chunki u zamonaviy didaktik vosita sifatida ishlaydi.

Kalit so'zlar: raqamli ta'lim, mobil ta'lim, kontseptsiya, sinxron ta'lim, multimedia texnologiyalari, kognitiv jarayonlar, metakognitiv qobiliyatlar, gipermatn.

Инновационные электронные дидактические формы обучения ориентированы на учет индивидуальных способностей и интересов обучающихся. Образовательное учреждение, реализующее образовательный процесс на основе общепедагогических, дидактических и личностно-методических подходов, формирует содержание обучения в соответствии с целями образования. При этом внедряются современные педагогические и цифровые технологии, а также разнообразные формы и методы обучения. Таким образом, создается целостная система взаимодействия между субъектами образовательного процесса, в частности — между преподавателем и реципиентом знаний [1].

В целом, содержание образования должно соответствовать ряду ключевых требований, обеспечивающих его эффективность и соответствие современным образовательным стандартам:

- служить средством повышения уровня теоретических знаний обучающихся;
- способствовать формированию и углублению практического опыта студентов;
- обеспечивать развитие критического мышления, самостоятельности и творческих способностей обучающихся;
- способствовать всестороннему развитию личности обучающегося в соответствии с уровнем усвоенных знаний и образовательными потребностями.

В зависимости от степени раскрытия содержания, а также целей и задач образования, существует возможность эффективного применения электронных образовательных ресурсов в учебном процессе. Это позволяет оптимизировать процесс обучения и адаптировать его к индивидуальным потребностям студентов, а также улучшить качество образовательных услуг.

Обобщенное определение мобильного образования предложил ученый из Великобритании С. Тронгторам в своих научных работах, посвященных развитию мобильного образования. Мобильное обучение представляет собой новые подходы в образовательном процессе, использующие мобильные телефоны, смартфоны, планшеты и другие портативные устройства, что способствует улучшению индивидуального стиля обучения студентов. Применение мобильных образовательных технологий направлено на облегчение, поддержку и совершенствование учебного процесса, что делает их привлекательными как для преподавателей, так и для обучающихся [2].

Мобильное обучение предоставляет учащимся возможность индивидуально работать с доступными, полезными, актуальными и мотивирующими вопросами, что способствует решению системных образовательных задач. Для эффективной адаптации к мобильному образованию преподаватели, работающие на различных уровнях образовательного процесса, должны обладать навыками работы с программными средствами современных технологий, чтобы интегрировать мобильное обучение в свою практику. Тем не менее, в этом процессе возникают определенные проблемы, даже в странах с высокоразвитыми социально-экономическими условиями. Среди них можно выделить недостаток учебно-методического обеспечения и соответствующих материалов для преподавателей, а также нехватку компетенций в области использования мобильных образовательных технологий [3].

В свою очередь, необходимо проведение исследования требований и принципов дистанционного и мобильного образования с учетом специфики и требований современного образовательного процесса.

На сегодняшний день несколько ученых исследовали принципы создания ресурсного контента, используемого в цифровом образовании. Среди них можно выделить следующие ключевые принципы:

- принцип мультимедиа;
- принцип преемственности;
- принцип понятности;
- принцип совместимости;
- принцип интерактивности;
- принцип связи текстовой и графической информации;
- принцип сосредоточения внимания на создании связи между элементами медиа и когнитивной структурой.

Опираясь на изложенные выше принципы, при разработке порядка цифрового образования учебные материалы, включая аудио-, видео- и текстовые данные, подготавливаются с учетом требований нормативных документов в области науки. Важно, чтобы представляемая учащимся информация была простой, понятной и точной, а также обеспечивала возможность получения наглядных данных в рамках изучаемой темы. При этом необходимо учитывать взаимосвязь образовательных ресурсов, а также преемственность дисциплин и их содержательной структуры [4]. Сегодня, в условиях стремительного развития технологий цифрового образования, вышеупомянутые принципы будут постоянно актуализироваться, и наша задача заключается в изучении этих изменений.

Педагогический опыт применения вышеуказанных принципов мобильного образования демонстрирует, что использование цифровых технологий при преподавании общепрофессиональных дисциплин по направлению «Информационные системы и технологии (в сетях и сетевые технологии)» в высших учебных заведениях существенно повышает эффективность учебного процесса. В этом контексте мобильные образовательные инструменты играют особенно важную роль.

В данном контексте проводится разработка программного обеспечения для дисциплины «Математическое моделирование» в рамках блока обязательных предметов 60540200 учебной программы высших учебных заведений по направлению «Прикладная математика». Это направлено на дальнейшее повышение качества подготовки преподавателей к инновационной профессиональной деятельности.

Это позволяет объективно оценивать уровень развития учащихся в процессе обучения с использованием мобильного приложения, что достигается благодаря автоматическому определению их успехов. Мобильное приложение выделяется тем, что из программных средств обучения выбираются показатели и критерии, обеспечивающие возможность практического контроля. Эти средства используются как инструменты объективной оценки, а также разрабатываются и внедряются методические рекомендации для преподавателей. Практические навыки студентов формируются на основе полного усвоения теоретического материала. В результате, мобильная программа служит эффективным электронным дидактическим средством, обеспечивающим как программное, так и методическое сопровождение образовательного процесса.

Литература

- [1]. Инояттов У.И, Замонавий узлуксиз таълим муаммолари: инновация ва истиқболлар. Халқаро илмий конференция. 2018 й. -5 б.
- [2]. Trongtortam, Suparawadee. A decision support model for mobile technology enhanced teaching. Diss. Liverpool John Moores University, 2019.104.
- [3]. Irby T.L. Instructor Competencies Needed to Develop Instructional Strategies for Mobile Learning in Fields of Agricultural Education: Diss. – 2014.
- [4]. Martina Brajković. Tools and Methodologies for Developing Interactive Electronic Books. ERASMUS program June 2014. P. 4-34-38.

ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ НАВЫКОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАТИВНОГО ПОДХОДА

Садуллаева Ирода Пулатовна

Докторант Навоийского государственного педагогического университета

Аннотация: В статье дается комплексный анализ методов обучения математике, отвечающих требованиям современной системы образования и необходимости обеспечения высококвалифицированными научно-педагогическими кадрами, качественными учебно-методическими и дидактическими материалами для эффективной организации образовательного процесса.

Ключевые слова: искусство расчета, теория обучения, приобретение знаний и нравственное воспитание, методы обучения, обучение, нравственные цели, индивидуальная деятельность, научная продукция

Abstract: The article provides a comprehensive analysis of methods of teaching mathematics that meet the requirements of the modern education system and the need to provide highly qualified scientific and pedagogical personnel, high-quality educational and didactic materials for the effective organization of the educational process.

Key words: art of calculation, learning theory, knowledge acquisition and moral education, teaching methods, learning, moral goals, individual activity, scientific production.

Annotatsiya: Maqolada zamonaviy ta'lim tizimi talablariga javob beradigan matematika o'qitish uslublari har tomonlama tahlil qilingan hamda o'quv jarayonini samarali tashkil etish uchun yuqori malakali ilmiy-pedagogik kadrlar, sifatli o'quv-didaktik materiallar bilan ta'minlash zaruriyati ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: hisoblash san'ati, o'rganish nazariyasi, bilim olish va axloqiy tarbiya, o'qitish usullari, ta'lim, axloqiy maqsadlar, individual faoliyat, ilmiy ishlab chiqarish.

Анализ педагогического программного обеспечения, используемого в настоящее время при обучении математике в общеобразовательных школах, показывает, что оно не в полной мере отвечает педагогическим требованиям учителей. Поэтому необходимо совершенствовать традиционные методы и формы обучения новыми методическими подходами, основанными на информационно-коммуникационных технологиях. Это, в свою очередь, требует разработки педагогических и психологических основ эффективного использования программных средств в обучении. В настоящее время в системе непрерывного образования Узбекистана активно применяется более 80 инновационных технологий и методов. В работе рассматриваются методы и способы решения этих проблем, а также подчеркивается необходимость совершенствования профессиональной подготовки будущих учителей математики на основе интегративного подхода. На каждом уроке учащиеся работают над несколькими концепциями. Каждую концепцию можно освоить на разных этапах урока. Изучение одной концепции осуществляется путем повторения или припоминания других концепций, которые служат основой для объяснения последующих концепций. В процессе обучения разрабатывается каждый учебный материал, который служит основой для понимания тем, которые будут преподаваться в дальнейшем. Процесс освоения новых понятий происходит посредством взаимосвязи нескольких уроков.

Математика имеет огромный потенциал как образовательный предмет для формирования подрастающего поколения. Она развивает мышление учащихся, повышает их умственные способности, формирует модели мышления и развивает у учащихся такие качества, как целеустремленность, логическое мышление и находчивость. Таким образом, обучение математическим понятиям осуществляется не на одном уроке, а в процессе прохождения нескольких взаимосвязанных уроков. Такую систему уроков мы называем совместным преподаванием. Поэтому учитель должен выстраивать уроки в логической

последовательности, точно объясняющей содержание темы. Важнейшим требованием является ориентация на образовательную цель урока с учетом методических и общепедагогических аспектов принципов обучения. Эксперты утверждают, что ученик, в совершенстве освоивший математику, достигнет высокого уровня аналитического и логического мышления. Он развивает навыки не только решения примеров и задач, но и быстрого принятия решений, ведения дискуссий и переговоров, пошагового выполнения заданий в различных жизненных ситуациях. Также математический способ мышления выводит на уровень прогнозирования будущих действий и развития событий и явлений, происходящих в окружающей среде. Дополнительно могут проводиться математические вечера и викторины, например, в виде отчета математических клубов. Такую деятельность можно успешно организовать после того, как учащиеся освоят письменные и устные вычисления. Его главная цель — помочь учащимся применить свои знания по математике, развить устные и письменные навыки, навыки быстрого счета, а также развить пространственное воображение. Математические вечера можно проводить в форме отчета математического клуба. Цель вечера — оценить математические знания учащихся, навыки применения теории на практике, навыки устных и письменных вычислений, пространственное воображение, геометрические представления и другие навыки. Написание научных и методических работ в области математики содержательно, интересно, кратко и понятно, безусловно, зависит от знаний и умений автора. Такое мастерство напрямую зависит от того, насколько глубоко он изучает описываемую область, «научную школу», в которой он работает, и произведения, которым он подражает. Эффективно продуманная система уроков по теме зависит от правильного распределения учебного времени на небольшие темы. Он должен быть направлен на развитие самостоятельного мышления учащихся, анализ конкретных примеров, извлечение из них конкретных выводов, а затем на формирование общих заключений. Эти знания следует закреплять в системе обучения в классе и предоставлять с помощью примеров и решения задач. Затем с помощью упражнений можно будет отрабатывать умения и навыки, обеспечивать постоянную систематизацию и обобщение полученных знаний. Для эффективного использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) на уроках математики необходимо в первую очередь освоить компьютерные программы и уметь ими пользоваться. Это означает, что компьютерные программы не только помогают учащимся приобретать знания и навыки, но и способствуют развитию их творческих способностей.

В заключение следует отметить, что задача имеет важное значение для развития интеллектуальной деятельности учащихся, поскольку дает учащимся возможность преодолеть определенную трудность. В этом процессе учащиеся стремятся решить проблемную ситуацию, используя свои знания, сильные стороны и таланты.

Литература

1. D.I.Yunusova “Oliy ta’limda matematika fanlarini o’qitish metodikasi” Toshkent-2016.
2. Sh.Ne’matova “Matematika fanini o’qitishning nazariy masalalari va metodikasi” Toshkent-2012
3. Kurbonov G.G. Raqamli ta’lim texnologiyalari vositasida sonli usullar fanini takomillashtirish modeli. International konferens: Problems and scientific solutions. Ausstraliya. Avgust 2022. Pp. 48-55.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК КАТАЛИЗАТОР РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Хожиева Мухлиса Султоновна – докторант (PHD),
Бухарский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара, ул. М.Икбол, 11.*

Аннотация. Статья посвящена исследованию роли цифровых технологий как ключевого фактора развития современного образования. Рассматриваются основные направления влияния цифровизации на образовательный процесс, включая расширение доступа к обучению, персонализацию образовательных траекторий, повышение интерактивности и вовлеченности учащихся, развитие критического мышления и креативности, а также оптимизацию работы педагогов. Анализируются как преимущества внедрения цифровых технологий, так и сопутствующие трудности.

Ключевые слова: цифровые технологии, образование, цифровизация, дистанционное обучение, персонализация обучения, интерактивность, инновации в образовании.

Введение. Современный мир стремительно меняется под воздействием цифровых технологий, проникающих во все сферы нашей жизни. Образование, как одна из ключевых областей общественного развития, не остается в стороне от этих трансформаций. Напротив, цифровые технологии выступают мощным катализатором, стимулируя инновации, расширяя возможности и качественно преобразуя образовательный процесс.

В Республике Узбекистан вопросам цифровизации образования уделяется особое внимание на государственном уровне. **Указ Президента Республики Узбекистан от 5 октября 2020 года № УП-6079 «Об утверждении Стратегии „Цифровой Узбекистан-2030“ и мерах по ее эффективной реализации»** является стратегическим документом, определяющим приоритетные направления цифрового развития страны, включая сферу образования. Данная стратегия подчеркивает необходимость активного внедрения цифровых технологий для повышения качества и доступности образовательных услуг, формирования цифровой грамотности населения и создания современной образовательной среды, отвечающей требованиям времени.

Одним из важнейших аспектов влияния цифровых технологий является расширение доступа к образованию. Географические барьеры и временные ограничения постепенно стираются благодаря развитию дистанционного обучения и онлайн-платформ. Учащиеся из самых отдаленных уголков мира получают возможность осваивать образовательные программы ведущих университетов и получать доступ к уникальным образовательным ресурсам. Это открывает новые перспективы для непрерывного обучения на протяжении всей жизни и повышения квалификации без отрыва от основной деятельности.

Основная часть. Цифровые технологии способствуют *персонализации образовательного процесса*. [1]. Адаптивные обучающие системы, основанные на искусственном интеллекте, анализируют прогресс каждого учащегося, выявляют его сильные и слабые стороны и предлагают индивидуализированные траектории обучения. Это позволяет оптимизировать учебный процесс, сделать его более эффективным и учитывать уникальные потребности каждого обучающегося. Ученик становится активным участником своего образования, а не пассивным получателем знаний. [2].

Интерактивность и *повышение вовлеченности* учащихся являются еще одним значительным преимуществом использования цифровых технологий. Мультимедийные ресурсы, виртуальные лаборатории, образовательные игры и симуляции делают обучение более наглядным, увлекательным и практико-ориентированным. Учащиеся получают возможность экспериментировать, исследовать и применять полученные знания в интерактивной среде, что способствует более глубокому пониманию материала и развитию познавательного интереса.

Цифровые технологии открывают новые горизонты для **развития критического мышления и креативности**. [3]. Доступ к огромным массивам информации в сети Интернет требует от учащихся умения анализировать, оценивать и отбирать достоверные источники. Инструменты для совместной работы, такие как онлайн-доски и облачные сервисы, стимулируют командную работу, обмен идеями и совместное решение проблем, что способствует развитию коммуникативных навыков и креативного подхода.

Кроме того, цифровые технологии способствуют **оптимизации работы педагогов**. [4]. Автоматизация рутинных задач, таких как проверка тестов и сбор статистики, позволяет преподавателям уделять больше времени индивидуальной работе с учениками, разработке инновационных методик и повышению своей квалификации. Цифровые образовательные ресурсы и платформы предоставляют педагогам широкий спектр готовых материалов и инструментов для создания увлекательных и эффективных уроков.

Однако, несмотря на многочисленные преимущества, внедрение цифровых технологий в образование сопряжено и с определенными трудностями. Одной из ключевых является проблема **цифрового разрыва**, связанная с неравным доступом к технологиям и интернету среди различных слоев населения. [5]. Необходимо предпринимать целенаправленные усилия для обеспечения равных возможностей в получении цифрового образования для всех учащихся.

Другим важным аспектом является **безопасность и этика использования цифровых технологий**. Защита персональных данных учащихся, борьба с кибербуллингом и распространением недостоверной информации требуют разработки четких правил и норм поведения в цифровой образовательной среде, а также повышения цифровой грамотности всех участников образовательного процесса.

Заключение. Следует отметить, что цифровые технологии являются мощным катализатором развития современного образования, открывая беспрецедентные возможности для расширения доступа, персонализации обучения, повышения вовлеченности и развития ключевых компетенций учащихся. Успешная интеграция цифровых технологий требует комплексного подхода, учитывающего как преимущества, так и потенциальные вызовы, с целью создания эффективной, инклюзивной и ориентированной на будущее образовательной среды.

Список литературы

1. Указ Президента Республики Узбекистан, от 05.10.2020 г. № УП-6079 Об утверждении Стратегии «Цифровой Узбекистан-2030» и мерах по ее эффективной реализации.
2. Миронов В.В., Гуляева С.Т. Цифровая трансформация как катализатор развития ИТ-индустрии образовательных организаций в условиях внедрения цифровой образовательной среды // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник Научно-исследовательского центра индивидуальных прав, управления и венчурного инвестирования Сыктывкарского государственного университета. 2023. №2.
3. Шаронин Ю.В. Цифровые технологии в высшем и профессиональном образовании: от лично-ориентированной smart-дидактики к блокчейну в целевой подготовке специалистов // Современные проблемы науки и образования. - 2019. - № 1
4. Хожиева М. С. Развитие профессиональной компетентности учащихся в цифровой образовательной среде // Inter education & global study. – 2024. – №. 10. – С. 256-263.
5. Цифровая среда в образовательных организациях различных уровней: аналитический доклад / Н. Б. Шугаль, Н. В. Бондаренко, Т. А. Варламова и др ; нац. Исслед. ун-т «Высшая школа экономики» – М : НИУ ВШЭ, 2023 – 164 с.

CONTENT OF TABLE

SECTION 1: MATHEMATICAL ANALYSIS AND ITS APPLICATIONS	
Неъматова Ш.Б. Оценки для определителя фредгольма, ассоциированный с обобщенной модели фридрикса на нецелочисленном решетке	4
Firdavsjon M. Almuratov, Mardon A. Pardabaev Crystalline hexagonal curvature flow of networks: homothetically shrinking solutions with one bounded component	5
Khalkhuzhaev Ahmad Miyassarovich, Makhmudov Khabibullo Shakar ugli Infiniteness of the number of eigenvalues of the schrödinger operator on a lattice	6
Jamilov U.U., Shukurova Sh.S Dynamics of the discrete-time seir epidemic model	7
Abdullaev Janikul Ibragimovich, Toshturdiyev Abdikhurayra Mukhammadievich Eigenvalues of the schrödinger operator corresponding to the three-particle system in the gap	9
Бахронов Б.И. Исследование спектра тензорной суммы моделей фридрикса с одномерным возмущением	11
Икромов Исроил Акрамович, Баракаев Азамат Мансурович О критическом показателе ограниченности максимальных операторов	13
Abdullayev Janikul Ibragimovich, Quljonov O'tkir Nematovich Panjaradagi bir zarrachali shryodinger operatorining spektral xossalari	14
Zarinabonu Mustafoyeva, Shahlo Sayfullayeva Non-gibbsian ewens probability distributions on cayley trees	16
Jumayeva Dilrabo Xolmurot qizi, Besh o'lchamli qo'zg'alishga ega umumlashgan fridrixs modellari oilasi xos qiymatlarining soni va joylashuv o'rni	17
Дилмуродов Элёр Бахтиёрович Основные свойства уравнения фаддеева для 2×2 операторных матриц	18
Yashiyeva Feruza Yusuf qizi Umumlashgan fridrixs modeli xos qiymatlarini mathcad redaktori yordamida tadqiq qilish	20
Sayliyeva Gulrux Rustam qizi Uch o'lchamli qo'zg'alishga ega umumlashgan fridrixs modeli xos qiymatlarining mavjudligi	23
G.H.Umirqulova Panjaradagi uch zarrachali model operator muhim spektri chegaralari uchun munosabatlar	25
Husenova Jasmina To'lqinovna To'rt o'lchamli qo'zg'alishga ega fridrixs modeli sonli tasvirini tadqiq qilish	27
Jabborova Gulasal Sultonovna Ikki o'lchamli qo'zg'alishga ega fridrixs modellari oilasining xos qiymatlari haqida	29
Jamilov U.U., Khudoyberdiyev Kh.O. Dynamics of a discrete - time sird reinfection model	31
Jamilov U.U., Mukhitdinov R. T., On superposition of non-volterra quadratic stochastic operators on S^2	32
Jo'raqulov Abdulla Jo'raqul o'g'li Taqsimotning to'lqin fronti haqida	33
Jo'raqulova F. M. Spektral parametrga ega uchinchi tartibli operatorli matritsa muhim spektrining tuzilishi\	36
Khamdamov Isakjan Mamasaliyevich, Mamatov Xusniddin Mufatkhonovich, Chay Zoya Sergeyvna Asymptotic property of the perimeter of convex hulls generated by poisson point process	38
Khamidov Shakhobiddin, Ibrogimov Utkir On the spectrum of two particle schrödinger operator ona lattice	42
Kuliev Komil Danaboyevich, Turakulov Tohirbek Davron o'g'li On estimates for constant of discrete hardy inequality	44
Kuliyev Komil Donaboyevich, Tilavov Rustamjon Aktamovich Ikkinchi tartibli diskret hardy tengsizligi	45

Muxayyo Abdullayeva. Ismatilla Xayrullayev Elementlari fredgolm integral operatorlari bo'lgan matritsaning nuqtali spektri	46
Sharipova Mubina Shodmonovna , Spectral estimates for the bounds of a third-order operator matrix	48
Tosheva Nargiza Ahmedovna Uchinchi tartibli operatorli matritsalar oilasi muhim spektrining tarmoqlari	49
B.M.MAMUROV On superposition of linear and quadratic stochastic operator	51
Расулов Тулкин Хусенович Аналог Теоремы Гершгорина Для Операторных Матриц Высшего Порядка	53
X. G'. Xayitova Panjaradagi itarishuvchi potentsialli ikki zarrachali Shryodinger operatori diskret spektri haqida	54
Лакаев Шухрат Саидахматович Анализ верхнего порога d -мерных дискретных операторов шредингера	56
Zahriddin Muminov Infiniteness of the discrete spectrum of two-particle discrete schrödinger operators	57
To'raqulov Davir Davronovich Uniform estimates of oscillatory integrals with a convex phase in the three-dimensional case	59
Xudayarov Sa'nat Samadovich, Nematova Parvina Nodir qizi Stoxastik kubik matritsalar uchun ko'paytma amali	61
Xurramovov Abdimajid Molikovich, Burxonova Aziza Bahrom qizi Спектральные свойства системы двух бозонов на трехмерной решетке	62
Ismoilova Dildora Erkinovna Ikkinchi tartibli operatorli matritsa xos qiymatlarining tahlili	63
Khudayarov S.S. Logistik map of a non-stochastic quadratic operator	65
Kurbanov Shakhzod Khabibullayevich The existence of eigenvalues of the generalized friedrichs model under rank two perturbation	66
SECTION 2: DIFFERENTIAL EQUATIONS AND MATHEMATICAL PHYSICS	
Sobirjonov Toxirbek Zuxridin o'g'li Differensial tenglamalarni yechishning operatsion usullari	69
Д. К. Дурдиев и Т. Р. Суяров Обратные задачи определения коэффициента с начальными нелокальными граничными условиями для двумерного дробного волнового уравнения	71
Merajova Shahlo Berdiyevna, Salimov Feruz Tolib o'g'li Kasr tartibli hosilali aralash integro-differensial tenglamaga qo'yilgan teskari masala	73
Merajova Shahlo Berdiyevna, Sharifov Idrisxon Shokir o'g'li Tovush tarqalish tenglamalar sistemasi va unga qo'yilgan teskari masala	75
Matchanova Aygul Azatbayevna, Raximova Feruza Saidovna, Madatova Zuxra Abdiraximovna, Fayzullayeva Shahlo Alisherovna Hilfer operatori qatnashgan chiziqli bo'lmagan differensial tenglama uchun aralash masala.	77
Нуриддинов Жавлон Зафарович Проблема определения многомерного ядра в одном параболическом интегро - дифференциальном уравнений	79
Mukhtarov Ya., Shavkatova L. Qualitative analysis of a generalized homogeneous polynomial system of class (α_1, α_2)	80
Muminov Ulug'bek, Normamatova Munira Yuklangan hadli nochiziqli defokuslangan Shredinger tenglamasiga qo'yilgan Koshi masalasini yechish	82
Jumaev J.J, Nuriddinova N.Z. Recovering source function and kernelfor a time-fractional diffusion equation in thebounded domain	85
Xolikov Suyunjon Xamroqul o'g'li, Abdusalomova Aziza Abdullo qizi Bir jinsli bo'lmagan kechikuvchi bo'lakli uzluksiz argumentli issiqlik tarqalish tenglamalasi uchun to'g'ri masala	86

Akramov Ikrom Isroil o'g'li Spectral Deferred Correction Methods Collocation Formulation and Explicit Iteration	87
Б. Р. Абдуллаев Задача для псевдопараболических интегро – дифференциальных уравнений с однородными граничными условиями	88
Жураев Фуркат Мухитдинович Ободной локальные краевые задачи для нагруженного уравнения параболо - гиперболического типа, вырождающегося внутри области	89
Merajova Shahlo Berdiyevna, Merajov Nursaid Ikrom o'g'li, Sultanova Dilafro'z Xolmurzayevna Bir o'lchovli aralash parabol-giperbolik tipdagi model tenglama uchun teskari masala	91
Subhonova Ziyoda Anvar qizi The problem of determining the kernel in the time fractional wave equation	92
Turdiyev Halim Hamroyevich, Jo'raqulova Aziza Iftixor qizi O'zgaruvchan koeffitsiyentli kasr diffuziya to'qin tarqalish tenglamasi uchun boshlang'ich chegaraviy masala	94
Elmuradova Hilola Botirovna Initial and boundary problem for fractional pseudo-integro-differential equation	95
Usmonov Rustamjon Isroiljonovich Ikkita qo'zg'almas markazlarning cheklanganlik holida aktiv qismlar uchun analitik yechim	96
Rasulov Xaydar Raupovich Ikkita buzilish chizig'iga ega bo'lgan aralash tipdagi tenglama uchun nolokal masala haqida	97
Маликов Зиядилло, Шодиев Дилшод Сирожидинович Задача Коши для систем эллиптического типа первого порядка с постоянными коэффициентами в областях типа слоя.	98
Ашуров Равшан Раджабович, Меражов Нурсайд Икром угли Постановка нелокальной обратной задачи для параболического уравнения второго порядка с дробной производной по времени	100
А.С.Солеева, И.Г.Розет, Я.Мухтаров Режимы стохастики, обострения blow-up и медленного времени в волновой динамике при самоорганизующихся или периодических возмущениях	101
Турсунов Д.А., Мамытов А.О., Орозов М.О. Разрешимость одного класса обратной задачи дробного порядка	103
Турсунов Д.А., Садиева А.С. Об одной задаче валле-пурссена с нестабильным спектром	104
Umarov Sanjar Sunnatovich Grin funksiyasi yordamida masalalar yechish	106

SECTION 3: MODERN PROBLEMS OF ALGEBRA AND GEOMETRY

Ибодуллаева Нафиса Мухитдиновна Решения уравнения монжа-ампера в многосвязной области со вторым краевым условием	111
Бешимов Рузиназар Бебутович, Манасыпова Резида Замир кизи О некоторых свойствах пространства τ -замкнутых подмножеств топологического пространства	112
Parmonov Hamid Faxriddin o'g'li Gamilton vektor maydonlar orbitalari	113
Quljonov O'N., Ostonov Q., O'rolova O. Geometriya o'qitishda o'quvchilarga zarur va yetarli shartlar tushunchalarini o'rgatish	115
Rizayev Rustam Kobilovich $P_2(x)$ fazoning fizikadagi ba'zi tatbiqlari	117
Jiemuratov Rzamurat Esbergenovich Order-preserving functionals functor with finite support and infinite degree	118
Aslonov Jasurbek, Ergashev Muxammadali Some properties of the curvature of riemannian manifolds with polynomial structure	127

Гульнар Сулаймон кызы Ибрагимли, Махир Джалал оглы Джалалов Элементарны математическит представлений у детей в дошкольных образовательных учреждениях	128
O'rolova O, Quljonov O'N., Ostonov Q. Maktabda o'quvchilarda matematika darslarida kvantorlar va ularga bog'liq tushunchalarni shakllantirish	130
SECTION 4: COMPUTATIONAL MATHEMATICS AND MATHEMATICAL MODELING	
Babaev Samandar Samiyevich, Polvonov Sarvarbek Zafar ugli The algorithm for numerically solving the fredholm integral equation using a weighted optimal quadrature formula	133
Mirkamol Berdimuradov Comparative Analysis of Unknown Parameters of the Gamma Distribution under Right-Censoring Using MLE and Bayesian Methods	134
Rahela Abdul Rahim, Zahriddin Muminov, Javlon Karimov Upper bound limit value using non linear difference equations	136
Абдумумин Маликович Маликов Неравенство типа колмогорова и его некоторые приложения в пространстве $L_{2,\mu}$	141
Болтаев Азиз Кузиевич, Мухаммадова Зулфия Аскар кизи Система для нахождения коэффициентов натуральных сплайнов	142
Sayfullayeva Maftuxa Zafrullayevna, Tadjibayeva Shaxzadaxon Ergashevna, Abduganiyeva Ozoda Ismagilovna Uch karrali integralni hisoblashning algoritmlari va ularning aerodinamik modellash tirishda qo'llanilishi	144
Azamov Siroj Sobirovich Finding the form of optimal coefficients in the $W_2^{(2,1,0)}(0,1)$ space	146
Жалолов Фарход Исомидинович, Исомиддинов Бекзоджон Озоджон ўғли Алгоритм нахождения коэффициенты оптимальной квадратурной формулы в пространстве Соболева $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$	147
Жалолов Икром Исомиддинович, Мухсинова Мехринисо Шавкатовна Оценка погрешности, существования и единственности оптимальной интерполяционной формулы в пространстве Хёрмандера $H_2^\mu(R)$	149
Жалолов Озоджон Исомидинович, Исомиддинов Бекзоджон Озоджон ўғли Практичные асимптотические оптимальные весовые кубатурные формулы с заданием производных в пространстве Соболева	152
Mukhiddin I. Muminov, Zafar Z. Jumaev Approximate solution of initial value problems for first-order differential equations using a combined runge-kutta and piecewise constant argument method	154
Khayriyev Umedjon N., Xiromon Yunus qizi Yusufzoda Constructing a Derivative Optimal Interpolation Formula in Hilbert Space	156
Khudoyberdiev Azizjon Norjigit o'g'li Quantum stability of the SHA-3 hash function: analysis, vulnerabilities and perspectives	157
Жалолов Озоджон Исомидинович, Махмудов Миржалол Мақсуд ўғли Оценка погрешности, существования и единственности оптимальной квадратурной формулы типа Эрмита в пространстве Соболева $W_2^m(R)$	159
Iroda Boltaboyeva, Abdullayev Alisher Ms excelda chiziqli emas tenglamalarni yechish algoritmi	161
Muminov Mukhiddin Eshqobilovich, Usmonov Navruz Muzaffarovich	162

Numerical solution of boundary value problems for linear second-order differential equations.	
Жалолов Озоджон Исомидинович, Мухсинова Мехринисо Шавкатовна Существование и единственность оптимальной квадратурной формулы для интегралов типа Фурье в пространстве Хёрмандера $H_2^{\mu}(R)$.	165
Shamsiyeva Nigora Rafiq qizi Matematik modellash tirish va hisoblash tajribalari	167
Nuraliev Farhod Abdug'aniyevich, Abdullayeva Gulrux Shukurullo qizi The first integral identity for the eighth order interpolation spline	169
Rakhimov Bakhtiyar Saidovich, Sobirova Sabokhat Kabulovna, Rakhimova Feroza Bakhtiyarovna, Saidov Atabek Bakhtiyarovich, Saidov Zarina Bakhtiyar qizi Analysis new models and solve medical problems with database systems	170
Raximova Feruza Saidovna, Islamova Odila Abduraimovna, Chay Zoya Sergeevna, Fayzullayeva Shahlo Alisherovna, Madatova Zuxra Abdiraximovna Talabalarga qutb koordinatalar sistemasida funksiyalar grafigini chizishni dasturlardan foydalanib o'rgatish	173
Safarov R., Khudoyberdiyev S.I. "Development of integrated mathematical models for the optimal operation of vehicle power distribution and transmission systems"	175
Mukhiddin Muminov, Shermukhammedov Bakhtiyor A piecewise constant argument method for solving nonlinear differential equations of lane-emen type	178
Shodiyeva Mohinur Shamshod kizi Convergence analysis of altered inertial subgradient extragradient method for solving equilibrium problems over fixed point sets	180
Nuraliyev Faxriddin Murodillayevich, Tojiev Nuriddin Shukur o'g'li, Tahirov Behzod Nasriddinovich Bubnov-galerkin variatsion usuli yordamida termo-magnit-elastik jismlarning chegaraviy masalasining yechimlar tuzilmasini hisoblash	182
Azamov Siroj Sobirovich, Bekturodova Dilorom Baxodir qizi $S_2(P_m)$ davriy funksiyalar fazosida ekstremal funksiya	186
Жалолов Озоджон Исомидинович, Хаятов Хуршиджон Усманович Алгоритм нахождения коэффициенты оптимальных интерполяционных формул в пространстве $\tilde{W}_2^{(m)}(T_1)$	188
Xazratov Fazliddin Xikmatovich Talabalarning dasturlashga oid kompetensiyalarini dasturiy ilovalardan foydalanib rivojlantirishda algoritmlashning ahamiyati	190
A. Абдуллаев Алгоритм оптимального маршрута перевозки мусора	193
Ходжиев С., Аминов Х.Х., Авезов А.Х. Моделирование внутренних течения и некоторые численные результаты	194
Х.М.Шадиметов, Ф.И.Давлатова Оптимальные квадратурные формулы для приближенного вычисления интегралов Фурье	196
Жумаев Жура, Кобилов Комилжон Хамидович, Очилов Бехзод Гани огли, Самадов Бобир Баходирович Исследование теплопроводности разных материалов численным методом	197
I.T.Tojiboyev, M.E.Usmonova Dinamik elektron sxemalarda to'satdan o'zgarishlarni modellashtirishda gibrid diskret-kontinuum usullarning samaradorligi	200
Nuraliyev Farxod Abdug'aniyevich, Kuziev Shaxobiddin Sobirovich Optimal quadrature formulas of euler-maclaurin type	203
SECTION 5: APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE	
Sattarova Anaxon Abdurasulovna, Abdirimova Dilnoza Boltabayevna, Satimov G'iyos Qosim o'g'li AI algoritmlari yordamida fizik tajribalarda xatoliklarni aniqlash va tahlil	206
Faxriddin Abdirazakov Spektral usullarga asoslangan nutq signali parametrlarni hisoblash algoritmi	207

Adizova Zuhro Ma'ruf qizi Don saqlash jarayonlarida ai yordamida issiqlik-namlik monitoringi	210
Saxanova Liza Jamixatovna "Axborot texnologiyalarini kasbiy faoliyatda qo'llash" fanini o'qitishda suniy intellekttan fo'y dalinishta promtlarning o'rni	212
Babajanov Elmurod S, Kudaybergenov Tangirbergen.K. Videokuzatuv vositalari orqali auditoriya ta'lim jarayonini aqlli baholashning integratsiyalashgan tizimini yaratish	215
Temur Takhirovich Turdiyev, Nematjon Raximberganovich Otaxonov Bruteforce hujumlarini amalga oshirish uchun parol ro'yxatini samarali yaratish imkonini beruvchi veb-ilova ishlab chiqish	217
Ozoda Sabirova Shermaxamatovna Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektning ahamiyati	221
Fayziyev Muhriddin Bahriddin o'g'li Mtcnn va facenet asosida yuzni tanish orqali talabalar davomatini monitoring qilish tizimi arxitekturasini	224
M.T.To'xtasinov, X.N.Sadritdinov Genetik algoritmi arxitekturasini va ularni qo'llanilishi.	225
Маматов Нарзулло Солиджонович, Жўраев Ислонжон Абдужалилович Нейрон тармоқлар ёрдамида бўйракдаги киста патологиясини аниқлаш	229
A.Abdullaev, A.J.Kenesbayev, A.Kenesbaeva Bulutli texnologiyalarni talimda qollash va uning avzalliklari	232
Atamuradov Jamshid Jalilovich, Kurbanov Nodir Nabiyeovich Tarmoqlarni boshqarishda suniy intellekt vositalaridan foydalanish	234
G'aybnazarova Dilnoza Murotbek qizi Oliy ta'limda sun'iy intellektning ahamiyati oliy ta'limda sun'iy intellektning ahamiyati	237
Saidov Umedjon Yusuf o'g'li O'simlik bargidagi kasalliklarni bashorat qilish va unga tavsiyalar berishda sun'iy intellekt texnologiyalarining roli.	239
Hojiyev Nozimjon Yoqubovich, Saidov Umedjon Yusuf o'g'li Masofaviy ta'limda sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash	241
Turdieva Gavhar Saidovna Sun'iy intellektga asoslangan cisco emulyatorlaridan foydalanib kompyuter tarmoqlarini sozlash va boshqarish	243
Kamalova Nilufar Ixomovna, Ilyosova Mashhura Akmal qizi Python dasturlash tilida innovatsion loyihalar yaratish.	246
Atamuradov Jamshid Jalilovich Masofaviy ta'lim tizimlarida sun'iy intellektning qo'llanilishi	251
Sanjar Mirzaxalilov Sportga aloqador suyak sinishlarini aniqlash uchun chuqur o'qitish modeli	254
Sanjar Mirzaxalilov Miya o'simtalarini aniqlashda sun'iy intellekt modellaridan foydalanish	256
Sh.E.Nazarov, B.R.Ismatov, F.F.Xushnazarov Sun'iy intellekt arxitekturasini yordamiida xorijiy tilni bilish darajasini aniqlash tizimi	258
Sh.E.Nazarov, N.Y.Hojiyev, R.B.Qobilov Qishloq xo'jaligida ekin ekiladigan yer maydonlari haqidagi ma'lumotlarni boshqarish va nazorat qilish tizimi	260
Primbetov Raxmatulla Jemisbay uli Pythonda neyron tarmoq yaratish	261
Muradov R.M, Xashimov S., Ikromov Sh.Sh Raqamli texnologiya asosida paxta tozalashni vertikalqurilmasini ishlab chiqish metodikasi va uning ahamiyati	262
Raxmatov F.A., Xolmuminov O.T., Karimov N.N. Sekin ddos hujumlarga qarshi ehtimollik nazariyasiga asoslangan bayes filtr modeli	263
Шафиев Т.Р., Бобожднова М.А. Обзор математических моделей эрозии и запыления воздуха	267
Shafiyev Tursun Rustamovich, Norboyev Shaxzod Furqatovich Sun'iy intellekt asosida ma'lumotlar bazalaridagi tartiblanmagan ma'lumotlarni avtomatik tahlil qilish usullari	271
Shafiyev T.R., Igamov J.O'. Bert modeli- matnlarni semantik yaqinligini aniqlash vositasi sifatida	273

Raxmatov F.A., Xolmuminov O.T., Karimov N.N. Shap - based explanatory artificial intelligence approach: model for detecting anomalies in the network	277
K.K. Seitnazarov, A.T. Sultanbaeva Sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanib kiberhujumlarni bashorat qilish	280
Gulnora Buronova, Zubayda Barnoeva Exploring AI-powered approaches to educational assessment	283
Merajov Nurmuhammad Ikrom o'g'li Rekursiya metodining asosiy mohiyati va hozirda uning tutgan o'rni	285
Мардонов Шахриёр Зиёдулло угли Применение 3D моделирования для сохранения культурного наследия узбекистана: цифровая реконструкция архитектурных памятников	287
Ismoilov Shohimardon Muhammadjonovich, Nurliyeva Gulnora Nasirovna Tabiiy ofatlar ma'lumotlarni tahlil qilish va bashoratlashning zamonaviy usullari	289
Salimov S.S., Salimov B.S. EEG signallarini sun'iy intellekt asosida matn shakliga avtomatlashtirilgan konvertatsiya qilish tizimi	290
Айтымбетов Ю.М, Абдразакова У.А Применение цифровых технологий и искусственного интеллекта."Чат-бот ChatGPT: методы эффективного взаимодействия, ограничения и перспективы в процессе создание сайта.	294
Сайидова Назокат Сайфуллаевна Разработка программной системы цифрового оформления заказов на вынос с использованием современных ит-технологий	296
Муродова Гули Буроновна Компьютерная лингвистика в развитии искусственного интеллекта	298
Otepbergenov Jetkerbay Saqbergenovich Ta'lim jarayonida sun'iy intellektni qo'llashning axloqiy jihatlari	300

SECTION 6: CURRENT PROBLEMS OF MODERN PHYSICS

Arabov Jasur Olimboyevich Fizikadan masalalarni klassifikatsiyalash	306
Насырова Нигора Каримовна, Рузиев Сухроб Нуриддин угли Микроканоническое распределение гиббса	307
Солиев Турсунбой Иззатилло угли, Тошев Ойбек Сулаймонович, Аллаберганова Гулчехра Машариповна, Музафаров Амрулло Мустафаевич, Муминова Зайнаб Арабовна Измерение значений радиационного фона в условиях радиоактивного равновесия между ^{234}u и ^{238}u в урановых продуктах	309
Солиев Турсунбой Иззатилло угли, Тошев Ойбек Сулаймонович, Байрамали Соатович Тогаев, Аллаяров Равшан Музаффарович, Аллаберганова Гулчехра Машариповна, Музафаров Амрулло Мустафаевич, Журакулов Алишер Рустамович, Муминова Зайнаб Арабовна Изучение зависимости мощности эффективной дозы от удельной активности урансодержащих проб	311
Насырова Нигора Каримовна, Вохидова Вазирахон Шерзод кизи Кластерный распад атомных ядер	313
Хамраев Ю. Б., 2Абдурахманов М., 3Каршиев К., 4Хамраева И. О Долгосрочные вариации интенсивности космических лучей: анализ относительно базового уровня 1987 года	315
Очилов Одил, Маликов Комилжон Хомид ўғли, Абдулхафизова Наргиза Одилжон кизи Полевые и температурные исследования характеристик магнитных дифракционных решеток	318
З.И.Туксанова, Э.С.Назаров Влияние чёрных дыр на структуру пространства-времени и использование цифровых технологий для изучения в преподавании естественных наук	320

Туркменов Х.И., Маликов К.Х, Очилов О., Кулматова Г.А. Экваториальный эффект керра на трёхслойной магнитной структуре	322
Kamalova Dilnavoz Ixtiyorovna, Shomurodova Shaxzoda Akbar qizi Fizikadan “o‘tkazgichning solishtirma qarshiligini aniqlash” bo‘yicha laboratoriya ishini bajarish metodikasi	324
SECTION 7: PROBLEMS OF USING ALTERNATIVE ENERGY SOURCES AND PROMISING SOLUTIONS IONS	
Kamolov J Issiq polli isitish tizimining o‘zgaruvchilarini tahlil qilish	329
Kamolov Jo‘rabek Jalol o‘g‘li Paraboloid quyosh konsentratorlarini binolar issiqlik samaradorligini oshirishda qo‘llash.	332
Saidov Qurbon Sayfullayevich, Sattorova Gulandom Hamroqulovna “Elektrodinamika” bo‘limidan muammoli mazmundagi masalalarni tanlash	335
С. Хакимова, Ж. Жумаев, Ж. Кодиров, Ш. Мирзаев Математическая модель предварительной обработки сушки дынь	337
Nasirova Nargiza Gayratovna, Fayziyev Shaxobiddin Shavkatovich Kuchsiz magnetikda yorug‘likning yutilishi	340
Raxmatov Ilhom Ismatovich Quyosh fotoelektrik stansiyalarining samaradorligini oshirish	344
Temirov Sohob Amonovich Parabolik quyosh konsentratorini isiiqlik va texnik parametrlarini modellashtirish.	347
Maxmudova Marjona Maxsud qizi Fazaviy o‘tuvchi materiallardan foydalanib quyoshenergiyasini akkumulyatsiya qilish imkoniyatlari	349
A.B. Nusratov. U.X. Ibragimov, J.R., Qodirov Kombinatsiyalashgan quyosh quritgichlarini ishlab chiqish bo‘yicha ilmiy-tadqiqotlarning ilmiy-texnikaviy tahlili	350
Qodirova Xamidaxon Nurmuxamadovna Oliy ta‘lim tizimida “muqobil energiya manbalari ta‘minoti” fanini oqitish samaradorligini oshirish	353
Иноятова Комола Лавзаровна, Гулахмадов Аминжон Абдужаббарович Использование SWAT моделирования: для прогнозирования оценки эрозии грунта при расчёте наносов бассейне реки зарафшан	354
J.R., Qodirov, U.X. Ibragimov, A.B. Nusratov Quyosh quritgich qurilmalarining konstruksiyalari tahlili	357
Mirzayev Shavkat Mustaqimovich, Ibragimov Salim Safarovich Uzum mahsulotini tabiiy usulda (quyosh energiyasi asosida) quritish texnologiyalari	362
Mirzayev Shavkat Mustaqimovich, Ibragimov Salim Safarovich Uzum mahsulotini botanik xususiyatlari va uni quyosh energiya asosida quritish texnologiyalari	368
SECTION 8: NEW PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES IN TEACHING PHYSICS, MATHEMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGY	
Qunnazarov Amangeldi Quatbayevich Pedagogik dasturiy vositalar va ulardan foydalanish metodikasi	372
Kamolova Dilnavoz Ixtiyorovna, Nabiyeva Firuza Odil qizi, Idiboyeva Sevinch Bahodir qizi Fizikadan “bio-savar-laplas qonuni” mavzusiga doir masalalar yechish metodikasi	373
Kamalova Dilnavoz Ixtiyorovna, Nabiyeva Firuza Odil qizi, Tilavova Dilara Ikromjon qizi Fizikadan “elektr energiyasi. joul–lens qonuni” mavzusiga doir masalalar yechish metodikasi	275
Axmedov Axat Axrorovich Fizika fani o‘qituvchilarini tayyorlashning metodologik omillari	378
G‘apporov Umidjon Abdurashid o‘g‘li, Xusenov Murodjon Zohirovich Sun‘iy intellektga asoslangan o‘quv platformalarining talabalarning kasbiy kompetentligiga ta’siri	380
Amonova Sharofat Nurmaxmatovna Matematika darslarida raqamli texnologiyalardan foydalanishning metodik asoslari	382

Ahmedov Yo.O. Fizikani o'qitishda axborot texnologiyalaridan foydalanish	383
Xonqulov Ulug'bek Xursanaliyevich, Abduraupova Nixola Erkinjon qizi Visual-genetik yondashuv asosida trigonometrik formulalarni o'rganish	384
Nurulloyev Firuz No'monjonovich, Xolmurodov Behzod Botir o'g'li Sun'iy intellekt texnologiyalari yordamida bo'lajak pedagoglarni tayyorlashda innovatsion yondashuvlar	386
Mardanova Feruza Yadgarovna Talabalarining axborot kompetentligini rivojlantirishda raqamli texnologiyalarning o'rni	389
Tursunov Ikromjon Gulamjonovich, Tillaboyev Azlarxon Magbarxonovich Raqamli texnologiyalar asosida umumiy astronomiya fanini o'qitishning interaktiv va vizual yondashuvlari	390
Ismoilova Mahsuma Narziqulovna Axborot texnologiyalari fanini o'qitishda innovatsion yondashuvlar	392
To'rayeva G.H., Istamova Maftuna Ergash qizi Sun'iy intellekt texnologiyasi orqali xorijiy til o'rganuvchi talabalarining raqamli ko'nikmalarini rivojlantirish	394
Avezov Mardonbek Abdullayevich Ingliz tilini o'rgatuvchi dasturiy ta'minotni c++ builder tilida ishlab chiqish	397
Boboyeva Muyassar Norboyevna Matematikani o'qitishda pedagogik texnologiyalarni qo'llash	398
Narzullayeva Feruza Sodiqovna «Raqamli texnologiyalar asosida "matematik modellash"» fanini o'qitishning samarali metodlarini ishlab chiqish	399
Tursunov Adizjon Nurali o'g'li Bo'lajak fizika o'qituvchilarining metodik kompetentligini rivojlantirish darajalari va baholash	401
Qobilov Komiljon Hamidovich Iqtisodiy jarayonlarda matematik modellar tuzish metodikasi	404
Muradova Dildora Shuhratovna, Hamroyeva Sevara Nasriddinovna Texnologiya darslarida robototexnika bo'limini o'qitish metodikasi.	407
Jumayeva Nilufar Farmonovna Bo'lajak matematika o'qituvchilarini tayyorlashda zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalanishning ahamiyati	409
Hayitov U.H., Norova F.F. Raqamli vositalar yordamida informatika fanida talabalalarning kommunikativ kompetensiyasini rivojlantirish metodikasi	412
Qurbanov Botir Qo'ziyevich Umumiy o'rta ta'lim maktabida molekulyar fizika bo'limida raqamli texnologiyalar asosida laboratoriya ishlarini tashkil etish metodikasi	414
Sadikova Firuza Safarovna, Qahramonova Sevinch Hamid qizi Talabalarda raqamli kompetensiyalarni shakllantirishda zamonaviy texnologiyalarning roli	416
Shodiyeva Yulduz Adizjonovna O'qituvchilarda raqamli kompetensiyalarni baholash va rivojlantirish strategiyalari	418
Temirboyeva Sitara Ulug'bek qizi, B.F.Izbosarov "Moddaning issiqlik sig'imini aniqlash" mavzusini o'qitish metodikasi	420
Quranboyeva Muxarram Shavkat qizi Bo'lajak boshlang'ich sinf o'qituvchilarining mustaqil ishlash kompetensiyasini rivojlantiruvchi dasturlar	422
Убайдуллоев Алишер Нематиллоевич Использование передового международного опыта в преподавании математики.	424
Nurulloyev Firuz No'monjonovich, Mansurov Tolibjon Ziyodullo o'g'li Metodik tayyorgarlikni takomillashtirishda noan'anaviy ta'lim muhitlarining o'rni	428
Pardabayev Mardon Almuratovich, Mardiyev Fayzullo Sayfulloyevich Imkoniyati cheklangan talabalarga oliy matematika asoslarini o'qitish metodikasi (brayl alifbosi misolida)	430
Pardabayev Mardon Almuratovich Toxirova Muattar Isroil qizi O'quvchilarni matnli masalalarni yechishga o'rgatish metodikasi	431

Hayitov Umidjon Hamidovich, Hojiyev Nozimjon Yoqubovich Talabalarning kompetentligini baholashda excel dasturidan foydalanish: tizimli yondashuv	433
Kudratov Elmurod Abdukhalimovich, Soliyev Tursunboy Izzatillo ugli, Cuddapah Dhananjaya Rao Physics laboratory training through synonymous method – an innovative approach	434
Bahronova Dilshoda Mardonovna Oliy ta’limda mobil ilovalar yordamida dasturlash asoslarini bosqichma-bosqich o’rgatishga yo’naltirilgan samarali pedagogik modelni ishlab chiqish	438
Umaraliyeva Diyora Ulug’bek qizi Talabalarni teorema isbotini tahlil qilishga o’rgatishning bir usuli haqida	439
Xudayarov Sa’nat Samadovich, Safarov Fayoz Obloqulovich Ko’zi ojiz o’quvchilar uchun kombinatorika elementlari mavzusini tushuntirish usullari va metodlari	441
Yadgarova L.Dj., Ergasheva D. B. Possibilities of digital technologies in organization of educational processes in higher education institutions	442
Атаева Г.И. Прогрессивные методы обучения программированию: использование онлайн-платформ	444
Зарипова Гулбахор Камиловна, Зарипов Камол Яшинович Интерактивные методы использования искусственного интеллекта в глубоком изучении английского языка в нашем современном цифровом обществе	446
Хо’jayev Sulaymon Sultonovich Buyuk mutafakkirlarimizning zamonaviy pedagogik texnologiyalarni vujudga kelishidagi o’rni.	449
Зарипова Гулбахор Камиловна, Зарипов Камол Яшинович Опыт ученых по использованию искусственного интеллекта на уроках английского языка в высших учебных заведениях	451
Очилова Замира Шукирилловна Применение электронных средств обучения в курсе математического моделирования.	454
Садуллаева Ирода Пулатовна Возможности развития навыков математической грамотности на основе интегративного подхода	457
Хожиева Мухлиса Султоновна Цифровые технологии как катализатор развития современного образования	459

CURRENT PROBLEMS OF PHYSICS, MATHEMATICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND THEORETICAL CONFERENCE

(May 16-17, 2025)

Muharrir:	E.Eshov
Tex. muharrir:	D.Abduraxmonova
Musahhih:	M.Shodiyeva
Badiiy rahbar:	M.Sattorov

Nashriyot litsenziyasi № 022853. 04.03.2022.
Original maketdan bosishga ruxsat etildi: 16.05.2025.
Bichimi 60x84. Kegli 16 shponli. "Times New Roman" garnitura 1/16.
Elektrografik usulda. Oddiy bosma qog'ozi.
Bosma tabog'i 28. Adadi 100. Buyurtma №



KAMOLOT

“BUXORO DETERMINANTI” MCHJ
bosmaxonasida chop etildi.
Buxoro shahar Namozgoh ko'chasi 24-uy
Tel.: + 998 91 310 27 22

