ISSN 2708-955X (print)
ISSN 2709-6033 (on-line)

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
THE MINISTRY OF SCIENCE AND EDUCATION OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN

KONFRANS
MATERİALLARI

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ
CONFERENCE PROCEEDINGS

2023 № 2

SUMQAYIT - 2023

ISSN 2708-955X (print)
ISSN 2709-6033 (on-line)

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
SUMQAYIT DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
СУМГАИТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

MINISTRY OF SCIENCE AND EDUCATION AZERBAIJAN REPUBLIC
SUMGAYIT STATE UNIVERSITY

KONFRANS MATERİALLARI

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ

CONFERENCE PROCEEDINGS

2023 № 2

SUMQAYIT – 2023
СУМГАИТ – 2023
SUMGAYIT – 2023

Sumqayıt Dövlət Universiteti
Konfrans materialları

REDAKSİYA HEYƏTİ

ELXAN HÜSEYNOV	*prof., rektor (baş redaktor)*
RAMAZAN MƏMMƏDOV	*prof., elm və innovasiyalar üzrə prorektor, (baş redaktor müavini)*
ƏKBƏR AĞAYEV	*prof. (təbiət və texniki elmlər bölməsi üzrə məsul katib)*
NİGAR İSGƏNDƏROVA	*prof., (sosial və humanitar elmlər bölməsi üzrə məsul katib)*

Сумгаитский государственный университет
Материалы конференций

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ЭЛЬХАН ГУСЕЙНОВ	*проф., ректор (главный редактор)*
РАМАЗАН МАМЕДОВ	*проф., проректор по науке и инновациям (заместитель главного редактора)*
АКПЕР АГАЕВ	*проф. (ответственный секретарь раздела естественных и технических наук)*
НИГЯР ИСКЕНДЕРОВА	*проф., (ответственный секретарь раздела социальных и гуманитарных наук)*

Sumgayit State University
Conference proceedings

EDITORIAL BOARD

ELKHAN HUSEYNOV	*prof., rector (chief editor)*
RAMAZAN MAMMADOV	*prof., vice-rector for science and innovations, (deputy chief editor)*
AKBAR AGAYEV	*prof. (executive secretary of the department of natural and technical sciences)*
NIGAR ISGANDAROVA	*prof., (executive secretary of the department of social and humanitarian sciences)*

RİYAZİYYATIN NƏZƏRİ VƏ TƏTBİQİ PROBLEMLƏRİ

III BEYNƏLXALQ ELMİ KONFRANS
(25–26 aprel 2023-cü il)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАТЕМАТИКИ

III МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
(25-26 апреля 2023 год)

THEORETICAL AND APPLIED PROBLEMS OF MATHEMATICS

III INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
(April 25-26, 2023)

TƏŞKİLAT KOMİTƏSİ *** ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ *** ORGANIZING COMMITTEE

Həmsədrlər

Hüseynov E.B.	Sumqayıt Dövlət Universitetinin rektoru, professor
Mərdanov M.C.	Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun baş direktoru, AMEA-nın müxbir üzvü

Sədr müavinləri

Məmmədov R.S.	SDU-nun Elm və innovasiyalar üzrə prorektoru, professor
Axundov Ə.Y.	Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun direktor müavini, professor

Üzvlər

Talıbov N.H.	SDU-nun Tədrisin təşkili və təlim texnologiyaları üzrə prorektoru, dosent
Atayev Q.N.	SDU-nun Beynəlxalq əlaqələr üzrə prorektoru, dosent
Xəlilov E.Ş.	SDU-nun Sosial məsələlər və ictimaiyyətlə əlaqələr üzrə prorektoru, dosent
Hacıyev N.İ.	SDU-nun İqtisadi məsələlər üzrə prorektoru
Məmmədov Ə.A.	SDU-nun Ümumi işlər üzrə prorektoru
Hüseynov Z.Q.	SDU-nun rektorunun müşaviri, dosent
Həsənova X.S.	SDU-nun Riyaziyyat fakültəsinin dekanı, dosent
Feyziyev F.G.	SDU-nun Diferensial tənliklər və optimallaşdırma kafedrasının müdiri, professor
Qurbanov N.T.	SDU-nun Riyazi analiz və funksiyalar nəzəriyyəsi kafedrasının müdiri, professor
Mustafayev V.A.	SDU-nun İnformatika kafedrasının müdiri, professor
Hüseynov A.H.	SDU-nun İnformasiya texnologiyaları və proqramlaşdırma kafedrasının müdiri, professor
Heydərova M.N.	SDU-nun Riyaziyyatın tədrisi metodikası kafedrasının müdiri, dosent
Babacanova V.H. (*məsul katib*)	SDU-nun Riyazi analiz və funksiyalar nəzəriyyəsi kafedrasının dosenti
Əsgərova A.X. (*məsul katib*)	Riyaziyyat və Mexanika İnstitutunun Funksiyalar nəzəriyyəsi şöbəsinin kiçik elmi işçisi
Xəlilov S.A.	SDU-nun Doktorantura və magistratura şöbəsinin müdiri, dosent
Orucov S.K.	SDU-nun Elmi hissəsinin müdiri, dosent
Fətullayeva S.A.	SDU-nun Beynəlxalq əməkdaşlıq və əcnəbi tələbələr şöbəsinin müdiri
Cəlilli N.M.	SDU-nun Mətbuat və ictimaiyyətlə əlaqələr xidməti şöbəsinin müdiri
Abdullayev A.N.	SDU-nun Linqvistik Mərkəzinin rəhbəri
İsmayılov F.B.	SDU-nun İnformasiya Texnologiyaları Mərkəzinin direktoru

PROQRAM KOMİTƏSİ *** ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ *** PROGRAM COMMITTEE

Əminağa Sadıqov	professor	Azərbaycan
Ramiz Alıquliyev	professor	Azərbaycan
Kamil Aydazadə	professor	Azərbaycan
Knyaz Məmmədov	professor	Azərbaycan
Allahverdi Həsənov	professor	Azərbaycan
Rövşən Hümbətəliyev	professor	Azərbaycan
İlqar Məmmədov	professor	Azərbaycan
Araz Fərəcov	professor	Azərbaycan
Əbülfət Pələngov	professor	Azərbaycan
Məhəmməd Əhmədov	professor	Azərbaycan
Cavanşir Məmmədov	professor	Azərbaycan
Ələsgər İsgəndərov	professor	Azərbaycan
Qabil Yagubov	professor	Türkiyə
Əlimxan Mahmudov	professor	Türkiyə
Jalə İpək	professor	Türkiyə
Tarık Kışla	professor	Türkiyə
Urfat Nuri	professor	Türkiyə
Yalçın Əfəndiyev	professor	Amerika
Məsud Əfəndiyev	professor	Almaniya
Tamaz Tadumadze	professor	Gürcüstan
Kamil Sabitov	professor	Rusiya
Məhəmməd Məhəmmədov	professor	Rusiya
Rafiq Ağayev	professor	Rusiya
Elfat Qaleyev	professor	Rusiya
Şəhla Hüseynzadə	dosent	Azərbaycan
İlqar Səfərli	dosent	Azərbaycan
Əbdürrəhim Quliyev	dosent	Azərbaycan
Mətləb Ağayarov	dosent	Azərbaycan

PLENAR İCLAS

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

PLENARY SESSION

О КОРРЕКТНОСТИ ПОСТАНОВКИ НАЧАЛЬНО–ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ВЫРОЖДАЮЩЕГОСЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

Сабитов К.Б.

Институт математики с вычислительным центром УФИЦ РАН, г. Уфа;
Стерлитамакский филиал Уфимского университета науки и технологий, г. Стерлитамак, Россия
sabitov_fmf@mail.ru

***Ключевые слова**: уравнение теплопроводности, вырождение, начально–граничная задача, единственность, существование.*

В связи с изучением краевых задач для уравнений смешанного типа, в частности, задачи Трикоми, возник интерес к изучению эллиптических, параболических и гиперболических уравнений, вырождающихся на части границы области задания таких уравнений. Статья М.В. Келдыша [1], опубликованная в 1951 году, положила начало целого направления изучения краевых задач для вырождающихся дифференциальных уравнений в частных производных второго порядка и выше. В монографиях [2], [3] приведен достаточно полный обзор работ, посвященных изучению граничных задач (Дирихле, Неймана и др.) для дифференциальных уравнений с частными производными с неотрицательной характеристической формой, задачи Коши для вырождающихся гиперболических и параболических уравнений. В работах [3, с. 16], [4] отмечены и нерешенные проблемы. Одной из них является изучение начально-граничных задач для вырождающихся параболических уравнений, в частности, для уравнения теплопроводности.

Рассмотрим уравнение теплопроводности с переменными коэффициентами

$$t^n u_{xx} - x^m u_t = 0,$$

где n и m – вещественные постоянные и одновременно в нуль не обращаются. Добавим к этому уравнению возмущающее слагаемое $bx^m t^n u$, здесь b – произвольная постоянная, и приравняем к функции $x^m F(x,t)$, т.е. будем изучать следующее параболическое уравнение:

$$Lu = t^n u_{xx} - x^m u_t - bx^m t^n u = x^m F(x,t) \tag{1}$$

в области $D = \{(x,t) \mid 0 < x < l,\ 0 < t < T\}$, где $l > 0$, $T > 0$ – заданные вещественные постоянные, и поставим следующие начально-граничные задачи в зависимости от значений параметров n и m.

Задача 1. Пусть $n > -1$, $m > -2$. Найти в области D функцию $u(x,t)$, удовлетворяющую условиям:

$$u(x,t) \in C(\overline{D}) \cap C_x^1(\overline{D}) \cap C_{x,t}^{2,1}(D), \quad u_{xx}, u_t \in L[0,l]; \tag{2}$$

$$Lu \equiv x^m F(x,t),\ (x,t) \in D; \tag{3}$$

$$u(0,t) = u(l,t) = 0, \quad 0 \le t \le T; \tag{4}$$

$$u(x,0) = \varphi(x), \quad 0 \le x \le l, \tag{5}$$

где $F(x,t)$ и $\varphi(x)$ – заданные достаточно гладкие функции, $\varphi(0) = \varphi(l) = 0$.

Запись $u_{xx},\ u_t \in L[0,l]$ означает, что производные u_{xx} и u_t интегрируемы по x на $[0,l]$ при любом $t \in (0,T)$.

Задача 2. Пусть $n > -1$, $m \leq -2$. Найти в области D функцию $u(x,t)$, удовлетворяющую (2), (3), (5) и

$$u(l,t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T.$$

Отметим, что в постановке задачи 2 граница $x = 0$ области D освобождается от граничного условия $u(0,t) = 0, \ 0 \leq t \leq T.$ как в работе [1]. Ранее уравнения типа (1) при $n > 0$ и $m = 0$ изучались в работах [5, с. 52–57], [6] в связи с обоснованием корректности постановки начально-граничных задач.

В этой работе, следуя статье [1], исследуются на корректность постановки задач 1 и 2 в зависимости от значений показателей степени вырождения n и m уравнения (1) на прямых $t = 0$ и $x = 0$.

Решение задачи 1 построено в явном виде при всех $n > -1$, $n \neq 0$ и $m > -2$, $m \neq 0$ как сумма ряда по ортогональной системе функций Бесселя в пространстве $L_2(0,l)$ с весом x^m. Единственность решения доказана на основании свойства полноты построенной системы собственных функций. Приведено обоснование сходимости ряда в классе функций (2).

При $n \leq -1$, $m > -2$ показана некорректность задачи 1. В этом случае построенные частные решения $u_k(x,t)$ при $t \to 0$ или $k \to \infty$ стремятся к бесконечности.

При $n > -1$ и $m = -2$ исследована задача 2. Для решения этой задачи получено интегральное представление и методом интегральных тождеств доказана теорема единственности.

При $n > -1$ и $m < -2$ решение задачи 2 построено в виде суммы ряда. Единственность установлена методом интегральных тождеств.

Литература

1. Келдыш М.В. О некоторых случаях вырождения уравнений эллиптического типа // ДАН. 1951. Т.77, 2. С. 181–183.
2. Смирнов М.М. Вырождающиеся эллиптические и гиперболические уравнения. М.: Наука, 1966. 292 с.
3. Олейник О.А., Радкевич Е.В. Уравнения с неотрицательной характеристической формой. М.: МГУ, 2010. 360 с.
4. Kohn J.J., Nirenberg L. Degenerate elliptic-parabolic equations of second order // Comm. Pure Appl. Math. 1967. V. 20. P. 797–872.
5. Нахушев А.М. Задачи со смещением для уравнений в частных производных. М.: Наука, 2006. 287 с.
6. Pagani C.D. On the parabolic equation and a related one // Ann. mat. pura ed appl. 1974. V. 99. 4. p. 333 – 339.

XÜLASƏ

DEGENERASİYA OLUNAN İSTİLİK TƏNLİYİ ÜÇÜN İLKİN SƏRHƏD PROBLEMİNİN DÜZGÜNLÜYÜ HAQQINDA

Sabitov K.B.

Açar sözlər: *istilikkeçiricilik tənliyi, degenerasiya, ilkin sərhəd problemi, unikallıq, varlıq*

Düzbucaqlı bir ərazidə degenerasiya olunan istilikkeçiricilik tənliyi üçün işdə ilkin sərhəd probleminin düzgünlüyü araşdırılır. Düzgün bir quruluş halında həllin unikallığı, mövcudluğu və sabitliyi teoremləri sübut edilmişdir.

SUMMARY

ON THE CORRECTNESS OF THE FORMULATION OF THE INITIAL BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE DEGENERATE HEAT EQUATION

Sabitov K.B.

Key words*: heat equation, degeneracy, initial-boundary value problem, uniqueness, existence*

In this work, for a degenerate heat equation in a rectangular region, the correctness of the formulation of the first initial-boundary problem is investigated. In the case of a correct formulation, theorems of uniqueness, existence, and stability of the solution are proved.

OPTIMAL CONTROL OF ELLIPTIC DIFFERENTIAL INCLUSIONS WITH MIXED BOUNDARY CONDITIONS

[1]Mahmudov E.N., [2]Mardanov M.J.
[1]Istanbul Technical University, Istanbul, Turkey
[2]Institute of Mathematics and Mechanics, Baku, Azerbaijan
misirmardanov@yahoo.com

Keywords: *discrete-approximate, elliptic differential inclusion, Neumann, mixed, necessary and sufficient conditions.*

This paper deals with the Neumann problem for discrete, discrete-approximate problems and elliptic differential inclusions. Then using the obtained results for discrete inclusions and equivalence theorems in the form of Euler-Lagrange inclusions necessary and sufficient conditions for optimality are derived for the problems under consideration. The results are generalized to mixed problems, where in different parts of the domain of a set-valued mapping, the Neumann and Dirichlet conditions are satisfied separately. In turn, the mixed problem is generalized to the multidimensional case with a second order elliptic operator.

The past decade has seen an ever more intensive development of the theory of extremal problems concerned by ordinary and partial differential inclusions [1-12]. A great many problems in economic dynamics, as well as classical problems on optimal control in vibrations, chemical, engineering, heat, diffusion processes, differential games, and so on, can be reduced to such investigations. We use difference approximations of partial derivatives to approximate the Neumann and the mixed problems for elliptic DFIs and derive necessary and sufficient optimality conditions for a discrete approximate problem that requires some equivalence results to pass to the latter. Then we consider a multidimensional optimal control problem for elliptic DFIs with a second-order elliptic operator and Neumann boundary conditions. When proving the optimality conditions formulated in terms of the second-order adjoint operator, the familiar Green's formula is used. We consider also the extension of the Neumann type problem to a mixed problems with an arbitrary bounded set and its closed piecewise smooth curve, where the Dirichlet and Neumann boundary conditions hold separately along the two curves of the boundary curve. In fact, this generalization is the main result of this article, and for the proof of the optimality condition in it, the Neumann problem for elliptic DFIs plays an important auxiliary role. For the convenience of readers, we present the main information from the book [6]. Henceforth, $\langle u_1, u_2 \rangle$ will denote the scalar product of the elements of *n*-dimentional Euclidian space. A set-valued mapping $F : \mathbb{R}^n \rightrightarrows \mathbb{R}^n$ is convex.

The set-valued mapping $F^*(\cdot;(u,v)) : \mathbb{R}^n \rightrightarrows \mathbb{R}^n$ defined by the formula $F^*(v^*;(u,v)) = \left\{u^* : (u^*, -v^*) \in K_F^*(u,v)\right\}$ and is called the locally adjoint mapping to *F* at the point $(u,v) \in gph\, F$, where $K_F^*(u,v)$ is the dual to the cone $K_F(u,v)$.

We study different mixed optimization problems for partial elliptic type DFIs. First, we consider the problem with a Neumann boundary condition

$$\begin{aligned} &\text{minimize } J[u(x,y)] := \iint_G g(u(x,y),x,y)dxdy, \\ &\Delta u(x,y) \in F(u(x,y),x,y),\ (x,y) \in G \subset \mathbb{R}^2, \\ &\frac{\partial u(x,y)}{\partial \upsilon} = \alpha(x,y),\ (x,y) \in S, \end{aligned} \tag{1}$$

Here Δ is a Laplace's operator $G \subset \mathbb{R}^2$ is bounded region, which has a closed piecewise-smooth simple curve S as its boundary, $g(\cdot,x,y) : \mathbb{R}^n \to \mathbb{R}^1$ is a continuous convex function, $\alpha(x,y)$ is continuous. The problem is to find a classical solution $\tilde{u}(x)$ of the boundary value problem (5), (7) that minimizes $J[u(\cdot)]$.

The subject of the further research is in the following multidimensional optimal control problem for elliptic DFIs:

$$\text{minimize } J[u(\cdot)] := \int_G g(u(x),x)dx,$$

$$Lu(x) \in F(u(x),x),\ x \in G \subset \mathbb{R}^n \tag{2}$$

$$\frac{\partial u(x)}{\partial \upsilon} = \alpha(x),\quad x \in S,$$

$$Lu := \sum_{i,j=1}^{n} \left(a_{ij}(x) u_{x_j} \right)_{x_i} + \sum_{i=1}^{n} b_i(x) u_{x_i} + c(x)u,\ a_{ij}(x) \in C^1(\overline{G}),\ b_i(x) \in C^1(\overline{G}),\ c(x) \in C(\overline{G}),$$

where $\|a_{ij}(x)\|$ is a positively definite matrix, $C(\overline{G})$ and $C^1(\overline{G})$ are the spaces of continuous and continuously differentiable functions in G, respectively. Let $C^2(G)$ be the space of functions $u(x)$ having continuous second-order derivatives $u_{x_i x_j}, i, j = 1,...,n$.

A function $u(x)$ in $C^2(G) \bigcap C(\overline{G})$, that satisfies the elliptic DFIs in G and the Neumann boundary condition we call a classical solution of the problem.

Assume that the conditions are satisfied:

(*a*) $\Delta u^*(x,y) \in F^*\left(u^*(x,y); \left(\tilde{u}(x,y), \Delta\tilde{u}(x,y)\right), x, y\right) - \partial g(\tilde{u}(x,y), x, y),\ (x,y) \in G$

(*b*) $\dfrac{\partial u^*(x,y)}{\partial \upsilon} = 0,\ (x,y) \in \partial G,$ where ∂G is the boundary of the region G.

Theorem 1 *Let $g(\cdot,x,y)$ be a continuous proper convex function and $F(\cdot,x,y)$ be a convex set-valued mapping. Then, for a solution $\tilde{u}(x)$ to be optimal in problem (1), it suffices that there exists a classical solution $u^*(x,y)$ such that conditions (a),(b) hold.*

Theorem 2 *Suppose $g(\cdot,x)$ is a continuous proper convex function and $F(\cdot,x)$ is a convex closed mapping. Then for optimality of a solution $\tilde{u}(x)$ in the problem (2) it is sufficient that there exists a classical solution $u^*(x)$ of the following problem :*

(i) $$L^*u^*(x) \in F^*\left(u^*(x); \left(\tilde{u}(x), L\tilde{u}(x)\right), x\right) - \partial g((\tilde{u}(x), x),\ x \in G,$$

(ii) $$L\tilde{u}(x) \in F(\tilde{u}(x), u^*(x), x),\ \frac{\partial u^*(x)}{\partial \upsilon} = 0,\ x \in S.$$

Here S is a closed piecewise-smooth boundary of G, *L^* is the operator adjoint to L :*

$$L^*u^*(x) := \sum_{i,j=1}^{n} \frac{\partial}{\partial x_i}\left(a_{ij}(x) \frac{\partial u^*(x)}{\partial x_j} \right) - \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial}{\partial x_i}\left(b_i(x) u^*(x) \right) + c(x)u^*(x),$$

Consider the following problem:

$$\text{minimize } J[u(x,y)] = \iint_G g(u(x,y),x,y)dxdy\ ,$$

$$\Delta u(x,y) = Au(x,y) + Bw(x,y),\ w(x,y) \in U, \tag{3}$$

$$u(x,y) = \beta(x,y),\ (x,y) \in \overline{\Gamma}_1;\ \frac{\partial u(x,y)}{\partial \upsilon} = \alpha(x,y),\ (x,y) \in \Gamma_2 = \Gamma \setminus \overline{\Gamma}_1,$$

where A and B are $n \times n$ and $n \times r$ matrices, $G \subset \mathbb{R}^2$ is a bounded set with closed piecewise-smooth curve $\Gamma = \overline{\Gamma}_1 \bigcup \Gamma_2$, $U \subset \mathbb{R}^r$ is a convex compact and $g(\cdot,x,y)$ is continuously differentiable function.

Theorem 3 *A solution $\tilde{u}(x)$ corresponding to the control function $\tilde{w}(x,y)$ is optimal in the linear control problem (3) if there exists a solution $u^*(x,y)$ satisfying the following conditions:*

$$\Delta u^*(x,y) = A^* u^*(x,y) - g'(\tilde{u}(x,y),x,y)\ ,\ \ (x,y)\in G$$

$$u^*(x,y) = 0,\ (x,y)\in\bar{\Gamma}_1,\ \ \frac{\partial u^*(x,y)}{\partial \upsilon} = 0,\ (x,y)\in\Gamma_2,$$

$$\left\langle B\tilde{w}(x,y), u^*(x,y)\right\rangle = \max_{w\in U}\left\langle Bw, u^*(x,y)\right\rangle.$$

References

1. Aubin J.P., Frankowska H., *Hyperbolic Systems of partial differential inclusion* , Normale di Pisa 18(1991) , pp.,541-562.
2. Azzam D.L., Makhlouf A., Thibault L. On perturbed sweeping process, Appl. Anal., 95 (2) (2016) 303-322.
3. Loewen P.D., Rockafellar R.T. Bolza problems with general time constraints, SIAM J. Contr. Optim., 35(6) (1997) 2050-2069.
4. Mahmudov E.N. Approximation and Optimization of Higher order discrete and differential inclusions, Nonlin. Diff. Equt. Appl.(NoDEA), 21 (2014) 1-26.
5. Mahmudov E.N. Necessary and sufficient conditions for discrete and differential inclusions of elliptic type, J. Math. Anal. Appl., 323 (2006) 768-789.
6. Mahmudov E.N. Approximation and Optimization of Discrete and Differential Inclusions. Elsevier, Boston, USA, 2011.
7. Mahmudov E.N., Mardanov M.J. On duality in optimal control problems with second-order differential inclusions and initial-point constraints, Proc. Inst. Math. Mech. Natl. Acad. Sci. Azerb. 46 (2020) 115-128.
8. Mahmudov E.N., Mardanov M.J. Infimal Convolution and Duality in Convex Mathematical Programming, Proceedings of the Institute of Mathematics and Mechanics 48 (1), (2022), 50-62.
9. Mahmudov E.N., Mardanov M.J. Optimization of the Nicoletti Boundary Value Problem for Second-order Differential Inclusions, Proceedings of the Institute of Mathematics and Mechanics, 2023, 1-13.
10. Mahmudov E.N. Optimal Control of Higher Order Differential Inclusions with Functional Constraints, ESAIM: COCV, DOI: https://doi.org/10.1051/ cocv/ 2019018.
11. Mahmudov E.N. Optimization of Mayer Problem with Sturm–Liouville-Type Differential Inclusions, J. Optim. Theory Appl., 177 (2018) 345-375.
12. Mordukhovich B.S. Variational Analysis and Generalized Differentiation, I: Basic Theory; II: Applications, Grundlehren Series (Fundamental Principles of Mathematical Sciences), Vol. 330 and 331, Springer, 2006.

XÜLASƏ

ELLİPTİK DİFERENSİAL DAXİL OLMALARIN QARIŞIQ SƏRHƏD ŞƏRAİTİ İLƏ OPTİMAL İDARƏEDİLMƏSİ

Mahmudov E.N., Mərdanov M.C.

Açar sözlər: *diskret-aproksimasiya, elliptik diferensial daxilolma, Neumann, qarışıq, zəruri və kafi şərtlər.*

Məqalə diskret, diskret-təxmini problemlər və elliptik diferensial daxilolmalar (DFI) üçün Neuman problemindən bəhs edir. Sonra əldə edilmiş nəticələrdən diskret daxilolmalar və Eyler-Laqranj şəklində ekvivalentlik teoremlərindən istifadə etməklə baxılan məsələlər üçün optimallıq üçün zəruri və kafi şərtlər çıxarılır. Nəticələr qarışıq məsələlərə ümumiləşdirilir, burada çoxluq qiymətli inikasların domeyin sərhədinin müxtəlif hissələrində Neyman və Dirixlet şərtləri ayrı-ayrılıqda ödənilir. Qarışıq məsələ öz növbəsində ikinci tərtib elliptik operatorla çoxölçülü hala ümumiləşdirilir.

РЕЗЮМЕ

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЛИПТИЧЕСКИМИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ СО СМЕШАННЫМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ

Махмудов Э.Н., Марданов М.Дж.

Ключевые слова*. Дискретно-приближенное, эллиптическое дифференциальное включение, Нейман, смешанные, необходимые и достаточные условия.*

В статье рассматривается проблема Неймана для дискретных, дискретно-аппроксимационных задач и эллиптических дифференциальных включений. Затем с использованием полученных результатов для дискретных включений и теорем эквивалентности в виде включений Эйлера-Лагранжа выводятся необходимые и достаточные условия оптимальности для рассматриваемых задач. Результаты обобщаются на смешанные задачи, где в разных граничных частях области многозначного отображения условия Неймана и Дирихле выполняются по отдельности. В свою очередь смешанная задача обобщается на многомерный случай с эллиптическим оператором второго порядка.

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА ПЕРЕЧИСЛЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ПРЯМОУГОЛЬНИКА ПЛИТКАМИ

[1]Магомедов А.М., [2]Лавренченко С.А.
ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный университет», Махачкала, Россия
ФГБОУ ВО «Российский государственный университет туризма и сервиса», Москва, Россия
Институт сервисных технологий (Подольск, Россия)
magomedtagir1@yandex.ru ; lawrencenko@hotmail.com

***Ключевые слова**: профиль, прямоугольник, динамическое программирование, оптимизация.*

Введение. (*Работа выполнена при поддержке Отдела математики и информатики ДФИЦ РАН)*

Количество всевозможных покрытий прямоугольника $M(m \times n)$ заданных размеров m (ширина) и n (высота) плитками 1×2, каждую из которых можно уложить горизонтально или вертикально, обозначим через $\tau(m, n)$.

Задача подсчета $\tau(m, n)$ эквивалентна задаче комбинаторики о подсчете числа способов покрытия системы точек двумерной решетки изолированными отрезками, другими словами – задаче подсчета совершенных паросочетаний в решетчатом графе. Задача возникает в прикладных вопросах физики и химии. Например, некоторые классы химических соединений успешно синтезируются только тогда, когда графы соединений в топологической модели молекулы имеют совершенное паросочетание, а компоненты некоторых семейств соединений тем стабильнее, чем больше совершенных паросочетаний в их графах [12]. Как указано в [14], впервые задача о покрытии системы точек отрезками упоминается в [1]. Отметим, что решение было получено авторами [2], [5] одновременно и независимо (причем одним и тем же методом) в связи с исследованиями вопросов термодинамики потоков жидкости.

Операции с плавающей запятой затрудняют точные вычисления по формуле (1), полученной в [2], [5]:

$$\tau(m,n) = 2^{mn/2} \prod_{j=1}^{m} \prod_{k=1}^{n} \left(\cos^2 \frac{\pi j}{m+1} + \cos^2 \frac{\pi k}{n+1} \right)^{\frac{1}{4}}; \qquad (1)$$

некоторые подробности приведены в [13].

Различным аспектам задачи посвящен ряд публикаций в научных журналах (см., например, [3], [4], [6], [14]); отметим, что в [9, глава 7] задача рассмотрена в качестве приложения производящих функций. Для небольших m и n задача была предложена на VI Всероссийской олимпиаде школьников по информатике [7], [8], [11],

В разделе 1 статьи приводится известный подход к решению, который встречается в статьях и электронных ресурсах под названием «Динамическое программирование по профилю» (см., например, [14]). В разделе 2 рассмотрены вопросы оптимизации памяти и скорости вычислений, возникающие при реализации решения средствами языков программирования.

1. Рекуррентная формула

1.1. Поскольку при нечетных m и n, очевидно, $\tau(m, n) = 0$, будем считать, что хотя бы одно из m и n четно; припишем это свойство параметру m. При покрытии прямоугольника условимся придерживаться *правила хронологического покрытия*: из двух плиток раньше укладывается та плитка, которая ближе к основанию прямоугольника.

В каждый момент времени состояние клеток любой строки будем записывать в виде -разрядного "битового образа", где бит с номером j равен 1, если j-я клетка строки покрыта плиткой, 0 – в противном случае; $j = 0,1,\ldots,m-1$.

Обозначим через t_i наименьший момент времени, когда в результате укладки очередной плитки оказалась покрытой последняя из непокрытых клеток g строки $i-1$. Битовый образ строки i в момент времени t_i будем называть -*профилем*; если i-*профиль* q покрытия переходит в его (i+1)-профиль p, профили p и q называются *совместимыми.*

1.2. Если количество покрытий части исходного прямоугольника с высотой i и с -профилем q обозначить через $a[i, q]$, то для фиксированного $(i+1)$-профиля p, $a[i+1, p]$ равно сумме всех $a[i, q]$, где q пробегает множество всех $i-$профилей, совместимых с p:

$$a[i+1, p] = \sum_{\substack{\text{По всем } q=0,\ldots,2^m-1, \\ \text{совместимым с } p}} a[i, q], \qquad (2)$$
$$i = 1,\ldots,n;\ p = 0,\ldots,2^m-1.$$

Формула (2) приведена в ряде источников, например, в [13] и [14], с важным уточнением, что искомым результатом будет число $a[n+1,0]$, а не $a[n, 2^m-1]$.

Однако компьютерные вычисления по формуле (2) сопряжены с проблемами низкой скорости вычислений и нехватки памяти.

2. Шаги по оптимизации вычислений

2.1. В (2) предполагается многократная проверка совместимости профилей p и q.

Сохранение в бинарной матрице F результата проверки каждой пары $q, p \in \{0, 1, \dots, 2^m - 1\}$ на совместимость ($F[q,p] = 1$ или 0 в зависимости от результата проверки) позволяет привести формулу (2) к виду

$$a[i+1,p] = \sum_{q=0,\dots,2^m-1} a[i,q] \cdot F[q,p]. \qquad (3)$$

Для эффективного заполнения матрицы F предлагается следующий критерий:

для совместимости профилей q и p необходимо и достаточно выполнение следующих двух условий: 1) *побитовое произведение q и p равно 0;* 2) *побитовая сумма q и p не содержит 0-серий нечетной длины*.

Из соображений краткости текста мы не вдаемся в многочисленные подробности: свойство симметрии, позволяющее ограничиться хранением верхнего треугольника матрицы F; равенство нулю всех элементов ниже побочной диагонали матрицы, что позволяет сократить выделяемую память еще 2 раза, и др.

2.2. Предусмотренное в (2) использование матрицы a размеров $n \times 2^m$ служит причиной проблем с памятью, когда n достигает больших значений (в наших вычислительных экспериментах -- 100000-200000). Вместо матрицы a предлагается использовать два одномерных массива, играющих роль двух последовательных строк (i и $i+1$) матрицы a.

2.3. Естественным продолжением последовательной оптимизации процесса вычисления $\tau(m,n)$ является ограничение области рассмотрения лишь реализуемыми профилями. Приведем один из результатов в этом направлении.

Если из верхней строки исходного прямоугольника $M(m \times n)$ вырезано четное число k клеток так, что 1) *никакие две из оставшихся $m-k$ клеток строки не являются соседними;* 2) *все серии вырезанных клеток имеют нечетные длины,*

то для существования покрытия у полученной фигуры необходимо выполнение неравенства:

$$2 \cdot (m-k) \leq n.$$

Литература

1. Fowler R. H., Rushbrooke G. S., Statistical Theory of Perfect Solutions, Trans. Faraday Soc., 33 (1937), 1272-1294.
2. Kasteleyn P. W. The statistic of dimers on a lattice I: The number of dimer arrangements on quadratic lattice // Physica. 1961. Vol. 27. P. 1209–1225.
3. Klarner D. and Pollack J. Domino tilings of rectangles with fixed width // Discrete Mathematics, 1980. Vol. 32. P. 45–52.
4. Read Ronald C. A note on tiling rectangles with dominoes // Fib. Q., 1980. Vol. 18. No. 1. P. 24–27.
5. Temperley H. N. V. and Fisher M. E. Dimer problem in statistical mechanics — an exact result // Phil. Mag. 1961. Vol. 6. P. 1061–1063.
6. Valiant L. G. The complexity of computing the permanent // Theoretical Computer Science. 1979. V. 8. P. 189–201.
7. Василевский Б. Динамическое программирование по профилю // Московские учебно-тренировочные сборы по информатике. Весна–2006, с. 100-115 / Под ред. В. М. Гуровица. — М.: МЦНМО, 2007. — 194 с.
8. Волченков С. Г. Задача «Паркет» // Информатика и образование. 1994. № 3. С. 52–54.
9. Грэхем Р., Кнут Д., Паташник О. Конкретная математика. Основание информатики: Пер. с англ.– М.: Мир, 1998. – 703 с.
10. Караваев А. М., Перепечко С. Н. Задача о димерах на цилиндрах: рекуррентные соотношения и производящие функции // Математическое моделирование, 2014. Том 26. № 11. С. 18–22.
11. Кирюхин В. М. VI Всероссийская олимпиада школьников по информатике // Информатика и образование. 1994. № 3. С. 47–50.
12. Ловас Л., Пламмер М. Прикладные задачи теории графов. Теория паросочетаний в математике, физике, химии. – М.: Мир, 1998. – 653 с.

13. Магомедов А.М., Магомедов Т.А., Лавренченко С.А. Взаимно-рекуррентные формулы для перечисления разбиений прямоугольника // Прикладная дискретная математика, 2019. № 46. С. 108–121.
14. Эллиот В. Монтролл. Статистика решеток // Прикладная комбинаторная математика. Сборник статей под редакцией Э. Беккенбаха. – М.: Мир, 1968.

XÜLASƏ
DÜZBUCAQLI ÖRTÜKLƏRİN PLİTƏLƏRLƏ SAYILMASI ALQORİTMİNİN DƏYİŞDİRİLMƏSİ
Maqomedov A.M., Lavrenchenko S A.

Açar sözlər: *profil, düzbucaqlı, dinamik proqramlaşdırma, optimallaşdırma*

Məqalədə profilə görə dinamik proqramlaşdırma metodu ilə ixtiyari tam ölçülü düzbucaqlının bölmələrini sadalamaq probleminin həllinin optimallaşdırılması məsələləri müzakirə olunur. Fibonacci nömrələri ilə əlaqə araşdırıldı, alqoritmin sürət və yaddaşla optimallaşdırılması məsələləri həll edildi, hesablama təcrübələri nəticəsində dimerik ədədlərin ondalık qeydində rəqəmlərin paylanması nümunəsi aşkar edildi, profillərin yaxınlığı meyarı formalaşdırıldı.

SUMMARY
MODIFICATION OF THE ALGORITHM FOR ENUMERATING RECTANGLE COVERINGS BY TILES
Magomedov A.M., Lavrenchenko S.A.

Keywords: *profile, rectangle, dynamic programming, optimization.*

The article deals with the optimization of solving the problem of enumerating the partitions of a rectangle of arbitrary integer sizes by the method of dynamic programming according to the profile. The connection with Fibonacci numbers is investigated, the issues of optimization of the algorithm in terms of speed and memory are solved, as a result of computational experiments, the regularity of the distribution of digits in the decimal notation of dimeric numbers is revealed, the criterion of proximity of profiles is formulated.

A CLUSTERING METHOD WITH MULTI-LABELING USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION FOR TEXTS IN TURKISH

[1]Kayahan S., [2]Günel K., [3]Nuriyev U.
[1]Department of Computer Science, Institude of Science,Ege University, İzmir, Turkey
[2]Math Department, Aydın Adnan Menderes University, Aydın, Turkey
[3]Math Department, Ege University, İzmir, Turkey
selcan.kayahan@gmail.com, kgunel@adu.edu.tr, urfat.nuriyev@ege.edu.tr

Keywords: *heuristic text segmentation, multi-labeling, particle swarm optimization, educational technology*

In this study, it is aimed to extract learning concepts from educational content, to segment educational content into text blocks with semantic integrity, and to label paragraphs containing multiple learning concepts. The Art History book, which was shared as open access by the Ministry of National Education, was used. Natural Language Processing and heuristic clustering methods are used. After applying Principal Component Analysis on feature vectors, Particle Swarm Optimization clustering technique was applied. Text blocks and concepts in the book are labeled by the expert. The weighted mean squared error is calculated by comparing expert opinions and system outputs.

INTRODUCTION

People perceive and understand objects, events and phenomena through concepts. A person's each experience means the restructuring of concepts, thus scenes, schemas and networks of meaning [1]. In this study, an educational document is separated into text blocks and each text block is automatically labeled with educational concepts.

There are studies in which text segmentation approaches are used in the field of education. For example, Mayano et al. [7] presented a literature review on multiple labeling. Tarakegn et al. [9] also conducted a similar study. Liu et al. [6], used text segmentation approach in their sentiment analysis studies and achieved a success rate of 0.344. Kumar et al. [4] obtained the accuracy score as 0.294 in their study called MLC-HMF. Lee et al. [5], developed a memetic search algorithm for document classification and calculated the accuracy score in the range of 0.1322 ± 0.0082 and 0.5345 ± 0.0082 values. As can be seen, the success rates in multi-labeling studies are quite low compared to single-labeling studies.

METHODOLOGY

The following steps have been taken to complete the proposed multi-labelled text clustering strategy.

Preprocessing: At this stage, preprocessing processes such as converting to lowercase, removing space and stop words, separating from punctuation marks, were carried out.

Stemming: In order to determine the longest stem in the research, a syllable-based root extraction approach was developed considering the characteristics of Turkish [2]. Then, n gram extraction and n gram filtering were applied, respectively.

Generating feature vectors: In the study, some of the features used in natural language processing applications have been changed appropriately for the learning concept extraction problem. The attributes used are briefly summarized as follows:

n: word count in candidate learning concept, $t_j = w_1 w_2 \dots w_n$

Frequency: The number of times that t_j, which is a candidate learning concept, is passed in the educational content, $f(t_j)$

Term Frequency: The ratio of the n-gram frequency of the t_j word string to the total frequency of all n-grams of the training content, $tf(t_j)$

Text Block Frequency:t_j number of text blocks containing the word string, $df(t_j)$. In this study $df(t_j)$ calculated.

Inverse Text Block Frequency: In this study, inverse document frequency value, which is one of the indispensable attributes in document classification and approaches to clusters, has been reinterpreted as Inverse Text Block Frequency since it is studied on a single document. This value is calculated by the equation $itbf(t_j) = \log\left(\frac{N}{df(t_j)}\right)$where N is the number of all text blocks in the document d.

Text Block Frequency – Inverse Text Block Frequency: The similar approach specified in the previous attribute was used for the term frequency - inverse document frequency attribute, and the text block frequency - inverse text block frequency values were obtained. This value is calculated as $tbf - itbf(t_j) = tbf(t_j) \times itbf(t_j)$ for each t_j word string.

Normalization and Dimensionality Reduction: min-max normalization was used to the feature vectors of each candidate learning concept. After normalization, the PCA method introduced by Pearson [8] was used for dimension reduction.

Clustering: Text blocks that are heuristically parsed with the Particle Swarm Optimization, which is a meta-heuristic optimization method introduced by Kennedy and Eberhart [3]. PSO approach is shown in Figure 1.

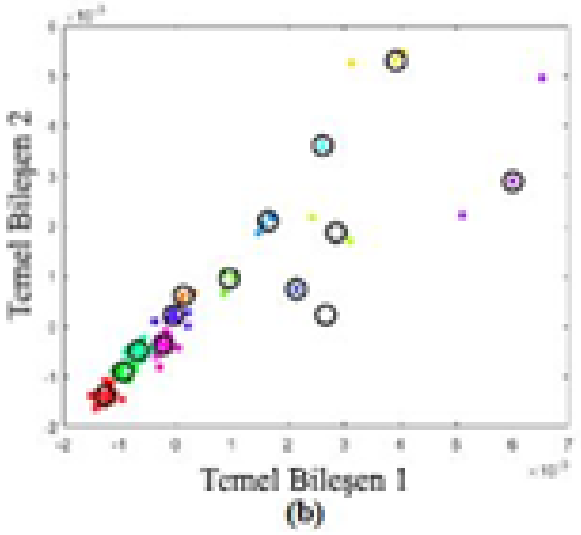


Figure 1. *Clustering of text blocks with PSO for the Art History textbook*

EXPERIMENTAL RESULTS

As can be seen in Figure 2, each paragraph is labeled with at least one and at most three concepts.

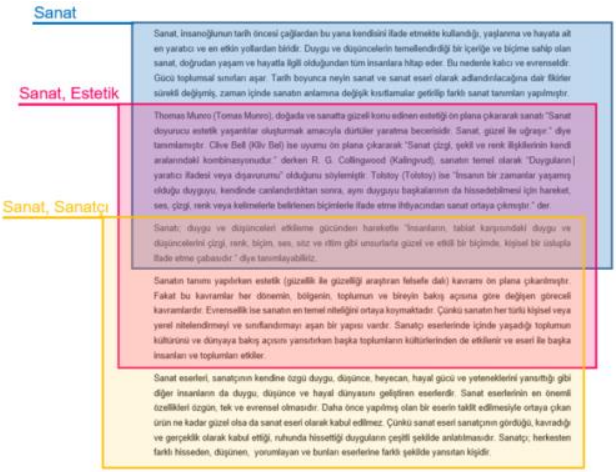


Figure 2. *Labeling of text blocks containing common paragraphs*

A heuristic weighting has been implemented for the labels according to their order of importance. Accordingly, considering that each paragraph is labeled with at least one and at most three concepts, the target labels were indexed with i=1, 2, 3 respectively, and the weights were graded with 0.6, 0.3 and 0.1 values, respectively. In this case, the weighted mean squared error is calculated with the following equation:

$$wMSE = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N}(0{,}6\chi_k(1,j)^2 + 0{,}3\chi_k(2,j)^2 + 0{,}1\chi_k(3,j)^2)$$

In the $wMSE$ equation, $\chi_k(i,j)$ is defined as follows for $i,j = 1,2,3$, and in summary, it detects how many terms are incorrectly labeled by the system.

$$\chi_k(i,j) = \begin{cases} 0, & if\ o_{k,j} = t_{k,i} \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases}$$

where $o_{k,j}$ value represents the j^{th} learning concept as a system target that are specified by the domain experts, and $o_{k,i}$ value denotes the i^{th} term determined by system as an output for k^{th} text block of the text.

As a result of the study, weighted mean square error was obtained as $wMSE = 0{,}527$ for PSO clustering approach. This value can be interpreted as the primary weighted learning concept is clearly determined for each paragraph, and the secondary weighted learning concepts are successfully identified in some of the paragraphs.

DISCUSSION AND CONCLUSION

One of the limitations of this study is the application of the proposed approach on a single document. Although the setup of the study was done in this direction, it is planned to develop a method in order to make efficient text segmentation and labeling in documents on different subjects, regardless of the field, in the continuation of the study.

References

1. Bozkurt B. Ü., "Kavram, Kavramsallaştırma Yaklaşımları ve Kavram Öğretimi Modelleri: Kuramsal Bir Derleme ve Sözcük Öğretimi Açısından Bir Değerlendirme", Ankara Üniversitesi Dil Dergisi, 2018.
2. Kayahan S., Günel K., Nuriyev U., "Eğitim İçerikleri için Sezgisel Metin Bölütlemeye Dayalı Çoklu Etiketleme Stratejisi: M.E.B. Sanat Tarihi Kitabı için Bir Durum Çalışması", Bilişim Teknolojileri Dergisi, Cilt 15, Sayı 2, 139 - 148, 2022.
3, Kennedy J. and Eberhart R., "Particle swarm optimization", Proceedings of ICNN'95 - International Conference on Neural Networks, 1942-1948 pp vol.4, doi: 10.1109/ICNN.1995.488968., 1995.
4. Kumar V., Pujari A. K., Padmanaphan V., Sahu S. K. and Kagita V. R., "Multi-label classification using hierarchical embedding", Expert System with Application, Volume 91, January 2018, Pages 263-269, 2018.
5. Lee J., Yu I., Park P. and Kim D.W., "Memetic feature selection for multilabel text categorization using label frequency difference", Information Sciences, Volume 485, pp. 263-280, 2019.

6. Liu L., Kang J., Yu J. and Wang Z., “A comparative study on unsupervised feature selection methods for text clustering”, InProc. 2005 IEEE International Conference on Natural Language Processingand Knowledge Engineering, pp. 597–601, 2005.
7. Moyano J. M., Gibaja E.L., Ciosand K. J., Ventura S., “Review of ensembles of multi-labelclassifiers: Models, experimental study and prospects”, Information Fusion, Volume 44, pp. 33-45, 2018.
8. Pearson, K., “On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space”, Philosophical Magazine. 2 (11): 559–572. doi:10.1080/14786440109462720, 1901.
9. Tarekegn A.N., Giacobini M., and Michalak K., “A review of methods for imbalanced multi-label classification”, Pattern Recognition, Volume 118, 2021.

XÜLASƏ
TÜRK DİLİNDƏKİ MƏTNLƏRİN KLASTERİZASİYASI ÜÇÜN MULTİ NİŞANLAMA VƏ ZƏRRƏCİKLƏR SÜRÜSÜ OPTİMALLAŞDIRILMASININ TƏTBİQİ
Kayahan S., Günel K., Nuriyev U.

Açar sözlər: *evristik mətn seqmentasiyası, çox etiketləmə, zərrəciklər sürüsü optimallaşdırılması, təhsil texnologiyası.*

Bu işdə məqsəd təhsil məzmunundan öyrənmə anlayışlarını müəyyənləşdirmək, təhsil məzmununu semantik bütövlüyü olan mətn bloklarına bölmək və bir neçə öyrənmə konsepsiyasını ehtiva edən paraqrafları etiketləməkdir. Milli Eğitim Bakanlığı tərəfindən açıq şəkildə təqdim olunan "İncəsənət Tarixi" kitabından istifadə edilmişdir. Təbii dil emalı və evristik klasterləşdirmə üsullarından istifadə olunur. Əsas komponentlərin analizini xüsusiyyət vektorlarına tətbiq etdikdən sonra hissəcik sürüsünün optimallaşdırılması metodundan istifadə edərək klasterləşdirmə metodu tətbiq olundu. Kitabdakı mətn blokları və anlayışları ekspert tərəfindən qeyd olunur, ağırlıqlı RMS xətası ekspert rəyi və sistem çıxışı müqayisə edilərək hesablanır.

РЕЗЮМЕ
КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ТЕКСТОВ НА ТУРЕЦКОМ ЯЗЫКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУЛЬТИМАРКИРОВКИ И ОПТИМИЗАЦИИ РОЯ ЧАСТИЦ
Каяхан С, Гюнель К., Нуриев У.

Ключевые слова: *эвристическая сегментация текста, мультимаркировка, оптимизация роя частиц, технология обучения.*

В данном исследовании целью является выявление концепций обучения из образовательного контента, сегментация образовательного контента на текстовые блоки с семантической целостностью и маркировка абзацев, содержащих несколько концепций обучения. Была использована книга “История искусств”, представленная в открытый доступ Министерством национального образования. Используются методы обработки естественного языка и эвристической кластеризации. После применения анализа основных компонентов к векторам признаков был применен метод кластеризации, использующий метод оптимизации роя частиц. Текстовые блоки и понятия в книге размечены экспертом, взвешенная среднеквадратическая ошибка рассчитывается путем сравнения мнений экспертов и выходных данных системы.

BİR SİNİF İKİLİK 4D – ÇOXÖLÇÜLÜ QEYRİ-XƏTTİ MODULYAR DİNAMİK SİSTEMLƏRİN TAM REAKSİYASININ GÖSTƏRİLİŞİ DÜSTURU

[1]Feyziyev F.G., [2]Mehdiyeva M.R.
[1]Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
[2]Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan
FeyziyevFG@mail.ru; mehdiyevamaral71@gmail.com

Açar sözlər: *qeyd olunmuş yaddaş; məhdud əlaqə, ikilik 4D – çoxölçülü qeyri-xətti modulyar dinamik sistemlər; sistemin tam reaksiya; Volterra polinomlarının ikiqiymətli analoqu; göstəriliş düsturu.*

Qeyd olunmuş yaddaşlı, verilmiş məhdud əlaqəli və dərəcəli, verilmiş sayda giriş və çıxış ardıcıllığına malik bir sinif ikilik 4D – çoxölçülü qeyri-xətti modulyar dinamik sistemlərin tam reaksiyası üçün Volterra polinomlarının ikiqiymətli analoqu şəklində göstəriliş düsturu çıxarılır.

Qeyd olunmuş n_0 yaddaşlı, verilmiş $P = P_1 \times P_2 \times P_3$ məhdud əlaqəli, verilmiş r sayda giriş və k sayda çıxış ardıcıllıqlarına malik və aşağıdakı düsturu ilə verilən ikilik 4D – çoxölçülü qeyri-xətti modulyar dinamik sistemə (4D – QXMDS-ə) baxılır

$$y_\nu[n, c_1, c_2, c_3] = G_\nu\{u_\mu[\tau, c_1 + p_1, c_2 + p_2, c_3 + p_3] \,|\, n - n_0 \le \tau \le n,\ \mu = \overline{1,r},\ \ p_\alpha \in P_\alpha,\ \alpha = \overline{1,3}\},$$
$$\nu = \overline{1,k},\ GF(2). \qquad (1)$$

Burada n- zaman, c_1, c_2, c_3- xanalar parametrləri (və ya arqumentləri) və $n \in Z_0$, $c_\alpha \in Z$, $\alpha = \overline{1,3}$; $y[n, c_1, c_2, c_3] = (y_1[n, c_1, c_2, c_3], ..., y_k[n, c_1, c_2, c_3])$ və $u[n, c_1, c_2, c_3] = (u_1[n, c_1, c_2, c_3], ..., u_r[n, c_1 c_2, c_3])$ uyğun olaraq çıxış və giriş ardıcıllıqlarıdır və $y[n, c_1, c_2, c_3] \in GF^k(2)$, $u[n, c_1, c_2, c_3] \in GF^r(2)$, harada ki, $GF^k(2)$ və $GF^r(2)$ – $GF(2)$ sonlu meydanı üzərində uyğun olaraq k və r – ölçülü xətti fəzalardır; $P_\alpha = \{p_\alpha(1), ..., p_\alpha(r_\alpha)\}$, $-\infty < p_\alpha(1) < ... < p_\alpha(r_\alpha) < +\infty$, $p_\alpha(j) \in Z$, $j = 1, ..., r_\alpha$, harada ki, $p_\alpha(j) - P_\alpha$ çoxluğunun j-cu elementidir, $\alpha = \overline{1,3}$; $G_\nu\{...\}$ inikası g_ν modulyar funksiyasına uyğundur ($\nu = 1, ..., k$), haradakı bu funksiyaların arqumentləri $R = (n_0 + 1) \cdot r \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_3$ sayda elementdən ibarət olan aşağıdakı çoxluğun elementləridir

$$V = \{u_\mu[\tau, c_1 + p_1(\beta_1), c_2 + p_2(\beta_2), c_3 + p_3(\beta_3)] \mid n - n_0 \le \tau \le n,\ \mu \in \{1, ..., r\},\ 1 \le \beta_\alpha \le r_\alpha,\ p_\alpha \in P_\alpha,\ \alpha = \overline{1,3}\}, \tag{2}$$

Hər bir (n, c_1, c_2, c_3) yığımı üçün g_ν funksiyası V çoxluğunun elementlərinin müxtəlif mümkün kombinasiyada hasillərinin köməkliyi ilə $GF(2)$ meydanı üzərində polinom şəklində göstərilə bilər. İstənilən $i \in \{1, ..., R\}$ üçün V çoxluğunun elementlərinin müxtəlif mümkün kombinasiyada i sayda vuruqdan ibarət olan hasillərə baxılır. İxtiyari götürülmüş hasildə hər bir $\mu \in \{1, ..., r\}$ üçün

$$V_\mu = \{u_\mu[\tau, c_1 + p_1(\beta_1), c_2 + p_2(\beta_2), c_3 + p_3(\beta_3)] \mid n - n_0 \le \tau \le n, 1 \le \beta_\alpha \le r_\alpha,\ \alpha = \overline{1,3}\}$$

çoxluğundan η_μ sayda vuruq iştirak edə bilər, haradakı $\eta_1 + ... + \eta_r = i$. Aydındır ki, bəzi $\mu \in \{1, ..., r\}$ üçün ola bilər ki, $\eta_\mu = 0$. $\overline{\eta} = (\eta_1, ..., \eta_r)$ işaləməsi daxil edilir. Tutaq ki,

$$\Lambda(i) = \{\overline{\eta} = (\eta_1, ..., \eta_r) \mid \eta_1 + ... + \eta_r = i, \quad \eta_\alpha \in \{0, 1, ..., (n_0 + 1) \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_3\}, \alpha = \overline{1, r}\} \tag{3}$$

$$Q_0(\overline{\eta}) = \{\mu \mid \mu \in \{1, ..., r\} \text{ və } \eta_\mu \ne 0;\ \eta_\mu - \overline{\eta} \text{ vektorunun komponentidir}\}, \tag{4}$$

$$\Phi_\mu(i) = \left\{\overline{m}_\mu = (m_{1,1,1}, ..., m_{1,1,r_3}, m_{1,2,1}, ..., m_{1,2,r_3}, ..., m_{1,r_2,r_3}, ..., m_{r_1,r_2,r_3}) \middle| \sum_{\beta_1=1}^{r_1} \sum_{\beta_2=1}^{r_2} \sum_{\beta_3=1}^{r_3} m_{\beta_1,\beta_2,\beta_3} = i,\right.$$
$$\left. m_{\beta_1,\beta_2,\beta_3} \in \{0, ..., n_0 + 1\},\ \beta_\alpha = \overline{1, r_\alpha},\ \alpha = \overline{1,3}\ \right\}, \tag{5}$$

$$Q_\mu(\eta_\mu, \overline{m}_\mu) = \{(\beta_1, \beta_2, \beta_3) \mid m_{\beta_1,\beta_2,\beta_3} - \overline{m}_\mu \text{ vektorunun komponentidir}$$
$$\text{və } m_{\beta_1,\beta_2,\beta_3} \ne 0,\ \beta_\alpha = \overline{1, r_\alpha},\ \alpha = \overline{1,3}\}. \tag{6}$$

Bu işarələmələr əsasında baxılan hasil aşağıdakı şəkildə yazıla bilər:

$$\prod_{\mu \in Q_0(\overline{\eta})} \prod_{(\beta_1,\beta_2,\beta_3) \in Q_\mu(\eta_\mu, \overline{m}_\mu)} \prod_{\sigma=1}^{m_{\beta_1,\beta_2,\beta_3}} u_\mu[n - \tau(\beta_1, \beta_2, \beta_3, \sigma), c_1 + p_1(\beta_1), c_2 + p_2(\beta_2), c_2 + p_3(\beta_3)]. \tag{7}$$

Fərz olunur ki,

$$\Phi(\overline{\eta}) = \prod_{\mu \in Q_0(\overline{\eta})} \Phi_\mu(\eta_\mu),\ Q(\overline{\eta}, \overline{\overline{m}}) = \prod_{\mu \in Q_0(\overline{\eta})} Q_\mu(\eta_\mu, \overline{m}_\mu),\ \overline{\overline{m}} = (\overline{m}_1, ..., \overline{m}_\mu), \tag{8}$$

$$\Gamma_{\mu,\beta_1,\beta_2,\beta_3}(m_{\mu,\beta_1,\beta_2,\beta_3}) = \{\overline{\tau}_{\mu,\beta_1,\beta_2,\beta_3} = (\tau_\mu(\beta_1, \beta_2, \beta_3, 1), ..., \tau_\mu(\beta_1, \beta_2, \beta_3, m_{\mu,\beta_1,\beta_2,\beta_3})) \mid 0 \le$$
$$\le \tau_\mu(\beta_1, \beta_2, \beta_3, 1) < ... < \tau_\mu(\beta_1, \beta_2, \beta_3, m_{\ell,\beta_1,\beta_2,\beta_3}) \le n_0\}. \tag{9}$$

Bütün $(\beta_1, \beta_2, \beta_3) \in Q_\mu(\eta_\mu, \overline{m}_\mu)$ üçün $\overline{\tau}_{\mu,\beta_1,\beta_2,\beta_3}$ vektorlarından $\overline{\overline{\tau}}$ blok vektoru qurulur. Bütün $\overline{\overline{\tau}}$ blok vektorları çoxluğu $\Gamma_\mu(\eta_\mu, \overline{m}_\mu)$ ilə işarə olunur:

$$\Gamma_\mu(\eta_\mu, \overline{m}_\mu) = \prod_{(\beta_1,\beta_2,\beta_3) \in Q_\mu(\eta_\mu, \overline{m}_\mu)} \Gamma_{\mu,\beta_1,\beta_2,\beta_3}(m_{\mu,\beta_1,\beta_2,\beta_3}). \tag{10}$$

Tutaq ki

$$\Gamma(\overline{\eta}, \overline{\overline{m}}) = \prod_{\mu \in Q_0(\overline{\eta})} \Gamma_\mu(\eta_\mu, \overline{m}_\mu). \tag{11}$$

$\Gamma(\overline{\eta},\overline{\overline{m}})$ çoxluğunun elementləri $\overline{\overline{\tau}}$ ilə işarə olunur. Aydındır ki, hər bir $\overline{\overline{\tau}} \in \Gamma(i,\overline{\overline{m}})$ (7) şəkilində bir hasil uyğun gəlir. Beləliklə, doğrudur:

Teorem 1. Tutaq ki, (3)-(11) münasibətləri qüvvədədir. Onda (1) – in tam reaksiyası üçün Volterra polinomlarının ikiqiymətli analoqu şəklində göstəriliş düsturu doğrudur:

$$y_\nu[n,c_1,c_2,c_3]=\sum_{i=0}^{(n_0+1)\cdot r\cdot r_1\cdot r_2\cdot r_3}\ \sum_{\overline{\eta}\in\Lambda(i)}\ \sum_{\overline{\overline{m}}\in\Phi(\overline{\eta})}\ \sum_{\overline{\overline{\tau}}\in\Gamma(\overline{\eta},\overline{\overline{m}})} K_{i,\nu,\overline{\eta},\overline{\overline{m}}}[\overline{\overline{\tau}}]\times$$

$$\times\prod_{\mu\in Q_0(\overline{\eta})}\ \prod_{(\beta_1,\beta_2,\beta_3)\in Q_\mu(\eta_\mu,\overline{m}_\mu)}\ \prod_{\sigma=1}^{m_{\mu,\beta_1,\beta_2,\beta_3}} u_\mu[n-\tau_\mu(\beta_1,\beta_2,\beta_3,\sigma),c_1+p_1(\beta_1),c_2+p_2(\beta_2),c_3+p_3(\beta_3)], \quad (12)$$

$$GF(2),\nu=\overline{1,k},$$

harada ki, $i=0$ olduqda $K_{i,\nu,\overline{\eta},\overline{\overline{m}}}[\overline{\overline{\tau}}]$ əmsalı имеет вид $K_{0,\nu}$ şəklindədir.

(12) polinomial göstəriliş 4D – QXMDS-lərin ümumi göstəriliş düsturudur. Bu [1,2] işlərində baxılan modellərin ümumiləşməsidir. (12) göstərilişi bir sıra fundamental və tətbiqi məsələlərin tədqiqində istifadə oluna bilər. (12) göstərilişinin hədləri nizamlamaqla 4D – QXMDS-lərin müxtəlif məsələlərin həlllərinin tapılması üçün daha əlverişli göstərilişlər almaq olar. Məruzədə sintez və s. məsələlərin [3,4] qoyuluşunda və həllində əhəmiyyətli olan əlverişli göstərilişlərdən birinin qurulması aşağıda şərh olunur. Tutaq ki,

Tutaq ki,

$$\Lambda(i)=\{\overline{\eta}=(\eta_1,...,\eta_r)\ \big|\ \eta_1+...+\eta_r=i,\quad \eta_\alpha\in\{0,1,...,(n_0+1)\cdot r_1\cdot r_2\cdot r_3\},\alpha=\overline{1,r}\} \quad (13)$$

$$Q_0(\overline{\eta})=\{\ell\ \big|\ \ell\in\{1,...,r\}\ \text{ və }\ \eta_\ell\neq 0;\ \ \eta_\ell-\overline{\eta}\ \text{ vektorunun komponentidir}\}, \quad (14)$$

$$F(\overline{\eta})=\underset{\ell\in Q_0(\overline{\eta})}{\times}F_\ell(\eta_\ell)\ ,\ L_1=\underset{\ell\in Q_0(\overline{\eta})}{\times}L_{\ell,1}(\gamma_1(\ell)),\ L_2=\underset{\ell\in Q_0(\overline{\eta})}{\times}L_{\ell,2}(\gamma_2(\ell)),\ L_3=\underset{\ell\in Q_0(\overline{\eta})}{\times}L_{\ell,3}(\gamma_3(\ell)), \quad (15)$$

harada ki, $F_\ell(\eta_\ell)$, $L_{\ell,1}(\gamma_1(\ell))$, $L_{\ell,2}(\gamma_2(\ell))$, $L_{\ell,3}(\gamma_3(\ell)$, $\ell\in Q_0(\overline{\eta}),$ aşağıdakı çoxluqlardır:

$$\begin{aligned}
&F_\ell(\eta_\ell)=\Big\{(\gamma_1(\ell),\gamma_2(\ell),\gamma_3(\ell),\overline{m}_\ell)\ \Big|\ \overline{m}_\ell=(m_{\ell,1,1,1},...,m_{\ell,1,1,\gamma_1(\ell)},...,m_{\ell,1,1,\gamma_2(\ell)},...,m_{\ell,1,1,\gamma_3(\ell)},...,m_{\ell,\gamma_1(\ell),\gamma_2(\ell),\gamma_3(\ell)}),\\
&\sum_{\alpha=1}^{\gamma_1(\ell)}\sum_{\beta=1}^{\gamma_2(\ell)}\sum_{\sigma=1}^{\gamma_3(\ell)}m_{\ell,\alpha,\beta,\sigma}=\eta_\ell\ ;\ m_{\ell,\alpha,\beta,\sigma}\in\{0,...,n_0+1\},\alpha=\overline{1,\gamma_1(\ell)},\ \beta=\overline{1,\gamma_2(\ell)},\sigma=\overline{1,\gamma_3(\ell)}\ ;\\
&(\forall\alpha\in\{1,...,\gamma_1(\ell)\})(\exists\beta\in\{1,...,\gamma_2(\ell)\})(\exists\sigma\in\{1,...,\gamma_3(\ell)\})\Rightarrow(m_{\ell,\alpha,\beta,\sigma}\neq 0),\\
&(\forall\beta\in\{1,...,\gamma_2(\ell)\})(\exists\alpha\in\{1,...,\gamma_1(\ell)\})(\exists\sigma\in\{1,...,\gamma_3(\ell)\})\Rightarrow(m_{\ell,\alpha,\beta,\sigma}\neq 0),\\
&(\forall\sigma\in\{1,...,\gamma_3(\ell)\})(\exists\alpha\in\{1,...,\gamma_1(\ell)\})(\exists\beta\in\{1,...,\gamma_2(\ell)\})\Rightarrow(m_{\ell,\alpha,\beta,\sigma}\neq 0),\\
&\gamma_\xi\in\{1,...,r_\xi\},\xi=\overline{1,3}\Big\};
\end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned}
&L_{\ell,1}(\gamma_1(\ell))=\{\bar{j}(\ell)=(j_1(\ell),...,j_{\gamma_1(\ell)}(\ell))\big|1\le j_1(\ell)<...<j_{\gamma_1(\ell)}(\ell)\le r_1\},\\
&L_{\ell,2}(\gamma_2(\ell))=\{\bar{\mu}(\ell)=(\mu_1(\ell),...,\mu_{\gamma_2(\ell)}(\ell))\big|1\le\mu_1(\ell)<...<\mu_{\gamma_2(\ell)}(\ell)\le r_2\},\\
&L_{\ell,3}(\gamma_3(\ell))=\{\bar{\rho}(\ell)=(\rho_1(\ell),...,\rho_{\gamma_3(\ell)}(\ell))\big|1\le\rho_1(\ell)<...<\rho_{\gamma_3(\ell)}(\ell)\le r_3\}\ ;
\end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned}
&\gamma_1=(\gamma_1(1),...,\gamma_1(r)),\ \ \gamma_2=(\gamma_2(1),...,\gamma_2(r)),\ \ \gamma_3=(\gamma_3(1),...,\gamma_2(r)),\\
&\bar{\bar{j}}=(\bar{j}(1),...,\bar{j}(r))\ ,\ \ \overline{\overline{\mu}}=(\bar{\mu}(1),...,\bar{\mu}(r))\ ,\ \overline{\overline{\rho}}=(\bar{\rho}(1),...,\bar{\rho}(r))\ ,\overline{\overline{m}}=(\overline{m}_1,...,\overline{m}_r)\ ;
\end{aligned} \quad (18)$$

$\Gamma(\gamma_1,\gamma_2,\gamma_3,\overline{\overline{m}})$, çoxluğu $\overline{\overline{\tau}}$ tipli elementlərin çoxluğudur və

$$\Gamma(\gamma_1,\gamma_2,\gamma_3,\overline{\overline{m}})=\underset{\ell\in Q_0(\overline{\eta})}{\times}\Gamma_\ell(\gamma_1(\ell),\gamma_2(\ell),\gamma_3(\ell),\overline{m}_\ell). \quad (19)$$

Burada

$$\begin{aligned}
&\overline{\tau}_{\ell,\alpha,\beta,\sigma}\in\Gamma_{\ell,\alpha,\beta,\rho}(m_{\ell,\alpha,\beta,\sigma}),(\alpha,\beta,\sigma)\in Q'_\ell(\eta_\ell,\gamma_1(\ell),\gamma_2(\ell),\gamma_3(\ell),\overline{m}_\ell),\\
&\alpha=\overline{1,\gamma_1(\ell)},\ \beta=\overline{1,\gamma_2(\ell)},\rho=\overline{1,\gamma_3(\ell)},
\end{aligned} \quad (20)$$

kimi vektorlardan düzəldilmiş $\overline{\overline{\tau}}_\ell$ blok vektorları çoxluğu $\Gamma_\ell(\gamma_1(\ell),\gamma_2(\ell),\gamma_3(\ell),\overline{m}_\ell)$ ilə işarə olunmuşdur, özü də

$$\Gamma_{\ell,\alpha,\beta,\sigma}(m_{\ell,\alpha,\beta,\rho}) = \\ = \{\overline{\tau}_{\ell,\alpha,\beta,\sigma} = (\tau_\ell(\alpha,\beta,\sigma,1),\ldots,\tau_\ell(\alpha,\beta,\sigma,m_{\ell,\alpha,\beta,\sigma}))\big|0 \le \tau_\ell(\alpha,\beta,\sigma,1) < \ldots < \tau_\ell(\alpha,\beta,\sigma,m_{\ell,\alpha,\beta,\sigma}) \le n_0\}; \tag{21}$$

$Q'_\ell(\eta_\ell,\gamma_1(\ell),\gamma_2(\ell),\gamma_3(\ell),\overline{m}_\ell) = \{(\alpha,\beta,\sigma)\big|m_{\ell,\alpha,\beta,\sigma} -$ $\overline{m}_\ell$ vektorunun komponentidir və

$$m_{\ell,\alpha,\beta,\sigma} \ne 0, \alpha = \overline{1,\gamma_1(\ell)},\ \beta = \overline{1,\gamma_2(\ell)},\ \sigma = \overline{1,\gamma_3(\ell)}\}; \tag{22}$$

$$Q''_\ell(\eta_\ell,\gamma_1(\ell),\gamma_2(\ell),\gamma_3(\ell),\overline{m}_\ell) = \{(\alpha_\ell,\beta_\ell,\sigma)\big|\sigma \in \{1,\ldots,m_{\ell,\alpha_\ell,\beta_\ell}\},(\alpha_\ell,\beta_\ell) \in Q'_\ell(\eta_\ell,\gamma_1(\ell),\gamma_2(\ell),\overline{m}_\ell)\}. \tag{23}$$

$\lambda(\eta_\ell) = |F_\ell(\eta_\ell)|$ və $|F(\overline{\eta})| = \prod_{\ell \in Q_0(\overline{\eta}} \lambda_\ell(\eta_\ell)$ işarələmələri daxil edilr. Burada $|A|$ ilə A çoxluğunun elementlərinin sayı, $(\gamma_1(\ell),\gamma_2(\ell),\gamma_3(\ell),\overline{m}_\ell)[w_\ell]$ ilə $F_\ell(\eta_\ell)$ çoxluğunun w_ℓ - ci elementi işarə olunur. Tutaq ki,

$$\Psi(\overline{\eta}) = \{\overline{w} = (w_1,\ldots,w_r)\big|w_\ell \in \{1,\ldots,\lambda(\eta_\ell)\},\ \ell \in Q_0(\overline{\eta});\ w_\ell = 0,\ \ell \notin Q_0(\overline{\eta})\}. \tag{24}$$

Aydındır ki, $(\gamma_1,\gamma_2,\gamma_2,\overline{\overline{m}}) \in F(\overline{\eta})$ yığımına qarşılıqlı birqiymətli olaraq $\overline{w} \in \Psi(\overline{\eta})$ yığımı uyğun gəlir. $\overline{w} \in \Psi(\overline{\eta})$ yığımına uyğun gələn $(\gamma_1,\gamma_2,\gamma_2,\overline{\overline{m}}) \in F(\overline{\eta})$ yığımı $(\gamma_1,\gamma_2,\gamma_3,\overline{\overline{m}})[\overline{w}]$ ilə işarə olunur. Beləliklə, doğrudur:

Teorem 2. Tutaq ki, (13)-(24) münasibətləri qüvvədədir.

$$y_\nu[n,c_1,c_2] = \sum_{i=0}^{(n_0+1)\cdot r\cdot r_1\cdot r_2\cdot r} \sum_{\overline{\eta}\in\Lambda(i)} \sum_{\overline{w}\in\Psi(\overline{\eta})} \sum_{(\overline{\overline{j}},\overline{\overline{\mu}},\overline{\overline{\rho}})\in L_1\times L_2\times L_3} \sum_{\overline{\overline{\tau}}\in\Gamma(\gamma_1,\gamma_2,\gamma_3,\overline{\overline{m}})[\overline{w}]} h_{\nu,i,\overline{\eta},\overline{w}}[\overline{\overline{j}},\overline{\overline{\mu}},\overline{\overline{\rho}},\overline{\overline{\tau}}]\times$$

$$\times \prod_{\ell\in Q_0(\overline{\eta})} \prod_{(\alpha_\ell,\beta_\ell,\sigma_\ell)\in Q''_\ell(\eta_\ell,\gamma_1(\ell),\gamma_2(\ell),\ \gamma_3(\ell),\overline{m}_\ell)} u_\ell[n-\tau_\ell(\alpha_\ell,\beta_\ell,\sigma_\ell),\ c_1+p_1(j_{\alpha_\ell}(\ell)),\ c_2 +$$

$$+ p_2(\mu_{\beta_\ell}(\ell)), c_3 + p_3(\rho_{\sigma_\ell}(\ell))],\ GF(2),\quad \nu = \overline{1,k}.$$

Ədəbiyyat

1. Фейзиев Ф.Г., Абаева Н.Б. Полиномиальное соотношение для представления полной реакции одного класса двоичных 4D–модулярных динамических систем // Вестник Пермского университета. Серия Математика. Механика. Информатика. 2019. Вып. 2(45). С. 46–54.
2. Фейзиев Ф.Г.,Мехтиева М.Р. Аналитическое представление полной реакции одного класса двоичных 3*D*– многомерных нелинейных модулярных динамических систем // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. 2019. № 49. С. 82-91.
3. Фейзиев Ф.Г., Абаева Н.Б. Задача оптимального синтеза двоичных 4D – нелинейных модулярных динамических систем // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика, 2020, № 53, С. 102-109.
4. Фейзиев Ф.Г., Мехтиева М.Р. Задача синтеза одного класса двоичных 3D – многомерных нелинейных модулярных динамических систем // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика, 2022, № 58, С. 14-22.

РЕЗЮМЕ

ФОРМУЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПОЛНОЙ РЕАКЦИИ ОДНОГО КЛАССА ДВОИЧНЫХ 4D – МОГОМЕРНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ МОДУЛЯРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Фейзиев Ф.Г., Мехтиева М.Р.

Ключевые слова: *фиксированная память; ограниченная связь; двоичные 4D – многомерные нелинейные модулярные динамические системы; полная реакция системы; двухзначный аналог полинома Волтерры; формула представление.*

Для одного класса двоичных 4D – многомерных нелинейных модулярных динамических систем с фиксированной памятью, заданной ограниченной связью, с известным числом входов и выходов, выводится формула полной реакции виде двухзначного аналога полинома Вольтерры.

SUMMARY
FORMULA REPRESENTATION OF THE FULL REACTION OF ONE CLASS OF BINARY 4D-MULTI-DIMENSIONAL NONLINEAR MODULAR DYNAMIC SYSTEMS
Feyziyev F.G., Mekhtiyeva M.R.

Keywords: *fixed memory; limited connection; binary 4D –miltidimensional nonlinear modular dynamic system; fuul reaction; two-valued analogue of the Volterra's polynomial; formula representation.*

For one class of binary 4D – miltidimensional nonlinear modular dynamic system with fixed memory, given limited, with a know number of inputs and outputs, a formula fuul reaction in the form of of the Volterra's polynomial is derived.

I BÖLMƏ *** I СЕКЦИЯ *** I SECTION

RİYAZİ ANALİZİN NƏZƏRİ VƏ TƏTBİQİ MƏSƏLƏLƏRİ
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
THEORETICAL AND APPLIED QUESTIONS OF MATHEMATICAL ANALYSIS

SYSTEM ASPECTS OF METEOROLOGICAL PROVISIONS FOR ELECTRIC VEHICLES AND SHIPS

[1]Hasanov Y., [2]Velychko O., [3]Gordiyenko T.

[1]Azerbaijan State Marine Academy, Baku, Azerbaijan, DSc., Professor
[2]State Enterprise "Ukrmetrteststandard", Kyiv, Ukraine, DSc., Professor
[3]State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine, DSc., Professor

***Keywords**: charging station, electric vehicle, charging mode, charging connector*

The article analyzes and compares charging stations for small electric vehicles, including fast and slow boats, electric cars and their components. Analysis of charging modes of electric vehicles showed that four internationally standardized modes are used, three of which use alternating current with single-phase and three-phase switching, and only one - direct current. When charging with direct current, the fastest charging is ensured. There are three main options for connecting electric vehicles to a charging station: through a special electric cable; bottom-up and top-down by pantograph; wireless connection. There are four standard cases that connect charging stations to electric vehicles. Three cases of cable connection can be used in alternating current, only the third case - in direct current and the fourth case - when charging an electric car wirelessly. A comparison of existing connector types for electric vehicle charging showed that a standardized interface between a charging station and an electric vehicle remains one of the most pressing challenges.

Electricity is one of the main alternative types of fuel used in various types of transport. Electric transport helps to improve the state of the environment and reduce the noise level. Such a vehicle has a power plant containing an electric machine with an externally charged energy storage system as an energy converter. In addition to road electric vehicles of various types, electric river and sea vessels of various types, and even electric airplanes, have begun to develop rapidly in recent years. Electromobility is a rapidly developing field, so a new era of electric transport is coming, which will inevitably enter our lives.

Electric mobility is a rapidly evolving field and an important contribution to the European Union's climate and energy goals. Directive 2009/28/EC [1] sets binding targets for the share of energy from renewable sources in the transport sector. Directive 2014/94/EU [2] establishes an action plan for a competitive and sustainable automotive industry in Europe. The plan includes the deployment of the necessary new infrastructure at the national level of the Member States. The Regulation EU 2021/1444 [3] supplements Directive 2014/94/EU on the deployment of alternative fuels infrastructure as regards standards for recharging points for electric buses.

For electric transport, it is necessary to regularly charge its own battery with electricity, for which special charging stations have been developed. Such stations use both direct current (DC) and alternating current (AC) and are equipped with special interface connectors. Cable connectors are currently the most popular, but future technologies for such interfaces are also developing as wireless. Intelligent metering systems defined in Directive 2012/27/EU [4] should be used for charging electric vehicles. The use of such systems optimizes recharging, contributes to the stability of the electric power system by recharging batteries from the network during low overall demand for electricity.

For the rapid and widespread spread of electric transport, it is necessary to create an extensive network of special charging stations, which must have sufficient coverage. Creating an infrastructure of charging stations for electric vehicles and ensuring accessibility for their users is an urgent task. The

standardization of various components necessary for the operation of charging stations for electric transport at the international level remains an urgent problem.

In 2019, the European Commission approved the "Green Pact for Europe", according to which a million charging points for electric road vehicles should appear on the continent by 2025, although in 2020 there were only 140,000 of them. By 2030, it is expected that approximately 270,000 medium and large electric vehicles will be in operation in Europe, and they will require up to 140,000 public and terminal electric charging points.

In Germany, the BP Pulse company launched Europe's first charging corridor for medium- and large-capacity electric trucks. Six public charging stations specially designed for electric trucks are located along a 600-kilometer stretch in Germany. Each charging station is equipped with 300 kW high-speed charging stations that can charge an electric truck up to 200 km in about 45 minutes.

A network of 500,000 charging stations is being deployed in USA. It provides for the installation of one fast charging station for every 80 km of the route, along the interstate highways. It is planned to install or upgrade charging stations for electric vehicles along 120,000 kilometers of highways from coast to coast, with the goal of installing 500,000 charging stations throughout the country.

Although the issue of standardization of both charging stations for road electric vehicles and their components is still not fully resolved, a large number of international and European standards have been adopted for such charging stations [5, 6]. Developed and widely used charging stations for cars and trucks, electric buses (Fig. 1). The main components of charging stations include charging modes, cases of their connection to electric vehicles, principles of their use and interaction protocols, connectors for charging electric vehicles.

Fig. 1. *Charging stations using cable connector for electro buses*

According to the International Maritime Organization (IMO), cargo ships account for almost 3 % of annual greenhouse gas emissions. The IMO has agreed to reduce emissions from ships by 50 % by 2050 compared to 2008 levels. The global shipping industry is working to reduce carbon dioxide emissions and reduce air pollution. Therefore, shipbuilders and cargo owners are increasingly turning to the electrification of cargo ships and tankers. In addition, the development of battery-powered ships is facilitated by a significant decrease in the price of batteries in recent years. The number of ships on batteries has increased from almost zero to hundreds over the past 10 years.

The Netherlands has more than 5,000 km of shipping lanes and 398 inland ports. The Dutch commercial fleet has a whopping 6,900 vessels. In 2010, a modern ship "Stroomboot" was built in the Netherlands. Its main difference from typical ships is the power plant, which is completely electric. A commercial vessel has a carrying capacity of 50 tons. The vessel is equipped with four batteries that power a 55 kW electric motor, as well as all electrical equipment.

MV Ampere is the world's first battery powered ferry, designed and built in Norway. Its length is 80 m, and its width is 21 m. At the same time, the ferry can take 120 cars and 360 passengers on board. The unit of lithium-ion batteries on board has a capacity of 1000 kWh and weighs 10 tons. In addition to batteries, Siemens installed two 450 kW electric motors on the ship, which drive the propellers. Charging stations are

equipped on both banks. The ship is charged directly from the power grid, the energy of which comes from a local hydroelectric plant or from a shore battery with a capacity of 260 kWh (10 minutes on each shore). The fastest electric passenger ship BB Green has a speed of 30 knots. Ship batteries with a capacity of 400 kWh are charged in 20 minutes. The Rygerelektra electric ferry is powered by two Ramme engines with a total power of 750 kW, which drive the Servogear Ecoflow propulsion system.

The Norwegian company The Fjords presented a 42-meter electric catamaran. The vessel is equipped with a 1.8 mWh battery and two 450 kW electric motors. The battery is enough to travel 55 km. To provide such a vessel with electricity, a special PowerDock system was created. It is a floating fiberglass docking station connected to a local network with a 2.4 mWh battery installed. The catamaran battery can be recharged in just 20 minutes.

Ferry and catamaran manufacturer Incat has announced that it plans to complete the world's largest battery-electric passenger ferry for Argentinian operator Buquebus by 2025. A total of 2,100 people and 226 cars will fit on the ship. The Buquebus operator asked Incat to consider installing batteries and electric motors on the ferry. It is planned to develop and build coastal charging stations, which should be equipped with retractable charging cables. The charging station is expected to support fast charging for 30 to 40 minutes.

In 2017, the Chinese company Guangzhou Shipyard International Company released an all-electric ship designed for the transportation of cargo. It is equipped with a 2400 kWh battery. After two hours of charging, its batteries are enough to cover a distance of 80 km. The Chinese shipping company COSCO Shipping Group initiated the creation of a Chinese innovation alliance for the production of electric ships. Members of the association represent various industries, including electric motor manufacturers, designers and shipbuilding companies, port and terminal operators, battery suppliers, etc.

Maersk Supply Service has formed the Stillstorm company, the task of which will be to create an infrastructure at sea for charging electric cargo ships. It is assumed that these will be special charging buoys. They will be located in hub ports and in the open sea. Stillstrom and Denmark's energy company Ørsted have demonstrated the first full-scale marine ship charging station in operation in 2022. Stillstrom's electric buoy can replenish the energy supply of a repair vessel overnight. Ørsted will be responsible for integrating the charging buoy into the power grid.

The main problem for the widespread distribution of electric ships is the small capacity of modern batteries. Electric ships are equipped with the largest batteries that can be installed on a vehicle. But they do not give any significant range. For example, the Danish ferry Ellen is powered by batteries with a total capacity of 4,300 kWh. However, according to a report by IDTechEx, the ferry's huge battery only allows it to travel a maximum of 40 km.

For charging low-tonnage boats, charging stations similar in design to those charging stations for electric road vehicles can be used (Fig. 2). However, such approaches to construction clearly cannot be applied to charging stations of largetonnage vessels. This is due to the fact that such vessels must contain battery sections with much larger capacities and, accordingly, other structural solutions for connecting them to the power equipment for their charging.

Fig. 2. *Charging stations using cable connector for electro boats*

Directive 2016/1629/EU establishes technical requirements for inland navigation vessels [7]. The European Standard ES-TRIN of the European Committee for drawing up Standards in the field of Inland

Navigation (CESNI) [8] establishes technical requirements for inland navigation vessels. Chapter 11 of this standard establishes special provisions applicable to electrical installations of ships. This applies, in particular, to the general provisions on the propulsion system of an electric vessel, electric propulsion engines for electric propulsion of vessels, tests of the propulsion system of an electric vessel, etc.

The requirements in the Guidance Korean Register [9] apply to battery systems on board of ships. It provides provisions for testing and verification of such batteries, post-installation testing, system design requirements, power converters, cooling, monitoring and safety systems, etc.

The conducted analysis showed that there are no international and European standards for establishing requirements both for the charging stations of ships of different classes, and for their components, which ensure the process of charging battery sections of ships. Work on standardization of these requirements should become extremely relevant in the future. This will also apply to certain types of charging stations, in particular coastal placement and placement on special buoys.

Conclusion

The issue of standardization of requirements both for the charging stations of electric road cars and for their components, which ensure the process of their charging, are at the final stage. This is due to a significant increase in the introduction of such vehicles in various spheres of society. At the same time, the standardization of similar requirements for charging stations of various electric vessels for both river and sea applications has not yet begun. This may become relevant with the growing use of water electric vessels in the near future.

References

1. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC, OJ L 140, 05.06.2009.
2. Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the deployment of alternative fuels infrastructure, OJ L 307, 28.10.2014.
3. Commission Delegated Regulation (EU) 2021/1444 of 17 June 2021 supplementing Directive 2014/94/EU of the European Parliament and of the Council with regards standards for recharging points for electric buses. OJ L 313, 06.09.2021.
4. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC, OJ L 315, 14.11.2012.
5. Velychko O., Gordiyenko T. Comparative analysis of technical characteristics of charging stations of electric vehicles. ISTCMTM, 2022, vol. 83(2), pp. 34–44.
6. Velychko O., Gordiyenko T. Metrological aspects of implementation of charging stations for electric vehicles. Укр. метролог. журнал, 2022, вип. 3, с. 14–20.
7. Directive (EU) 2016/1629 of the European Parliament and of the Council of 14 September 2016 laying down technical requirements for inland waterway vessels, amending Directive 2009/100/EC and repealing Directive 2006/87/EC. OJ L 252, 16.9.2016, pp. 118–176.
8. European Standard laying down Technical Requirements for Inland Navigation vessels (ES-TRIN). Edition 2023/1. – CESNI, 2023. – 560 p.
9. Guidance for Battery Systems on Board of Ships (GC-23-E). – KR, 2022. – 27 p.

XÜLASƏ

ELEKTRİKLİ NƏQLİYYAT VASİTƏLƏRİ VƏ GƏMİLƏR ÜÇÜN METEOROLOJİ MÜDDƏALARIN SİSTEM ASPEKTLƏRİ

Həsənov Y., Veliçko O., Qordienko T.

Açar sözlər*: doldurma stansiyası, elektrik avtomobili, doldurma rejimi, doldurma konnektoru*.

Məqalədə elektrik kiçik həcmli nəqliyyat vasitələri , o cümlədən sürətli və sürətsiz qayıqlar , elektrik avtomobilləri və onların komponentləri üçün doldurma stansiyaları təhlil edilir və müqayisə olunur. Elektrikli nəqliyyat vasitələrinin doldurulma rejimlərinin təhlili göstərdi ki, dörd beynəlxalq standartlaşdırılmış rejimdən istifadə olunur, onlardan üçü birfazalı və üçfazalı keçid ilə alternativ cərəyandan və yalnız birində birbaşa cərəyandan istifadə edir. Birbaşa cərəyanla doldurarkən, ən sürətli şarj təmin edilir. Elektrikli nəqliyyat vasitələrinin şarj stansiyasına qoşulmasının üç əsas variantı var: xüsusi elektrik kabeli vasitəsilə; pantoqraf vasitəsi ilə aşağıdan yuxarıya və yuxarıdan aşağıya; simsiz əlaqə. Doldurma stansiyalarını elektrik avtomobillərinə birləşdirən dörd standart hal var. Kabel bağlantısının üç halı alternativ cərəyanda istifadə edilə bilər, yalnız üçüncü hal – birbaşa cərəyanda və dördüncü hal – elektrik avtomobilini simsiz doldurarkən. Elektrikli nəqliyyat vasitələrinin doldurulması üçün mövcud birləşdirici növlərinin müqayisəsi göstərdi ki, doldurma stansiyası ilə elektrik avtomobili arasında standartlaşdırılmış interfeys ən kəskin problemlərdən biri olaraq qalır.

РЕЗЮМЕ
СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И СУДОВ
Гасанов И., Величко О., Гордиенко Т.

Ключевые слова: *зарядная станция, электромобиль, режим зарядки, зарядный разъем.*

В статье анализируются и сравниваются зарядные станции для электромобилей и их комплектующие. Анализ режимов зарядки электромобилей показал, что используются четыре режима, стандартизированные по международным стандартам, три из которых используют переменный ток с однофазным и трехфазным включением и только один – постоянный ток. При зарядке постоянным током обеспечивается максимально быстрая зарядка. Существует три основных варианта подключения электромобилей к зарядной станции: с помощью специального силового кабеля; с помощью пантографа снизу вверх и сверху вниз; беспроводное соединение. Существует четыре стандартизированных случая подключения зарядных станций к электромобилям. Три случая кабельного подключения можно использовать на переменном токе, только третий случай – на постоянном токе, а четвертый случай – при беспроводной зарядке электромобиля. Сравнение существующих типов разъемов для зарядки электромобилей показало, что унифицированный интерфейс между зарядной станцией и электромобилем остается одной из наиболее острых проблем.

FEATURES OF NEW DEFINITIONS OF THE FOUR BASIC UNITS

Khasanov Y.N.
Azerbaijan State Maritime Academy, Baku, Azerbaijan
yusif_nadiroglu@mail.ru

Keywords*: metrology, standard, FFS (fundamental physical constants), theory of relativity:*

During the period of application of new definitions of standards (with additional explanations regarding its practical implementation), the interest in the relationship between fundamental physical theories, their constants and metrology in general, as well as the establishment of the system of units, in particular, has increased significantly. At present, work in this direction is being carried out very intensively in all countries. In these works, various aspects of the relationship between metrology and fundamental physical constants are investigated: the possibility of determining the basic SI units using FFS (fundamental physical constants), the choice of the required set of FFS, possible spatial changes (variations) of FFS, their possible instability over time and the effect of possible variations of FFS on the system of units, etc.

The methodology of metrology, like the methodology of any other scientific discipline, forms its conceptual apparatus, determines the structure of scientific knowledge, methods of substantiation and development of knowledge - epistemological principles of metrology. Methodology determines the characteristics of a scientific discipline, the role and place of metrology among other scientific disciplines. The need to formulate the main methodological principles of metrology is quite well understood by metrologists. The epistemological foundations of metrology, the axiomatics of the main principles of metrology, and its scientific methodological foundations have been repeatedly asked and studied by metrologists. Metrology, on the one hand, is the science of measurements dealing with the quantitative evaluation of the characteristics of physical quantities determined in the measurement process and the creation of appropriate measuring tools. On the other hand, metrology is a type of activity (ensures the unity of measurements), therefore methodological issues of metrology related to its conceptual apparatus and epistemological issues related to a specific field of scientific knowledge are of particular interest. The methodology of each science contains its own principles to define its main concepts. Let's consider the experience developed in metrology on the example of the history of the establishment of the standard unit of length - the meter. According to the decision of the First General Conference on Weights and Measures (1889), a platinum-iridium bar with a symmetrical x-shaped cross-sectional profile with two groups of bars, three bars in each group, was chosen as the standard. The distance between the middle lines of these groups was taken as 1 m. At the same time, the need to associate the standard with the length of 1/4 of the arc of the Paris meridian actually disappeared.

The generation of the meter was carried out by performing a series of instrumental operations using a comparator. In 1960, the BSEC approved a new meter equal to the 1650763.73 wavelength of the orange line of the krypton-86 atom. The meter was produced by the interferometric method - by calculating the number of indicated wavelengths and the fractional part of the wavelength; the construction of the krypton lamp and the conditions for the excitation of the orange line were strictly prescribed. In both cases, the procedure for producing the meter consisted of performing a certain number of experimental operations. Through these operations, the content of the concept of length unit is established. This method of presenting empirical

concepts is called the operative method. Operativism as a system of formation of concepts in physics, full of physical content and claiming to be philosophy at the same time, was formed in 1927 by the physicist P. Bridgman. Operativism appeared at the beginning of the 20th century as a philosophical reaction to the outstanding achievements of physics - the creation of special (XEN) and general (ÜEN) theories of relativity and quantum mechanics. These theories were based on a more abstract mathematical formalism than before. This formalism became a part of physical theory filled with quite physical content, elements of mathematical formalism became physical concepts. Traditionally, physical concepts are understood as properties of physical objects determined in experience.P. Brisman offered a different interpretation - the content of the concept is determined not by the properties of the object, but by the operations performed on this concept: "The basic idea of operational analysis is quite simple, that is: until we determine the operations used in applying this concept in a certain situation, we do not know the meaning of the concept" .

The emergence of new fundamental theories led to the need to revise the classical concepts and methodological concepts of physics. In these theories, the problems of comparing theory with observations turned out to be non-trivial. The special theory of relativity ruled out the concept of absolute time, and this led to a revision of the concept of simultaneity in particular. In order to synchronize the clocks located at different points, it was solved operationally by the movements of the observer and the indication of the reference systems in which the devices and the observer are located. Quantum mechanics in its final form is formulated in terms of the psi-function (Schrödinger and Dirac equations), which is not directly observable in the experiment. There was the problem of proper definition of "observable quantities". The operational definitions proposed by P. Brigman have been useful in many cases to clarify the experimental content of some basic concepts of quantum mechanics. For example, they made it possible to overcome some of the paradoxes associated with the particle-wave dualism. For example, when applied to electrons (neutrons, photons, etc.), the paradox is eliminated as soon as a certain operating procedure is specified. So, if a Geiger counter is used in the measurement, corpuscular properties appear in the experiment. However, if an electron (neutron, photon, etc.) passes through the interferometer, only wave characteristics are detected in the particles at its output. P. Bridgman's approach in the form of "dimensional operantism" is still used to clarify the experimental content of some basic concepts of quantum mechanics. Examples of dualism of physical concepts also arise in classical physics. For example, the same physical quantity can manifest itself in two qualities - in the form of voltage and in the form of induction, depending on the conditions of electric field measurement (operational measurement procedures) in a homogeneous dielectric. Thus, if a gap is cut in a homogeneous dielectric, if a device is placed in its center, when the gap is directed parallel to the vector E, it will measure the voltage of the electrostatic field equal to the field strength E in the dielectric. If the cavity is oriented perpendicular to E, the same device will measure a voltage equal to the field induction D (in Gaussian units). The same is true for the magnetic field in a magnetic material. In this case, the indication of a certain measurement method allows to prevent the emergence of a formal paradox.P. Bridgeman intended to apply i to all physics. However, it soon became clear that, for example, theoretical physics cannot be suppressed within the framework of operativeism concepts. Theoretical physics rests on a foundation of abstract concepts and quantities, creating an idealized system of concepts that are often far from reality. In theoretical astronomy, for example, the Sun, in which the Earth and its moon, the Moon, can freely fit inside it, is considered as a material point. In general relativity, an idealized object consists of a set of four-dimensional coordinates and moments of time. Theoretical physics creates idealized bodies and concepts by considering properties common to many homogeneous physical objects or phenomena and exploiting abstract details, such as absolute blackbody, incompressible fluid, material point, psi-function, absolute space, absolute time, space -time curve (Riemann) etc.

Theoretical physics describes physical reality in precisely these abstract, idealized terms, "theoretical" concepts according to Carnap. The term "metaphysics" is also used. In philosophy, the concept of "metaphysical" is often used in the context of "beyond experience", "above experience" and refers to judgments that are not based on direct sense perception and experience. Such a concept goes back to Kant: "If physics presupposes nature, and we can get our understanding of nature only through experience, then the science above it will be called metaphysics. It's like knowledge that lies beyond the field of physics, on the other side of it." In the same context, this concept is used here. In terms of such abstract theoretical ("metaphysical") concepts and objects that cannot be directly observed, the laws of theoretical physics - Maxwell's equations, kinetic theory of gases, Schrödinger's equation, general relativity, etc. we can say that theoretical physics is essentially metaphysical due to its abstraction. Let's limit the scope of operativeism to metrology. This is in line with the tradition developed in metrology to define metrological concepts operationally. Metrological concepts are empirical concepts, they refer to observable, measurable quantities. Namely, empirical laws are formed through empirical concepts (Ohm's law, gas equation of state, Josephson

effect, etc.). As mentioned above, the laws of theoretical physics expressed in theoretical (metaphysical) terms are indirectly used by metrology. The relationship between theoretical and metrological (empirical) concepts is determined by correspondence rules, for example, the expression of temperature with the average kinetic energy of molecules, current density with the number and speed of electrons, etc.

B. In 1983, the XVII BECBK defined the meter as the length of the path traveled by light in a vacuum in a time interval of 1/299792458 s. This definition is not operational. Strictly following the 1983 definition of a real meter, imagine that the wavefront of the electromagnetic wave front passes through point A at the beginning of the meter (located at the first risk of the platinum-iridium rod), and the observer is located at point B, the second risk, at the end of the meter. When the electromagnetic wave reaches point B, the observer records the fact that the wavefront has passed through point B as a time stamp, and nothing else is recorded. It is impossible to estimate the distance traveled by a wave at a time marked point: for this, two signals are needed, two time marks defining the time interval, and the corresponding distance after multiplying it by the speed of light. The situation could be corrected if a mirror was placed at point B and the observation was made at the starting point A. In this case, it would be possible to observe the times of onset and arrival of the reflected signal at point A, by estimating twice the distance between points A and B, and then dividing by half to get the desired unit of length - the meter. However, the 1983 definition does not provide for such a procedure. The fact is that the process of wave reflection cannot be considered instantaneous, without duration. This is a complex process of interaction with the atoms of the mirror substance into which the light enters. Although the depth of penetration is very small, this process continues for some time, which, of course, is very small, but finite, which cannot be precisely calculated. For this reason, it is impossible to estimate the magnitude of the measurement uncertainty of the meter due to the effect of the mirror. In addition, in the presence of a mirror, instead of a plane monochromatic electromagnetic wave, it would be necessary to use (by definition) pulses of electromagnetic radiation with hard fronts, which would require recourse to currently undeveloped non-interferometric technology. Attempting to implement such a meter with existing means would lead to a catastrophic reduction in accuracy.

Of course, the strict definition of the 1983 meter uses the propagation of a plane monochromatic wave in vacuum. Such a non-operational definition of the meter arose due to the fact that in the process of incorporating the latest achievements of fundamental physics into metrology, metrologists abandoned the narrow metrological identification of their science and fell into the subject area of another scientific discipline, such as theoretical physics. Theoretical physics follows a different methodology. Although it operates with the same concepts as metrology (mass, space, time, etc.), it gives them a different, as mentioned above, "metaphysical" meaning. The same metaphysical concept is the "speed of light", which played a key role in defining the unit of length in 1983. In theoretical physics, this concept is a characteristic feature of the electromagnetic field, which clarifies its nature and essence. Namely, the distribution of the electromagnetic field, regardless of its frequency, propagates in vacuum at a constant speed. According to the theory of relativity, the speed of electromagnetic waves (the speed of light) has the same value in all inertial reference frames. It does not matter how this speed is measured or even its specific numerical value for the theory. In 1983, the authors of the definition of the meter used the concept of the speed of light taken from theoretical physics. Based on this theoretical concept, they formulated the theoretical concept of the unit of length, whose existence, as metaphysical, cannot be measured in practice (without operational operational content). This theoretical definition of the unit of length, based on the most recent (for that time) achievements of physics and technology, based on determining the exact speed of the speed of light, made it possible to use the previous operational definition, increasing the accuracy of the meter. By 1983, great progress was made in the creation of highly stabilized lasers - monochromatic radiation sources and a radio-optical bridge based on nonlinear diodes with a MDK structure, which made it possible to correlate the light range of laser beams with radio frequency. These two achievements together led to interferometric allowed to radically improve the method. First, instead of a krypton lamp with an orange line coherence length of about half a meter, it was possible to use a new light source - a laser with an almost perfect monochromatic radiation with a coherence length of hundreds of kilometers. Second, the radio-optical bridge made it possible to measure the laser frequency in cesium standard (standard) time-frequency units. Wavelength (λ) and frequency (ν) are related to the speed of light (c) by the following relationship: $\lambda\nu = c$. If the speed of light c is declared to be an accurate value without error, then the wavelength can be determined by knowing the frequency. In addition, by calculating the required number of wavelengths, you can arrive at the unit of length - one meter. The accuracy of 1960 meter production was determined by the width of the orange krypton-86 line. Since this line turned out to be asymmetric, there was even a problem of how to determine the meter - the maximum of the line or the center of gravity. The transition to narrower lines of laser sources

with well-known wavelengths eliminated this dilemma and opened prospects for improving the accuracy of meter production by interferometric methods. In 1983, the requirement of operational base metrology concepts was broken in the definition of the meter, but the tradition of operational definition was still preserved. While adopting a non-metrological definition of a meter, the CIPM also recommended (Recommendation 1 (CI-1983)) that the meter be derived interferometrically, taking into account advances in radio-optical measurements and new technological parameters, while maintaining continuity with the 1960 definition. The accuracy of meter production instantly increased by two orders of magnitude. Unlike the 1960 meter definition, instead of a single source - krypton lamp, a list of recommended laser light sources of monochromatic radiation appeared, periodically updated by the Length Advisory Committee and approved by the CIPM.

Due to important scientific discoveries (laser - 1959, Josephson effect - 1963, quantum Hall effect - 1980) and new technologies of measurement methods in metrology, it was possible to redefine the basic SI units by means of fundamental physical constants. The definition of meter in 1983 is one of the first such definitions. It depends on the speed of light, its price is fixed. Next are the definitions of kilogram, ampere, Kelvin, and mole. The correct formulation of the new definitions should take into account the characteristics of the methodology based on the operationally defined basic concepts of metrology.

Starting from the 80s of the last century, during the period of preparation for the introduction of the new definition of the meter (with additional explanations regarding its practical implementation), the interest in the relationship between fundamental physical theories, their constants and metrology in general, as well as the establishment of the system of units, in particular, increased significantly. At present, work in this direction is being carried out very intensively in all countries. In these works, various aspects of the relationship between metrology and fundamental physical constants are investigated: the possibility of determining the basic SI units using FFS, the choice of the required set of FFS, possible spatial changes (variations) of FFS, their possible instability with time, and FFS the effect of possible variations on the system of units, etc. In 2005, the Chairman of the Advisory Committee on Units (CCU) Professor Y.M. Mills, in co-authorship with his colleagues, proposed redefining the kilogram unit based on Planck's constant or Avogadro's number. In October 2005, at its 94th meeting, the CIPM adopted a recommendation to prepare for the introduction of new definitions of SI units such as kilogram, ampere, kelvin and mole: - Recommendation 1 (CI-2005). This work offers some options, showing new definitions for the four basic units. These definitions require the definition of four fundamental physical FFS: Planck's constant h, elementary electric charge e, Boltzmann's constant kB, and Avogadro's number NA, along with the previously determined value c of the speed of light. At the same time, it was proposed to accept the values of these constants at the level of their high precision determination, which was achieved in 2011 before the final decision was made.

The authors of the proposal relied on four preconditions, which coincided with the 2005 recommendations of the CIPM and CCU on the redefinition of the basic units of SI:

1) The general structure of SI - that is, the main SI quantities and their units - should remain unchanged, because, according to the authors, both quantities and units are modern and will meet the future needs of both metrologists and the entire scientific community, they are well known and recognized and is understood by the majority of SI users worldwide. This requirement clearly prevents serious changes in the structure of the SI;

2) The new definition of the SI unit does not necessarily reduce the uncertainty in its implementation. The authors believe that the advantages for both metrology and science in general of replacing the existing definition of the kilogram with a definition related to the exact value of Planck's constant h and the existing definition of the Kelvin by a definition related to the exact value of the Bolsmann constant kB, such that the SI unit of mass and the unit of thermodynamic temperature avoids any slight increase in possible uncertainty during a realization;

3) the units to be redefined and the constants to which they are associated should be chosen in such a way that there are advantages for both fundamental and practical metrology. This position, which is not sufficiently independent from the previous position, contains a problem. Metrology must meet not only the requirements of trade in the supermarket, the market, but also the requirements of modern technologies and extremely accurate scientific measurements. However, the requirements of these fields are contradictory. For commerce in general, the convenience of work and the reduction of time and material costs without special requirements for the accuracy of measurements, and for physics and quantum physics in general, the accuracy of measurements, in particular the smallest possible measurement uncertainties;

4) the new definition of the unit should not cause a violation of the values of this unit. This means that the chosen values of Planck's constant h, elementary electric charge e, Boltzmann's constant kB and Avogadro's

constant NA used in the new definitions should be as close to their SI values as modern knowledge allows. Therefore, it is simply impossible to choose the values of Planck's constant h90 and elementary charge constant e90 based on the usual values of, for example, Josephson and von Klitzing Kj-90 = 2e90/h90 = 483594.9 GHzB-1 and Rk-90 = h90·e290 = 25812.807 Ω , because the values of Kj-90 and Rk-90 differ significantly from the best values of the Josephson and von Klitzing constants, Kj and RK expressed in SI units, as known from the set of constant values recommended by CODATA in 2002.

The proposals to redefine the four units are based on the same principle used in the definition of the meter in 1983. Four relevant constants h, e, kB, and NA are proposed to be accurately determined with known zero uncertainty and used to determine the kilogram, ampere, kelvin, and mole. The determination of the prescribed rates of any FFS cannot be decided by a simple vote at any meeting. Of course, the example of determining the speed of light and redefining the unit of length inspires similar actions in relation to other physical constants, but the situation with the four constants proposed for fixation is not the same as with the speed of light in the early 80s of the last century. Then conditions were obtained to determine the frequency and speed of light with high accuracy, which was two orders of magnitude ahead of the length measurement accuracy. This position made it possible to determine the exact value of the speed of light. At the same time, the accuracy of the realization of the unit of length increased, not because the speed of light was constant, but because the appropriate technical means were obtained. As for four more constants: Planck's constant, h, elementary electric charge e, Bolsmann's constant kB and Avogadro's number NA, the current state of affairs is not like this: the premature fixation of the modern values of these constants can seriously hinder the development of both fundamental physics and metrology. For example, the new definition of the kilogram using a crème crystal and Avogadro's number requires improving the accuracy of Avogadro's number from zero to one and a half to two digits (one and a half to two orders of magnitude), which, according to various predictions, could take 20-25 years, and this would mean It is not possible. Such a kilogram, as shown, can be one step ahead of the "electric kilogram" in its accuracy. Let's note one more aspect of determining the exact values of FFS. In general, fundamental constants differ from ordinary physical (measurable) quantities. This is especially clear when determining the exact value of a special constant (fixation). Thus, the speed of light c0 is constant in the equations of electrodynamics. This constant is determined and fixed with zero uncertainty. However, the speed of propagation of real light in this constant measurable vacuum c is not a quantity, and in principle it cannot be measured accurately. When c0 is fixed and determined by the uncertainty of the value of the speed of light, it passes from the possible uncertainty of the measurement of the speed of light to the uncertainty that arises when the necessary conditions for the propagation of light are fulfilled,

$$c \neq c0.$$

Therefore, it is necessary to take this situation into account when performing the definition of meter (direct or interference) in SI. This case can be ignored when performing the definition of a meter in a vacuum, because the relationship between frequency and wavelength in a vacuum:

$$\mathbf{c_0 = \nu\lambda,}$$

here ν - radiation frequency, λ is its fundamental wavelength, c0 - contains the fundamental constant.

References

1. Hashimov A., Hasanov Y. Basics of Legislative Metrology. Baku: Elm, 2011
2. Gasanov Yu.N., Velichko O.N., Gordienko T.B. Metrological traceability normative and main components. Baku, 2010 (In Russion)
3. International Dictionary of Legal Metrology Terms (VİML), OİML, Paris, edition 2000. (In Russion)
4. JCGM 200:2008. International Vocabulary of Metrology - Basic and general concepts and associated terms, 3rd Edition. Joint Committee for Guides in Metrology.
5. Gasanov Yu.N., Velichko O.N., Gordienko T.B. Processing of measurement results: basics and regulatory support. Baku, 2011 (In Russion)

XÜLASƏ

DÖRD ƏSASLI VAHİDLƏRİNİN YENİ TƏRİFLƏRİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Həsənov Y.N.

Açar sözlər: *metrologiya, etalon, FFS (fundamental fiziki sabitlər),nisbilik nəzəriyyəsi.*

Etalonların yeni təriflərinin tətbiqi dövründə (onun praktik reallaşdırılması ilə bağlı əlavə izahatlarla) fundamental fiziki nəzəriyyələr, onların sabitləri və ümumilikdə metrologiya arasındakı əlaqəyə maraq kimi, eləcə də vahidlər sisteminin qurulması, xüsusilə də, xeyli artmışdır. Hazırda bütün ölkələrdə bu istiqamətdə işlər çox intensiv aparılır. Bu işlərdə metrologiya ilə fundamental fiziki sabitlər arasında əlaqənin müxtəlif aspektləri araşdırılır: FFS (fundamental fiziki sabitlər)dən istifadə edərək əsas SI

vahidlərinin müəyyən edilməsinin mümkünlüyü, tələb olunan FFS dəstinin seçimi, FFS-nin mümkün fəza dəyişiklikləri (variyasiyaları) zamanla onların mümkün qeyri-sabitliyi və FFS-nin mümkün variyasiyalarının vahidlər sisteminə təsiri və s.

РЕЗЮМЕ
ОСОБЕННОСТИ НОВЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ЧЕТЫРЕХ ОСНОВНЫХ ЕДИНИЦ СИ
Гасанов И.Н.

***Ключевые слова**: метрология, эталон, ФФС (фундаментальные физические константы), теория относительности.*

В период применения новых определений эталонов (с дополнительными пояснениями, касающимися его практической реализации) интерес к связи между фундаментальными физическими теориями, их константами и метрологией в целом, а также к установлению системы единиц, в частности, значительно увеличилось. В настоящее время работа в этом направлении ведется очень интенсивно во всех странах. В этих работах исследуются различные аспекты взаимосвязи между метрологией и фундаментальными физическими константами: возможность определения основных единиц СИ с помощью ФФС (фундаментальные физические константы), выбор необходимого набора ФФС, возможные пространственные изменения (вариации) FFS, их возможная нестабильность во времени и влияние возможных вариаций FFS на систему единиц и др.

KÖÇÜRMƏ TƏNLİYİNİN FƏRQLƏR ÜSULU İLƏ HƏLLİ

Rzayeva G.F., Qəhrəmanov P.F.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
haciyevag84@mail.ru, polad49@mail.ru

***Açar sözlər:** hidrodinamik, bircins mühit, approksimasiya, hamar, şəbəkə*

Xarici mənbə kütləli hidrodinamik maye selinin texniki və texnoloji proseslərin müxtəlif sahələrinə praktiki tətbiqi əsas rol oynayır. Burada $f(x,t)$ xarici mənbəli mayenin köçürmə tənliyinin ədədi həllinə baxılır. Bu halda köçürmə tənliyini (xüsusi halda xətti dalğa tənliyini) aşağıdakı formada təqdim etmək olar [2]:

$$\frac{\partial u}{\partial t}+c\frac{\partial u}{\partial x}=f(x,t),\quad c>0. \tag{1}$$

Bu tənlik bircins mühitdə xətti dalğaların (c sürətlə hərəkət edən) yayılması prosesini təsvir edir. Bircins dalğa tənliyi x oxu boyunca c sürətlə yayılan xətti hiperbolik tənliyi təsvir edir. (1) tənliyinin ədədi həlli üçün Laks üsulunu tətbiq edək. Tənliyi aşağıdakı kimi skalyar şəkildə yazaq:

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial F}{\partial x}=f(x,t) \tag{2}$$

Burada u və $F(u)$ funksiyaları vektorlardır. (2) tənliyini aşağıdakı şəkildə yazaq:

$$\frac{\partial u}{\partial t}+A\frac{\partial u}{\partial x}=f(x,t), \tag{3}$$

burada ümumi şəkildə $A=A(u)$ - $\frac{\partial F_i}{\partial u_j}$ Yakobi matrisidir, burada $A=\frac{dF}{du}$. Tənlik xüsusi törəməli hiperbolik tənlik olduğundan A matrisinin bütöv məxsusi ədədləri həqiqidir. (3) tənliyinin həlli o vaxt hamar adlanır ki, funksiya oblastın daxilində kəsilməz olsun, oblastın sərhəddində isə törəmələrinin kəsilmə nöqtələri olsun (tənliyin həlli Lipşisə görə kəsilməzdir). Əgər fəzanın səthinin bəzi (x,t) hissələrində u funksiyası kəsilməzdirsə qalan hər yerdə hamardırsa, onda həmin həllə (3) tənliyinin zəif həlli deyilir. u funksiyasının sıçrayışının uzunluğu üzərinə kəsilmə səthindən keçərkən müəyyən məhdudiyyət qoyulur. Fərqlər sxemini qurmaq üçün (2) tənliyinin divergent formada yazılışından istifadə edirik. Tutaq ki, D oblastının sərhəddi absis oxunu $O(0,0)$ və $A(1,0)$ nöqtələrində kəsir. OA parçasını bərabər hissələrə bölək. Bölgü nöqtələrindən (2) tənliyinin $x-\frac{2}{3}(-y)^{\frac{3}{2}}=2nh$, $x+\frac{2}{3}(-y)^{\frac{3}{2}}=2nh,\quad n=0,1,2,\ldots$, xarakteristikalarını keçirək. $y<0$ olanda D oblastının daxilinə və sərhəddinə düşən və həmin xarakteristikaların kəsişməsində yerləşən düyün nöqtələrini götürsək qeyri-müntəzəm $\overline{\omega}_h\subset\overline{D}$ şəbəkəsini

alarıq: $\omega_h = \left\{ (x_k, y_m) / x_k = kh,\ \ y = -y_m,\ \ y_m = \left(\frac{3}{2}mh\right)^{\frac{2}{3}},\ \ k,m = 0,1,2,... \right\}$. Şəbəkənin bütöv nöqtələri $y = -y_m,\ \ m = 0,1,...$ düz xətti üzərində yerləşir. (1) keçirmə tənliyi üçün iki sadə aşkar biraddımlı fərqlər sxemini yazaq:

$$\frac{u_j^n - u_j^{n-1}}{\Delta t} + c\frac{u_j^n - u_{j-1}^n}{2\Delta x} = f_j^n, \tag{4}$$

$$\frac{u_j^{n+1} - u_j^n}{\Delta t} + c\frac{u_{j+1}^n - u_{j-1}^n}{2\Delta x} = f_j^n\ . \tag{5}$$

Aydındır ki, bu sxemin approksimasiya xətası $O(\Delta t, \Delta x)$ və $O(\Delta t, \Delta x^2)$. (4) və (5) sxemlərinin hər birinə bir naməlum u_j^{n+1} daxil olduğundan həmin sxemlər aşkar sxemlərdir.

(4) və (5) fərqlər sxeminin Neyman üsulu ilə dayanıqlığını yoxlasaq görərik ki, həmin sxem tamamilə dayanıqlı deyil və dalğa tənliyinin ədədi həlli üçün yararsızdır.

(5) fərqlər sxemində u_j^n-i $\frac{u_{j+1}^n + u_{j-1}^n}{2}$ ilə əvəz etsək Eyler üsulu ilə dayanıqlı etmək olar. Nəticədə Laks sxemini alırıq:

$$\frac{u_j^{n+1} - \left(u_{j+1}^n - u_{j-1}^n\right)/2}{\Delta t} + c\frac{u_{j+1}^n - u_{j-1}^n}{2\Delta x} = f_j^n \tag{6}$$

Bu aşkar biraddımlı, birinci tərtib dəqiqliyi və $O(\Delta t, (\Delta x)^2 / \Delta t,)$ approksimasiya xətası olan sxemdir. Bu sxem

$$|\nu| = \left|\frac{c\Delta t}{\Delta x}\right| \le 1 \tag{7}$$

olanda dayanıqlı sxemdir.

Laks üsulunu tətbiq edərək (2) tənliyinin approksimasiyası üçün mərkəzi approksimasiyadan istifadə edək, ancaq tənliyin birinci toplananını

$$u_j^{n+1} = u_j^n - \frac{\Delta t}{\Delta x}\frac{F_{j+1}^n - F_{j-1}^n}{2} + f_j^n \cdot \Delta t \tag{8}$$

iki qonşu düyün nöqtələrinin həndəsi ortası kimi verək:

$$u_j^{n+1} = \frac{u_{j+1}^n + u_{j-1}^n}{2} - \frac{\Delta t}{\Delta x}\frac{F_{j+1}^n - F_{j-1}^n}{2} + \Delta t \cdot f_j^n\ . \tag{9}$$

(13) tənliyi üçün $F = u^2/2$. Bu halda keçid əmsalı aşağıdakı kimi olar: $G = \cos\beta - i\frac{\Delta t}{\Delta x}A\sin\beta$, burada $A = dF/du$ Yakobianı (2) tənliyi üçün u-ya bərabərdir. Laks sxeminin dayanıqlıq şərti $\left|\frac{\Delta t}{\Delta x}u_{\max}\right| \le 1$. Burada $u_{\max}$ – A matrisinin ən böyük məxsusi ədəddir və ancaq bir u elementindən ibarətdir. OC: $x - \frac{2}{3}(-y)^{\frac{3}{2}} = 0$, AC: $x + \frac{2}{3}(-y)^{\frac{3}{2}} = 1$, xarakteristikaları və OX oxunun OA parçası ilə əhatə olunmuş D oblastında

$$\left.u\right|_{(OA)_h} = \varphi_h(x);$$
$$\left.u\right|_{(OC)_h} = \psi_h(x) \tag{10}$$

şərtlərini ödəyən (2) tənliyi üçün qoyulmuş sərhəd məsələsinə baxaq: Burada $\varphi(0) = \psi(0),\ \ \varphi(x) \in C^{(2)}[OA],\ \ \psi(x) \in C^{(2)}[OC],\ \ f(x,y) \in C^{(2)}(\overline{D}).$

Qeyri-müntəzəm $\overline{\omega}_h$ şəbəkəsində (9), (10) məsələsinə baxaq. (9) tənliyi ω_h şəbəkəsinin nöqtələri üçün aşağıdakı kimi olar: $u_j^{n+1} = Mu_{j+1}^n + M_1 u_{j-1}^n - M_2 F_{j+1}^n + M_3 F_{j-1}^n . + \overline{M}_3 f_j^n$.

Teorem

$$u_j^{n+1} = \frac{u_{j+1}^n + u_{j-1}^n}{2} - \frac{\Delta t}{\Delta x}\frac{F_{j+1}^n - F_{j-1}^n}{2} + \Delta t \cdot f_j^n$$

və $u\Big|_{(OA)_h} = \varphi_h(x);$ $u\Big|_{(OC)_h} = \psi_h(x).$

məsələsinin həlli φ_h, ψ_h başlanğıc qiymətlərinə və fərqlər tənliyinin f_h sağ tərəfinə görə dayanıqlıdır, yəni φ_h, ψ_h və f_h funksiyalarının kiçik dəyişməsində fərqlər tənliyinin u_h həlli kiçik dəyişir.

İsbatı. Hər hansı $(k-1, m)$ indeksli nöqtəyə baxaq. Sadəlik üçün fərz edək ki, həmin nöqtə $h \to 0$ şərtində $\overline{\omega}_h$ şəbəkələr ardıcıllığının düyün nöqtələridir. (9) tənliyini bu nöqtələr üçün aşağıdakı şəkildə alarıq: $\left|u_m^k\right| \le M\left|\varphi_h\right| + M_1\left|\varphi_h\right| + M_2\left|\psi_h\right| + M_3\left|\psi_h\right| + \overline{M}_3\left|f_j^n\right|$, buradan $\left|u_m^k\right| \le 2\left\lfloor\left|\varphi_h\right| + \left|\psi_h\right|\right\rfloor + \left|f_j^n\right|$.

$0 < M,\ M_1, M_2, M_3, \overline{M}_3 < 1$ olduğundan (9) tənliyini $(k-1, m+1)$ nöqtəsi üçün yazaq: $u_{m+1}^k = Mu_{m+2}^{k-1} + M_1 u_m^{k-1} - M_2 F_{m+2}^{k-1} + M_3 F_m^{k-1} + \tilde{M}_3 f_j^n$ onda alarıq. $0 < M,\ M_1, M_2, M_3, \tilde{M}_3 < 1$ olduğundan: $\left|u_{m+1}^k\right| < 4\left\lfloor\left|\varphi_h\right| + \left|\psi_h\right|\right\rfloor + \tilde{M}_3\left|f_j^n\right|$ $(N, M-1)$ nöqtəsi üçün aşağıdakı şərt ödənər: $\left|u_{M-1}^k\right| \le \overline{M}\left|\varphi_h\right| + \overline{\overline{M}}\left|\psi_h\right| + \tilde{M}_3\left|f_j^n\right|$ (N, M) nöqtəsi üçün yuxarıdakı mülahizələri nəzərə alsaq alarıq: $u_M^{N+1} = \overset{\circ}{M}u_{M+1}^N + \overset{\circ\circ}{M}u_{M-1}^N - \tilde{M}F_{M+1}^N + \tilde{\tilde{M}}F_{M-1}^N + \tilde{\tilde{M}}_3\left|f_j^n\right|$. Buradan alırıq ki, $\left|u_M^{N+1}\right| \le M_4\left|\varphi_h\right| + M_5\left|\psi_h\right| + \tilde{M}_3\left|f_j^n\right|$. Əgər $M_6 = \max(M_4, M_5, \tilde{M}_3)$ işarə etsək, onda alarıq: $\max_{\overline{\omega}_h}\left|u_M^{N+1}\right| \le M_6 \max\left(\left|\varphi_h\right|, \left|\psi_h\right|, \left|f_j^n\right|\right)$. Bu da fərqlər sxeminin dayanıqlılığını göstərir.

Beləliklə, riyazi induksiya üsulu ilə isbat etdik ki, $\overline{\omega}_h$ şəbəkəsinin bütöv nöqtələrində $\max_{\overline{\omega}_h}\left|u_j^{n+1}\right| \le M_7 \max\left(\left|\varphi_h\right|, \left|\psi_h\right|, \tilde{M}_3\left|f_j^n\right|\right)$ qiymətləndirməsi doğrudur, Burada $M, M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, M_7, \overline{M}, \overline{\overline{M}}, \overset{\circ}{M}, \overset{\circ\circ}{M}, \tilde{M}, \tilde{\tilde{M}}$ hər hansı sabitlərdir. Buradan aydındır ki, φ_h, ψ_h başlanğıc funksiyalarının qiymətləri kiçik dəyişdikdə fərqlər məsələnin u_j^{n+1} həlli də kiçik dəyişir. Teorem isbat olundu.

Approksimasiya dəqiqliyini yüksəltmək üçün fərz edək ki, $\overline{\omega}_h$ əsas şəbəkə, $\overline{\omega}_{h_1}$ və $\overline{\omega}_{h_2}$ isə kiçildilmiş şəbəkələrdir, $h_2 < h_1 < h$. Əgər ilkin diferensial tənlikdə $u(x, y)$ və $f(x, y)$ funksiyaları (x, y) dəyişənlərinin kifayət qədər hamar funksiyasıdırsa, onda şəbəkə həllinin dəqiqlik dərəcəsini artırmaq üçün eyni bir (6), (10) məsələni $\overline{\omega}_h$, $\overline{\omega}_{h_1}$, $\overline{\omega}_{h_2}$ şəbəkələr ardıcıllığı üçün hesablamaq olar. Fərz edək ki,

$$u_h = u + \sum_{s=1}^{n-1} \alpha_s(t)\, h^s + \alpha_n(t, h)\, h^n \tag{11}$$

asimptotik ayrılışı doğrudur, Burada $\alpha_s(t)$ h-dan asılı deyil. $\left|\alpha_n(t, h)\right| \le M$ və həlli $O\left(h^n\right)$ dəqiqliklə almaq üçün fərqlər məsələsini $h_1, h_2, \ldots, h_n$ addımları üçün *n* dəfə hesablamaq lazımdır.

$u(x, y)$ və $f(x, y)$ funksiyalarının hamarlılığından ψ approksimasiya xətası üçün aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$\psi = \sum_{s=1}^{n-1} \beta_s(t)\, h^s + \beta_n(t, h)\, h^n, \tag{12}$$

Burada $\beta_s(t)$ h-dan asılı deyil, $|\beta_n(t,h)| \le M$. $\alpha_s(t)$ funksiyası $s = 1,2,...,n-1$ olduqda $L\alpha_s = \beta_s(t)\sum_{m=1}^{s-1}\gamma_m(t)$ tənliyinin həllidir. Qeyd edək ki, (12) ifadəsində h^s-in bütöv tərtibləri iştirak etməyə də bilər, onda uyğun əmsallar $\beta_s \equiv 0$ olur. (11) ifadəsinə uyğun olaraq $\overline{\omega}_h$, $\overline{\omega}_{h_1}$, $\overline{\omega}_{h_2}$ şəbəkələrinə tətbiq etsək, (6), (10) məsələsinin həllini

$$\left.\begin{aligned} u_h &= u + \alpha_1(t)\,h^{\frac{2}{3}} + \alpha_2(t)\,h^{\frac{4}{3}} + o(h^2), \\ u_{h_1} &= u + \alpha_1(t)\,h_1^{\frac{2}{3}} + \alpha_2(t)\,h_1^{\frac{4}{3}} + o(h_1^2), \\ u_{h_2} &= u + \alpha_1(t)\,h_2^{\frac{2}{3}} + \alpha_2(t)\,h_2^{\frac{4}{3}} + o(h_2^2) \end{aligned}\right\} \tag{13}$$

şəklində (13)-ə əsaslanaraq $\overline{\omega}_{\tilde{h}} = \overline{\omega}_h \cap \overline{\omega}_{h_1} \cap \overline{\omega}_{h_2}$ şəbəkə oblastında (9), (10) məsələsinin həllini isə

$$u_{\tilde{h}} = c_1 u_h + c_2 u_{h_1} + c_3 u_{h_2}, \tag{14}$$

şəkildə axtara bilərik, Burada c_1, c_2, c_3-məlum olmayan əmsallardır və sonra hesablanacaq.

(13)-ü nəzərə alsaq (14)-dən alarıq:

$$u_{\tilde{h}} = c_1\left[u + \alpha_1(t)\,h^{\frac{2}{3}} + \alpha_2(t)\,h^{\frac{4}{3}} + o(h^2)\right] + c_2\left[u + \alpha_1(t)\,h_1^{\frac{2}{3}} + \alpha_2(t)\,h_1^{\frac{4}{3}} + o(h_1^2)\right] +$$

$$+ c_3\left[u + \alpha_1(t)\,h_2^{\frac{2}{3}} + \alpha_2(t)\,h_2^{\frac{4}{3}} + o(h_2^2)\right]$$

c_1, c_2, c_3 əmsalları üçün qruplaşdırmadan sonra alarıq:

$$c_1 + c_2 + c_3 = 1, \quad c_1 h^{\frac{2}{3}} + c_2 h_1^{\frac{2}{3}} + c_3 h_2^{\frac{2}{3}} = 0, \quad c_1 h^{\frac{4}{3}} + c_2 h_1^{\frac{4}{3}} + c_3 h_2^{\frac{4}{3}} = 0.$$

Aydındır ki, bu sistemin determinantı sıfırdan fərqlidir. Onda

$$c_1 = \left[1 + \frac{h^{\frac{4}{3}} - h^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}}}{h_1^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}} - h_1^{\frac{4}{3}}} - \frac{h^{\frac{4}{3}}}{h_2^{\frac{4}{3}}}\right]^{-1}, \quad c_2 = \left[1 + \frac{h^{\frac{4}{3}} - h^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}}}{h_1^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}} - h_1^{\frac{4}{3}}} - \frac{h_1^{\frac{4}{3}}\left(h^{\frac{4}{3}} - h^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}}\right)}{h^{\frac{4}{3}}\left(h_1^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}} - h_1^{\frac{4}{3}}\right)} - \frac{h^{\frac{4}{3}}}{h_2^{\frac{4}{3}}}\right]^{-1} \frac{h^{\frac{4}{3}} - h^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}}}{h_1^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}} - h_1^{\frac{4}{3}}}$$

$$c_3 = \left[1 + \frac{h^{\frac{4}{3}} - h^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}}}{h_1^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}} - h_1^{\frac{4}{3}}} - \frac{h_1^{\frac{4}{3}}\left(h^{\frac{4}{3}} - h^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}}\right)}{h^{\frac{4}{3}}\left(h_1^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}} - h_1^{\frac{4}{3}}\right)} - \frac{h^{\frac{4}{3}}}{h_2^{\frac{4}{3}}}\right]^{-1} \left[-\frac{h^{\frac{4}{3}} - h^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}}}{h_1^{\frac{2}{3}}h_2^{\frac{2}{3}} - h_1^{\frac{4}{3}}} \cdot \frac{h_1^{\frac{4}{3}}}{h_2^{\frac{4}{3}}} - \frac{h^{\frac{4}{3}}}{h_2^{\frac{4}{3}}}\right]$$

Həlli verilmiş dəqiqliklə tapmaq üçün əməliyyatların sayını təyin edək. Bunun üçün $\overline{\omega}_h$ şəbəkəsinin bütöv laylarını aşağıdakı qaydada nömrələyək: birinci lay olaraq ən aşağıdakı layı götürək, ikinci lay olaraq $|y|$-in azalma istiqamətindəki layı götürək, üçüncü lay olaraq – həmin qayda ilə sonrakı layı götürək və s. Tutaq ki, $\overline{\omega}_h$ şəbəkəsində M lay var. Onda $\overline{\omega}_h$ üzərində $m = 1+2+...+M$ düyün nöqtəsi olacaq. Tutaq ki, (9) düsturu ilə u_j^{n+1}-in qiymətini hesablamaq üçün L əməliyyat tələb olunur. Onda əməliyyatların ümumi sayı aşağıdakı formula ilə hesablanar: $Q = L \cdot M\,\frac{1+M}{2}$. (1) tənliyinin həllini

$u(x,t) = t^2 + 2\pi \sin 2\pi x$ kimi götürək. Onda model məsələ :

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} = 2t + 4\pi^2 \cos 2\pi x, \quad u\Big|_{OA} = 2\pi \sin 2\pi x, \quad u\Big|_{OC} = t^2.$$

Ədəbiyyat

1. Гахраманов П.Ф., Исмайлов Р.Ш. К теории подобия гидродинамических процессов с тепломассообменом // СГУ. Научные известия. Том 8, №1, 2008, с. 3-8.
2. Гахраманов П.Ф., Гаджиева Г.Ф., Исмайлов Р.Ш. Численное решение уравнения переноса методом конечных разностей // Фундаментальные и прикладные проблемы науки. Том 2. Материалы VII Международного симпозиума. Москва, 2012, с. 136-142.
3. Гахраманов П.Ф., Гаджиева Г.Ф. Об одном подходе к построению разностных схем для уравнений Навье-Стокса / Материалы VIII международной конференции по неравновесным процессам в соплах и струях (NPNJ 2012), Москва, 2012, стр. 209-212.

РЕЗЮМЕ

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ПЕРЕДАЧИ РАЗНОСТНЫМ МЕТОДОМ

Рзаева Г.Ф., Гахраманов П.Ф.

Ключевые слова: *гидродинамика, однородная среда, аппроксимация, гладкая, сеть*

Рассматривается нестационарные течения поводковых стоков в водопроводящих сооружениях с притоком и оттоком дождевых вод. Водоток рассматривается с точками притока и оттока воды, для которых известны геометрические характеристики, расходы в таких точках притока и отбора, расход и уровень вводы водотока в начале расчета.

SUMMARY

SOLUTION OF THE TRANSMISSION EQUATION BY THE DIFFERENCE METHOD

Rzayeva G.F., Gahramanov P.F.

Key words*: hydrodynamics, homogeneous medium, approximation, smooth, network*

The article considers unsteady currents of driving runoffs in water-carrying structures with inflow and outflow of rainwater. The watercourse is considered with points of inflow and outflow of water, for which the geometric characteristics, the flow rates in such inflow and withdrawal, the flow rate and the level of watercourse inputs at the beginning of the calculation are known.

.

MÜSTƏVİ DALĞALARIN YAYILMASI MƏSƏLƏSİNİN TƏDQİQİ

Rzayeva V.G.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

vefa.asgerova77@mail.ru

Açar sözlər: *izotrop, bircins, özlüelastik, armirəedilmiş, nüvə.*

Məlumdur ki, polimer və kompozit materialların reoloji xassələri onun daxili quruluşundan asılıdır. Ona görə də bu materiallardan hazırlanmış konstruksiya elementlərinin dayanıqlığını öyrənmək üçün bu effekt mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Qeyd edək ki, armirələnmə bir istiqamətdə olduqda məələ asanlaşır, kvadrat və üçbucaq şəklində armirələnmiş materialların öyrənilməsi daha mürəkkəb olur.

Məqalədə özlüelastik izotrop bircins lövhələrin rəqs məsələsi araşdırılır. Baxılan məsələ riyazi olaraq xüsusi törəməli inteqro-diferensial tənliyin həllinə gətirilir və məsələ elastik məsələnin həllindən elastiklik modulunu kompleks modulla əvəz etməklə alındığı göstərilmişdir.

Məlumdur ki, izotrop bircins elastik mühitdə müstəvi dalğaların yığıması məsələsinin həlli hiperbolik tip xüsusi törəməli ikitərtibli diferensial tənliyin həllinə gətirilir və tənlik aşağıdakı şəkildədir.

$$\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} = c^2 \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} \tag{1}$$

Burada $u(x,t)$ yerdəyişmə, $c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ -dalğa sürəti, E - elastiklik modulu, ρ -mühitin sıxlığıdır.

Əgər mühitin materialların xassəsi nəzərə alınarsa uyğun məsələnin həlli Volterra tipli inteqro-diferensial

$$c^2(1-\Gamma^*)\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2}=\frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial t^2} \tag{2}$$

tənliyin həllinə gətirilir. Burada $\Gamma^* v(t)=v(t)-\int_0^t \Gamma(t-\tau)v(\tau)d\tau$ bərabərliyi ilə təyin olunan operatordur.

Başlanğıc şərt

$$u(x,t)=\frac{\partial u(x,t)}{\partial t}=0;\ t=0 \tag{3}$$

şəklində qəbul edirik. $u(x,\theta)=0$ başlanğıc yerdəyişməni, $\frac{\partial u(x,0)}{\partial t}=0$ şərti isə yerdəyişmənin sürətini təyin edir. Sərhəd şərtləri isə baxılan məsələnin xarakterindən asılı olaraq müxtəlif ola bilər.

(1) tənliyinin həllini

$$u(x,t)=\exp[i\omega(t+q\frac{x}{c})] \tag{4}$$

şəklində axtarırıq. Burada $q=p_1+ip_2$ kompleks ədəddir.

(4) həllini aşağıdakı kimi yaza bilərik:

$$u(x,t)=\exp\left(-\frac{\omega p_2 x}{c}\right)\exp[i\omega(t+p_1\frac{x}{c})] \tag{5}$$

Bu bərabərlikdə birinci vuruq dalğa prosesinin sönməsini xarakterizə edir. Əgər (4) bərabərliyini (1) tənliyində nəzərə alsaq

$$q=\frac{1}{\sqrt{1+\Gamma_c-i\Gamma_s}} \tag{6}$$

alarıq. Hər bir konkret nüvə üçün son bərabərlikdə həqiqivə xəyali hissəni ayırsaq P_1 və P_2-ni təyin edərik. Burada

$$\Gamma_c=\int_0^\infty \Gamma(\tau)\cos\pi d\tau;\ \Gamma_s=\int_0^\infty \Gamma(\tau)\sin\pi d\tau$$

işarə edilmişdir.

Bu bərabərliklərdən görünür ki, Γ_s və Γ_c kəmiyyətləri kiçik kəmiyyətlərdir. Onda (6) bərabərliyini

$$q\approx 1-\frac{1}{2}(\Gamma_c-i\Gamma_s)$$

şəklində yazmaq olar.

Əgər $p_1\approx 1,\ p_2\approx\frac{1}{2}$ $\Gamma_s=\frac{E-E_\infty}{2E}$ olsa, ω-kiçik kəmiyyət olduğuna görə $\Gamma_c\approx\frac{E-E_\infty}{E}$, $\Gamma_s\approx 0$ olar. Buradan görünür ki, baxılan məsələnin həllini uyğun elastik məsələnin həllindən elastiklik modulunu kompleks modulla yaxud elastiklik sabitlərini kompleks ədədlərlə əvəz etməklə almaq olar.

Nəticə

1. Özlüelastiklik mühitində müstəvi dalğaların yayılması məsələsi araşdırılmışdır.
2. Elastik məsələnin həllindən özlüelastik məsələsinin həllinin alınması göstərilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Курбанов Н.Т. Исследование крутильных колебаний стержня прикрепленного к диску//SDU, Elmi xəbərlər, №1, Sumqayıt-2005, c.18-20
2. Курбанов Н.Т. Об одном асимптотическом решении волнового уравнения // SDU, Elmi xəbərlər, Sumqayıt, 2002, №4, c.49-51
3. Курбанов Н.Т., Алиева У.С. Исследование колебаний вязкоупругих цилиндрических оболочек при малой вязкости//Динамиіка і міцність машин. Вісник НТУ «Харківський Політехнічний Інститут», 2010, c.93-10
4. Филатов А.Н. Асимптотические методы в теории дифференциальных и интегро-дифференциальных уравнений. Ташкент: Фан, 1974, 216 с.

РЕЗЮМЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ПЛОСКИХ ВОЛН
Рзаева В.Г.

Ключевые слова: *изотропный, однородный, вязкоупругий, армированный, ядро.*

В статье исследуется задача о колебаниях однородной изотропной вязкоупругой пластины. Рассматриваемая задача математически сводится к дифференциальному уравнению в частных производных и показано, что рассматриваемая задача сводится к задаче с заменой модуля эластичности на комплексный модуль.

SUMMARY
INVESTIGATION OF THE PROBLEM OF PROPAGATION OF PLANE WAVES
Rzayeva V.G.

Key words: *isotropic, homogeneous, viscoelastic, reinforced, core.*

The article investigates the problem of vibrations of a homogeneous isotropic viscoelastic plate. The problem under consideration is mathematically reduced to a differential equation in partial derivatives, and it is shown that the problem under consideration is reduced to a problem with the replacement of the elasticity modulus by the complex modulus.

ZƏNCİRVARİ KƏSRLƏRDƏN İSTİFADƏ ETMƏKLƏ İQTİSADİ MƏSƏLƏNİN HƏLLİ

Şirinov R.H., Mirzəyev M.F., Mustafayeva G.V.
Azərbaycan Universiteti, Bakı, Azərbaycan
Rasim.Shirinov@au.edu.az, Mahir.Mirzayev@au.edu.az, Gulush.Mustafayeva@au.edu.az

Açar sözlər: *riyazi model, Diofant tənliyi, tam həllər, optimal variant.*

Məsələnin qoyuluşu. Transformator istehsal edən zavod bəzi detalları almaq üçün cihazqayırma zavodu ilə müqavilə imzalayır. Müqaviləyə görə il ərzində cihazqayırma zavodu 10000 detalı uyğun olaraq hər biri 500, 100 və 10 AZN olmaqla transformator istehsal edən zavoda verməlidir. Alıcı müəssisə bu məqsədlə 500000 AZN vəsaitin xərclənməsini nəzərdə tutur. Əlavə olaraq həmin detalların alınmasında aşağıdakı məhdudiyyətlər nəzərdə tutulur. Birinci növ detalın sayı 1400-1600 arasinda üçüncü növ detal isə 6500-dən çox olması planlaşdırılır.

***Tələb olunur*:** Hər növ detaldan nə qədər almaq lazımdır ki, nəzərdə tutlan vəsait tam xərclənsin və müəssisənin tələbatı tamamilə yerinə yetirilsin.

Əvvəlcə məsələnin İRM- ni tərtib edək. Bu məqsədlə aşağıdakı işarələməni qəbul edək.

X_1- I növ detalın sayı; X_2- II növ detalın sayı; X_3- III növ detalın sayı; N- Natural ədədlər çoxluğu; Z- Tam ədədlər çoxluğu.

1) Detalların ümumi sayına görə
$$x_1 + x_2 + x_3 = 10000$$
2) Müəssisədə detalların alınması üçün nəzərdə tutulan maliyyə vəsaitinə görə
$$500x_1 + 100x_2 + 10x_3 = 500000$$
3) Əlavə məhdudiyyət şərtinə görə :
$$1400 \leq x_2 \leq 1600$$
4) Əlavə məhdudiyyət şərtinə görə:
$$X_3 \geq 6500$$

Onda aşağıdakı riyazi məsələ alınar:

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + x_3 = 10000 \\ 50x_1 + 10x_2 + x_3 = 50000 \\ 1400 \leq x_2 \leq 1600 \\ x_3 \geq 6500 \; x_i \in N \; i = \overline{1,3} \end{cases}$$

Əvvəlcə ilk iki şərti sadələşdirək: Tərəf – tərəfə çıxsaq;

$$\begin{cases} 50x_1 + 10x_2 + x_3 = 50000 \\ x_1 + x_2 + x_3 = 10000 \end{cases} \Rightarrow \quad 49x_1 + 9x_2 = 40000 , \quad x_1 , x_2 \in N$$

Alınan tənlik iki məchullu xətti Diotont tənliyidir. Bu tənliyin həlli üçün zəncirvari kəsrlərdən istifadə edək.

$49x_1 + 9x_2 = 40000 , \quad x_1 , x_2 \in N ,$ $\frac{49}{9}$ kəsrini zəncirvari kəsr şəklində göstərək.

49	9	9	4	4	1
45	5	8	2	4	4
4		1		0	

Deməli $\frac{49}{9}$ rasional ədədi aşağıdakı kimi zəncirvari şəkildə göstərilib.

$\frac{49}{9} = [5; 2; 4]$

q_0=5, q_1=2, q_2=4

n=0, $\begin{cases} p_0 = 5 \\ q_0 = 1 \end{cases} \Longrightarrow$ n=1, $\begin{cases} p_1 = q_0 q_1 + 1 = 2 * 5 + 1 = 11 \\ q_0 = q_1 = 2 \end{cases}$

n=2, $\begin{cases} p_2 = p_1 q_2 + p_0 = 11 * 4 + 5 = 49 \\ Q_2 = Q_1 q_2 + Q_0 = 2 * 4 + 1 = 9 \end{cases}$

Onda Zəncirvari kəsrə yaxın kəsrlər aşağıdakı şəkildə olar

$\frac{P_0}{Q_0} = \frac{5}{1}$; $\frac{P_1}{Q_1} = \frac{11}{2}$; $\frac{P_2}{Q_2} = \frac{49}{9}$;

Axırıncıdan əvvəlinki kəsr: n=1, $\frac{P_1}{Q_1} = \frac{11}{2}$ olar cə c= 40000.

II mərhələ a=49, b=9, c=40000, $P_1 = 11$, $Q_1 = 2$, n=1

Başlanğıc həll;

$X_0 = (-1)^n$ *C*$Q_1 = (-1)^1$*40000*2=-80000

$Y_0 = (-1)^{n+1}$ *C*$P_1 = (-1)^2$*40000*11=-440000

III mərhələ: Başlanğıc həlldə tənliyin ödənilməsinin yoxlanılması;

49*(-80000)+ 9*440000 = -3920000+ 3960000=40000

Ümumi həll;

$\begin{cases} x = x_0 - bt \\ y = y_0 + at \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} x = -80000 - 9t \\ y = 440000 + 49t \end{cases} \Longrightarrow$ t∈Z

Onda məsələnin İRM-nə görə yaza bilərik;

$\begin{cases} x_1 = -80000 - 9t \\ x_2 = 440000 + 49t \\ x_3 = 10000 - (x_1 + x_2) \end{cases} \Longrightarrow$ t∈Z

Məsələnin şərtinə görə, x_i∈N, i=$\overline{1,3}$ və t∈Z.

Onda yaza bilərik;

$$\begin{cases} -80000 - 9t > 0 \\ 440000 + 49t > 1400 \\ 440000 + 49t < 1600 \\ t \in Z \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} t < -\frac{80000}{9} \\ t > \frac{-440000+1400}{49} \\ t < \frac{1600-440000}{49} \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} t < -8888\frac{8}{9} \\ t > -8951\frac{1}{49} \\ t < -8946\frac{46}{49} \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} t \in \left[-8946\frac{46}{49}; -8951\frac{1}{49}\right] \\ t \in Z \end{cases} \Longrightarrow$$

$t \in [-8947; -8950]$

Beləliklə t∈$[-8950; -8947]$ hər bir tam qiymətində məsələnin şərtlərini ödəyən həllər çoxluğu alarıq. Onlardan t=-8950 olduqda alınan həlli göstərək.

t=8950 olarsa,

$$\begin{cases} x_1 = -80000 - 9t = -80000 + 9 * 8950 = 550 \\ x_2 = 440000 + 49t = 440000 - 49 * 8950 = 1450 \\ x_3 = 10000 - (x_1 + x_2) = 8000 \end{cases}$$

Bu variantda cəmi xərci hesablayaq:

550*500+1450*100+8000*10=275000+145000+80000=500000

Deməli müəssisə detalların alınması üçün nəzərdə tutulan maliyyə vəsaitinin hamısı xərclənməklə 10000 sayda detalı əldə etmiş olur.

t- parametrin başqa qiymətlərində məsələnin həllərini tapaq;

$$\begin{cases} t = -8949\ olarsa \\ x_1 = 541 \\ x_2 = 1499 \\ x_3 = 7960 \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} t = -8948\ olarsa \\ x_1 = 512 \\ x_2 = 1548 \\ x_3 = 7920 \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} t = -8947\ olarsa \\ x_1 = 523 \\ x_2 = 1597 \\ x_3 = 7880 \end{cases}$$

Beləliklə məsələnin həlli üçün tapılan hər bir dörd variant məsələnin tələb olunan şərtlərini ödəyir. Alıcı müəssisə bunlardan özü üçün sərfəli olan hər hansı bir variantı seçə bilər.

Ədəbiyyat

1. Əkbərov M. Cəbr və ədədlər nəzəriyyəsi, Bakı: Nurlar, -2005, 896 s.
2. Гельфонд А.О. Решение уравнений в целыхчислах. М: Наука, –1978, 64 с.

РЕЗЮМЕ

РЕШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦЕПНЫХ ДРОБЕЙ

Ширинов Р.Х., Мирзаев М.Ф., Мустафаева Г.В.

Ключевые слова: *математическая модель, определение Диофанта, точные решения, оптимальный вариант.*

После построения и упрощения экономико-математической модели задачи получено линейное уравнение Диотанта с двумя неизвестными. Это уравнение решалось с помощью цепных дробей и определялось оптимальное множество решений задачи.

SAMMARY

SOLVİNG AN ECONOMİC PROBLEM USİNG CHAİNED FRACTİONS

Shirinov R.H., Mirzayev M.F., Mustafayeva G.V.

Keywords: *mathematical model, Diophantus definition, exact solutions, optimal option.*

After designing and simplifying the economic-mathematical model of the problem, a linear Diotant equation with two unknowns was obtained. That equation was solved with the help of chain fractions, and the optimal solution set of the problem was determined.

ИЗУЧЕНИЕ БАЗИСНЫХ СВОЙСТВ СОБСТВЕННЫХ ФУНКЦИЙ И СХОДИМОСТЬ СПЕКТРАЛЬНЫХ РАЗЛОЖЕНИЙ

Абдуллаева К.Ф.

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан

abdullayevak90@gmail.com

Ключевые слова: *дифференциальное уравнение, порядок, спектр, стержень, ряд.*

Рассмотрена задача на собственные значения для обыкновенных дифференциальных уравнений четвёртого порядка со спектральным параметром, содержащимся в одном из граничных условий. Найдена общая характеристика расположения собственных значений на вещественной оси (комплексной плоскости). Изучены структуры корневых подпространств, осцилляционные свойства собственных функций, базисные свойства собственных функций в пространстве L_p, $1< p <\infty$, и равномерная сходимость рядов Фурье по собственным функциям этой задачи.

Введение. В данной статье исследуется граничная задача

$$l(y)(x) \equiv y^{(4)}(x) - (q(x)y'(x))' = \lambda y(x),\ 0 < x < l, \tag{1}$$

$$U_1(\lambda, y) \equiv y'(0)\cos\alpha - y''(0)\sin\alpha = 0, \tag{2}$$

$$U_2(\lambda, y) \equiv y(0)\cos\beta + Ty(0)\sin\beta = 0, \tag{3}$$

$$U_3(\lambda, y) \equiv (a\lambda + b)y'(l) + (c\lambda + d)y''(l) = 0, \tag{4}$$

$$U_4(\lambda, y) \equiv y(l)\cos\delta - Ty(l)\sin\delta = 0, \tag{5}$$

где $\lambda \in C$ - спектральный параметр; $Ty \equiv y''' - qy'$, q - положительная абсолютно непрерывная на отрезке $[0,l]$ функция; $\alpha.\ \beta, \delta, a, b, c, d$ - действительные постоянные, такие, что $0 \le \alpha, \beta \le \pi/2,\ \pi/2, \le \delta < \pi$ (за исключением случая $\beta = \delta \equiv \pi/2$), $\partial = bc - ad > 0$)

Отметим, что задача (1)–(5) возникает при описании малых изгибных колебаний упругой консольной однородной балки, в поперечных сечениях которой действует продольная сила,а к свободному концу посредством невесомого стержня прикреплён груз, удерживающийся в равновесии при помощи упругой пружины.

Целью настоящей работы является изучение базисных свойств собственных функций в пространстве $L_p(0,l), 1<p<\infty,$ и равномерной сходимости спектральных разложений по собственным функциям задачи (1)–(5).

Базисные свойства в $L_p(0,l), 1<p<\infty,$ и равномерная сходимость рядов Фурье по корневым функциям задач Штурма–Лиувилля исследованы в работах, а в задачах для обыкновенных дифференциальных уравнений четвёртого порядка – в статьях .

Задача (1)–(5) в случае $\alpha=\beta=0$ исследована в где, в частности, доказано, что её собственные значения являются вещественными простыми и образуют неограниченно возрастающую последовательность. Кроме того, изучено расположение собственных значений на вещественной оси, исследованы осцилляционные свойства собственных функций, получены асимптотические формулы для собственных значений и собственных функций, установлена базисность в пространстве $L_p(0,l), 1<p<\infty,$ системы собственных функций этой задачи с одной произвольно удалённой функцией.

Литература

1. Вибрации в технике: Справочник. Т. 1. Колебания линейных систем / Под ред. В.В. Болотина. М., 1978
2. Керимов Н.Б., Алиев З.С. О базисности системы собственных функций одной спектральной задачи со спектральным параметром в граничном условии // Дифференц. уравнения. 2007. Т. 43. № 7. С. 886–895
3. Aliyev Z.S. Basis properties of a fourth order differential operator with spectral parameter in the boundary condition // Cent. Eur. J. Math. 2010. V. 8. № 2. P. 378–388.

XÜLASƏ

ÖZ FUNKSİYALARININ ƏSAS XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN VƏ SPEKTRAL PARÇALANMALARIN YAXINLAŞMASININ ÖYRƏNİLMƏSİ

Abdullayeva K.F.

Açar sözlər: *diferensial tənlik, tərtib, spektr, çubuq, sıra.*

Maddə oxunda (kompleks müstəvidə) öz dəyərlərinin yerləşməsinin ümumi xarakteristikası tapılmışdır. Kök alt məkanların strukturları, öz funksiyalarının ossillyasiya xassələri, məkanda öz funksiyalarının bazis xassələri və bu vəzifənin öz funksiyalarına görə Furye sıralarının bərabər uyğunluğu öyrənilmişdir.

SUMMARY

STUDY OF THE BASIC PROPERTIES OF EIGENFUNCTIONS AND CONVERGENCE OF SPECTRAL EXPANSIONS

Abdullayeva K.F.

Keywords: *differential equation, compilation, spectrum, rod, row*

Found a general characteristic of the location of eigenvalues on the real axis (complex plane). The structures of root subspaces, oscillation properties of eigenfunctions, basis properties of eigenfunctions in space and uniform convergence of Fourier series on eigenfunctions of this problem have been studied.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПЛОСКИХ ВОЛН В СЛОИСТЫХ ПРОСТРАНСТВАХ

Алиева У.С.

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан

ulaliyeva_71@mail.ru

Ключевые слова: *вязкоупругость, плоские волны, оригинал ядра, реология, изображение.*

В работе исследовано распространение нестационарных плоских волн в трехслойном полупространстве с учетом реологических свойств среды с помощью интегрального преобразования Лапласа для произвольных ядер.

При воздействиях на слоистую структуру возникает система переломленных и отраженных волн и они образуют сложную картину. Это зависит от структуры среды, от материалов и

расположения слоев. Эти задачи связаны с решением сейсмологии и приводятся к исследованию волновых процессов с учетом этих перечисленных эффектов.

В данной работе исследуется распространение плоских волн в трехслойном пространстве, расположенным следующим образом. В координатной системе OXYZ первый слой занимает область $x<0,\ -\infty<y,z<+\infty$; второй слой $0<x<H,\ -\infty<y,z<+\infty$, а третье полупространство занимает область $x>H,\ -\infty<y,z<+\infty$.

Пусть из бесконечности вдоль оси OX в среде распространяется плоская нестационарная волна и в момент $t=0$ падает на плоскость слоя $x=0$. Определим волновое состояние среды последующих моментов времени.

Математически задача сводится к решению системы уравнений

$$\frac{\partial\sigma_i(x,t)}{\partial x}=\rho_i\frac{\partial^2 u_i(x,t)}{\partial t^2}\qquad (i=1,2,3) \tag{1}$$

Если система при $t<0$ находится в покое, тогда начальные условия будут в виде:

$$u_i(x,t)=\frac{\partial u_i(x,t)}{\partial t}=0,\ \text{при}\ t=0 \tag{2}$$

граничные условия принимаем в виде:

$$\begin{aligned} &u_1(x,t)=\sigma_0 H(t) \qquad при \quad x=0\\ &u_3(x,t)\to 0 \qquad\quad при \quad x\to\infty \end{aligned} \tag{3}$$

Условия стыковки будут следующими:

$$\begin{aligned} &u_1(x,t)=u_2(x,t),\ \sigma_1(x,t)=\sigma_2(x,t):\quad при \quad x=0\\ &u_2(x,t)=u_3(x,t),\ \sigma_2(x,t)=\sigma_3(x,t):\quad при \quad x=H \end{aligned} \tag{4}$$

где $\sigma_i(x,t)$ – напряжения, $u_i(x,t)$ - перемещения в направление оси OX, ρ_i - плотность материалов, H - толщина слоев, $\sigma_0=const$; $H(t)$ - единичная функция Хевисайда.

Если материалы среды считать вязкоупругими, тогда определяющие соотношения определяем следующим образом:

$$\sigma_i(x,t)=\int_0^t[R_i^{(1)}(t-\tau)+\frac{2}{3}R_i(t-\tau)]d\left(\frac{\partial u_i(x,t)}{\partial x}\right) \tag{5}$$

где $R_i^{(1)}(t)$ и $R_i(t)$ – функций объемной и сдвиговой релаксации.

Отметим, что при $i=1$ все соотношения относятся к первому полупространству, при $i=2$ к слою $0<k<H$, а при $i=3$ второму полупространству.

Итак, решения поставленной задачи сводится к решению уравнения (1) при начально-краевых условиях (2)-(4) с учетом (5).

Применяя интегральное преобразование Лапласа к уравнению (1) по времени t, с учетом условии (5) общие решения находим в изображениях Лапласа в следующем виде:

$$\overline{u}_i(x,p)=A_i\exp\left(-\sqrt{\frac{\rho_i}{p\overline{R}_i^{(1)}+\frac{2}{3}p\overline{R}_i}}\,px\right)+B_i\exp\left(\sqrt{\frac{\rho_i}{p\overline{R}_i^{(1)}+\frac{2}{3}p\overline{R}_i}}\,px\right)$$

Здесь A_i и B_i $(i=1,2,3)$ постоянные интегрирования, p - параметр преобразования Лапласа, $\overline{R}_i^{(1)}(p)$ и $\overline{R}_i(p)$ – изображения функции $\overline{R}_i^{(1)}(t)$ и $R_i(t)$ соответственно. $\overline{u}_i(\nu)$ изображение перемещения $\overline{u}_i(x,t)$ по Лапласу.

Если коэффициент Y является постоянным, тогда

$$R_i^{(1)}(t)=a_iR_i(t),\ \ a_i=\frac{1+\nu_i}{3(1-2\nu_i)}$$

Поэтому решения для каждого полупространства после определения постоянных A_i и B_i из условий (4) будут в виде:

$$\bar{u}_1(x,p)=\frac{\sigma_0}{p}[e^{-\frac{px}{c_1}\alpha_1}-D_1\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n A^n e^{-\frac{p\gamma_1}{c_1}\alpha_1}]$$

$$\bar{u}_2(x,p)=\frac{\sigma_0}{p}[2D_2\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n A^n e^{-\frac{p(2nH-x)}{c_2}\alpha_2}+D_3\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n A^n e^{-\frac{p(2nH-x)}{c_2}\alpha_2}+] \quad (6)$$

$$\bar{u}_3(x,p)=\frac{4\sigma_0 D_4}{p}\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n A^n e^{-\frac{p\alpha_3}{c_3}[\frac{(2n-1)H}{c_2}\frac{c_1\alpha_2}{\alpha_3}+(x-H)]}$$

где $D_1=\frac{m_2+1}{m_2-1}-\frac{m_1-1}{m_1+1};\ D_2=\frac{m_2+1}{(m_2-1)(m_1+1)};\ D_3=\frac{1}{m_1+1};D_4=\frac{1}{(m_2-1)(m_1+1)}$

$$m_1=\frac{\rho_2 c_2}{\rho_1 c_1}\sqrt{\frac{p\bar{R}_2}{p\bar{R}_1}};\ m_2=\frac{\rho_3 c_3}{\rho_2 c_2}\sqrt{\frac{p\bar{R}_3}{p\bar{R}_2}};\ A=\frac{(m_2+1)(m_1-1)}{(m_2-1)(m_1+1)}$$

$$\gamma_n=\frac{2nHc_1}{c_2}\ \frac{\alpha_1}{\alpha_2}+x;\ \alpha_i=\sqrt{\frac{R_i(0)}{p\bar{R}_i}}.$$

Если $\overline{pR_2}=\mu_1 pR_1;\ p\bar{R}_3=\mu_2 p\bar{R}_2$ и $\mu_1=const;\ \mu_2=const$ и $\mu_1\neq\mu_2$.

Тогда после учета значения α_i в (6) получаем

$$\bar{u}_1(x,p)=\frac{\sigma_0}{p}[e^{-\frac{px}{c_1}\sqrt{R_1(0)/p\bar{R}_1}}-D_1\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n A^n e^{-\frac{p\gamma_n}{c_1}\sqrt{R_1(0)/p\bar{R}_1}}]$$

$$\bar{u}_2(x,p)=\frac{\sigma_0}{p}[2D_2\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n A^n e^{-\frac{p(2nH-x)}{c_2}\sqrt{\frac{R_2(0)}{p\bar{R}_2}}}+D_3\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n A^n e^{-\frac{p(2nH-x)}{c_2}\sqrt{\frac{R_2(0)}{p\bar{R}_2}}}] \quad (7)$$

$$\bar{u}_3(x,p)=\frac{4\sigma_0 D_4}{p}\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n A^n e^{-\frac{p\beta_n}{c_3}\sqrt{\frac{R_3(0)}{p\bar{R}_3}}}$$

где $c_i^2=\frac{R_i^{(1)}(0)+\frac{2}{3}R_i(0)}{\rho_i};\ R_i^{(1)}(0)=K_i;\ R_i(0)=2G_i$

$K_i=\frac{E_i}{3(1-2Y_i)};\quad C_i=\frac{1}{2(1+Y_i)};\quad \beta_n=\frac{(2n-1)Hc_1}{c_2}\ \frac{\alpha_2}{\alpha_3}+(x-H).$

Из решений видно, что окончательное решение приводится к вычислению интеграла

$$\bar{\varphi}(z_m,p)=\frac{2}{\pi p}(1-\varepsilon\bar{\Gamma}_i)\int_0^{\infty}\frac{\lambda\sin\left(\frac{\lambda z_m}{c_i}\right)}{p^2+\lambda^2-\varepsilon\lambda^2\bar{\Gamma}_i}d\lambda \quad (8)$$

Здесь учтено, что $p\bar{R}_i(p)=\varepsilon_i(1-\varepsilon\bar{\Gamma}_i);\ (m=1,2,3,4,5)$, причем $z_1=x;\ z_2=\gamma_n;$ $z_3=2nH-x;\ z_4=2nH+x;\ z_5=\beta_n$.

Применяя обратное преобразование Лапласа и методику изложенного в работах [3;4], находим:

$$\varphi(z_m,t)=H(t-\frac{z_m}{c_i})-\frac{\varepsilon z_m}{2c_i}K(t-\frac{z_m}{c_i})+...+$$
$$+\frac{(-1)^n}{2^{2n}n!}\varepsilon^n\sum_{k=0}^{n-1}\frac{(2n-k-2)!}{k!(n-k-1)!}\left(\frac{2z_m}{c_i}\right)^{k+1}K_n^{(k)}(t-\frac{z_m}{c_i})+... \quad (9)$$

где $K_n(t)\Rightarrow\bar{K}^n(p)$ – итерированные ядра. $K_1(t)=K(t)$

$$K_2(t)=\int_0^t K(t-\tau)K_1(\tau)d\tau;...,K_n(t)=\int_0^t k(t-\tau)k_{n-1}(\tau)d\tau\,.$$

Учитывая соответствующие выражения в уравнении (7), решение поставленной задачи находим в следующем виде:

$$u_1(x,t)=\sigma_0[\varphi_1(z_1,t)-D_1\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n A^n\varphi(z_2,t)]$$

$$u_2(x,t)=\sigma_0[2D_2\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n A^n\varphi(z_3,t)+D_3\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n A^n\varphi(z_4,t); \qquad (10)$$

$$u_{31}(x,t)=4D_4\sigma_0\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n A^n\varphi(z_5,t)].$$

Отметим, что основной целью данной задачи является определение волнового поля в третьем полупространстве для всех моментов времени $t>0$.

Литература

1. Ильясов М.Х. Нестационарные вязкоупругие волны. Баку, «Азерб.Хава йоллары», 2011, 330 с.
2. Ильюшин А.А., Победря Б.Е. Основы математической теории термовязкоупругости. М., Наука, 1970, 280 с.
3. Курбанов Н.Т., Юсифли В.Н. Распространения нестационарных продольных волн в вязкоупругом двухслойном полупространстве. Научный журнал КУБГАУ, 2014, №10, с.1-13, Россия
4. Курбанов Н.Т. Об одном асимптотическом решении волнового уравнения. СДУ, Науч.изв-я, 2002, №4, с.49-51

XÜLASƏ

LAYLI FƏZALARDA QEYRİ-STASİONAR MÜSTƏVİ DALĞALARININ TƏDQİQİ

Əliyeva Ü.S.

Açar sözlər: *özlü-elastiklik, müstəvi dalğaları, nüvənin orijinalı, reologiya, təsvir.*

Məqalədə ixtiyari nüvələr üçün inteqral Laplas çevrilməsindən istifadə etməklə və mühitin reoloji xassələrini nəzərə alaraq, üçqatlı yarımfəzada qeyri-stasionar müstəvi dalğalarının yayılması məsələsi araşdırılır.

SUMMARY

INVESTIGATION OF NON-STATIONARY PLANE WAVES IN LAYERED SPACES

Aliyeva U.S.

Key words: *viscoelasticity, plane waves, core original, rheology, image.*

The paper investigates the propagation of non-stationary plane waves in a three-layer half-space, taking into account the rheological properties of the medium, using the integral Laplace transform for arbitrary nuclei.

ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ РЕЗОЛЬВЕНТЫ ОПЕРАТОРНОГО УРАВНЕНИЯ ВЫСОКОГО ПОРЯДКА НА КОНЕЧНОМ ОТРЕЗКЕ К КЛАССУ σ_2

Асланов Г., Эйвазлы Г.

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан

aslanov.50@mail.ru ; riyazianaliz1@gmail.com

Ключевые слова: *оператор, спектр, пространства* $l_2(H;[0,\pi])$, *операторное уравнение высокого порядка*.

В пространстве $l_2(H;[0,\pi])$ рассмотрим оператор L, порожденный выражением

$$l(y)=(-1)^n y^{(2n)}+Q(x)y \qquad (1)$$

и граничными условиями

$$\begin{cases} y^{(n)}(0)=y^{(n+1)}(0)=...=y^{(2n-1)}(0)=0 \\ y^{(n)}(\pi)=y^{(n+1)}(\pi)=...=y^{(2n-1)}(\pi)=0 \end{cases} \qquad (2)$$

Предполагается, что операторный коэффициент *Q(x)* удовлетворяет следующим условиям:

1) Операторы *Q(x)* при каждом $x \in [0,\pi]$ является самосопряженными, органичными снизу операторами, т.е. $(Q(x)f, f) > (f, f)$ для всех $x \in D(Q)$.

2) При всех $x \in [0,\pi] Q^{-1}(x)$ является вполне непрерывными оператором. Пусть $a_1(x) \le a_2(x) \le ... a_n(x) \le ...$ собственные значения оператора $Q(x)$ в порядке возрастания, относительно которых предполагается, что они измеримые функции. Ряд $\sum_{k=1}^{\infty} a_k^{\frac{1-4n}{2n}}(x)$ сходится при всех $x \in [0,\pi]$ и его сумма $F(x) \in L_1[0,\pi]$.

3) При $|x-\xi| \le 1 \left\| [Q(x)-Q(\xi)]Q^{-a}(x) \right\|_H \le A|x-\xi|$, $0 < a < \frac{2n+1}{2n}$, $A > 0$.

4) При $|x-\xi| > 1 \left\| Q(\xi) \exp\left(-\frac{Jm\varepsilon_1}{2}|x-\xi| Q^{\frac{1}{2n}}(x) \right) \right\| < B$, где $Jm\varepsilon_1 = \min\{Jm\varepsilon_1 > 0, \varepsilon_i^{2n} = -1\}$

Из условий, наложенных на операторные функции $Q(x)$ следует, что, спектр оператора *L* является дискретными. Пусть $\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n, ...$ являются собственными значениями оператора *L* в порядке их роста. Так как *L* неограниченный оператор, по этому при $n \to \infty$, $\lambda_n \to \infty$.

Доказывается следующая теорема.

Теорема. Если операторный коэффициент $Q(x)$ удовлетворяют условиям (1)-(4), то сходится ряд $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda_k^2}$, т.е. оператор *L* является оператором типа Гильберта-Шмидта.

Литература

1. Adıgüzelov, E.E., Şengül, S., Akyol, M. The asimptotic formulas for the sum of neqative eigenvalues of the sinqular Strum-Liouville operator // Jnt. J. Contemp. Math. Sci., -2006, 1 (7), -p. 341-358.
2. Adıgüzelov, E.E., Bayramoqlu, M., Maksudov, F.G. On asimptotics of spectrum and trace high order differential operator with operator coeffisients // Doga-Turkish Journal of Mathematics, -1993, vol. 17, № 2, -p. 151-162.
3. Adıgüzelov, E.E., Bakşi, O., Bayramov, A.M. The asimptotic behaviour of the neqative part of the spectrum of Sturm-Liouville operator with the operator coeffisients which has sinqularity // Int. Differ. Equ. Appl., 6(3), -2002, -p. 315-329.
4. Hasimoglu, I. An evaluation of powers of the neqative spectrum of Schrödinger operator equation with a singularity at zero // Boundary value problems, - 2017, 160, -p. 213-219.
5. Laptev, A.A. Asimptotics of the neqative discrete spectrum of a class of Schrondinger operators with large coupling constant // Proc. Am. Math. Sec. - 1993, 119 (2), - p. 481-488.
6. Laptev, A.A., Solomyak, M.Z. On the neqative spectrum of the two-dimensional Schrondinger operator with radial potensial // Comm. Math. Phis., - 2012, 314 (1), -p. 229-241.

XÜLASƏ

SON SEQMENTDƏ YÜKSƏK SİFARİŞLİ OPERATOR TƏNLİYİNİN REZOLVENTİNİN 2-Cİ SİNFƏ AİD OLMASI

Aslanov G., Eyvazlı G.

Açar sözlər: *operator, spektr, boşluqlar* $l_2(H;[0,\pi])$, *yüksək sifarişli operator tənliyi*

Operator $Q(x)$ funksiyalarına qoyulan şərtlərdən belə çıxır ki, L operatorunun spektri diskretdir. Onların böyüməsi qaydasında L operatorunun öz dəyərləri $\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n, ...$ olsun. L limitsiz operator olduğundan, buna görə $n \to \infty$, $\lambda_n \to \infty$.

Operator əmsalı $Q(x)$ (1)-(4) şərtlərinə cavab verirsə, $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda_k^2}$ sırası birləşir, yəni L operatoru Hilbert-Schmidt tipli operator olduğu sübut olunur.

SUMMARY

BELONGING TO THE CLASS OF THE RESOLUTION OF THE HIGH ORDER OPERATOR EQUATION σ_2

Aslanov G., Eyvazli G.

Keywords: *Operator, spectrum, space* $l_2(H;[0,\pi])$ *, higher order operator equation.*

From the conditions imposed on Operator functions $Q(x)$, it follows that the spectrum of the operator L is discrete. Let the operator L have its own values in the order of their growth $\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n, ...$. Since L is an unlimited operator, therefore, $n \to \infty$, $\lambda_n \to \infty$.

If the Operator $Q(x)$ coefficient meets the conditions (1)-(4), then its order $\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\lambda_k^2}$ converges, that is, the operator L is proved to be a Hilbert-Schmidt type operator

ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИИ ГРИНА, КОЭФФИЦИЕНТЫ КОТОРОЙ СООТВЕТСТВУЮТ ГЛАВНОЙ ЧАСТИ ОПЕРАТОРА L_1

Байрамова Н.С.

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан

abdullayev_ayxan@list.ru

Ключевые слова: *дифференциальное выражение, функция Грина, оператор* L_1*, граничные условия, фиксированная точка.*

Пусть $"\xi"$ – $[0,\infty)$ фиксированная точка. Рассмотрим оператор L_1 определяемый дифференциальным выражением [2]

$$\ell_1(y) = (-1)^n \left(P(\xi) y^{(n)}\right)^{(n)} + Q(\xi) y + \mu y \tag{1}$$

с граничными условиями

$$y^{(\ell_1)}(0) = y^{(\ell_2)}(0) = ... = y^{(\ell_n)}(0) = 0 \tag{2}$$

Рассмотрим функцию Грина $G_1(x,\eta,\xi;\mu)$ оператора L_1 в виде

$$G_1(x,\eta,\xi;\mu) = g(x,\eta;\xi;\mu) + V(x,\eta,\xi;\mu) \tag{3}$$

Известно, что функция $g(x,\eta,\xi;\mu)$ представлена в следующем виде.

$$g(x,\eta,\xi;\mu) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\infty} \left[P(\xi) S^{2n} + Q(\xi) + \mu E\right]^{-1} \exp\left[is(x-\eta)\right] ds =$$

$$= \frac{1}{2\pi i} P^{-\frac{1}{2}}(\xi) \omega_{\xi}^{1-2n} \sum_{k=1}^{n} \varepsilon_k \exp\left(i\varepsilon_k |x-\eta| \omega_{\xi}\right) P^{-\frac{1}{2}}(\xi) \tag{4}$$

Здесь за ε_k обозначены корни 2n-ой степени из числа (-1), находящиеся в верхней полуплоскости а представим в виде

$$\omega_{\xi} = \left[K(\xi) + \mu P^{-1}(\xi)\right]^{\frac{1}{2n}}.$$

Функция $V(x,\eta,\xi;\mu)$, входящая в выражение (3) является ограниченным решением задачи

$$\begin{cases} \ell_1(V) = 0 & (5) \\ V^{(\ell_j)}(x,\eta,\xi;\mu)\big|_{x=0} = -g^{(\ell_j)}(x,\eta,\xi;\mu)\big|_{x=0}, \quad j = 1,2,...,n & (6) \end{cases}$$

при условии $x \to \infty$. Это решение выражается в следующем виде [1]:

$$V(x,\eta,\xi;\mu) = \frac{1}{2ni} P^{-\frac{1}{2}}(\xi) \cdot \omega_{\xi}^{1-2n} \sum_{k=1}^{n} A_k(\eta,\xi,\mu) e^{i\varepsilon_k \omega_{\xi} x} P^{-\frac{1}{2}}(\xi) \tag{7}$$

$A_k(\eta,\xi,\mu)$

коэффициенты , входящие в это решение, находятся в граничных условиях (6).
Следовательно, получаем

$$\frac{1}{2ni}P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\omega_\xi^{1-2n}\sum_{k=1}^{n}A_k(\eta,\xi,\mu)\varepsilon_k^{\ell_j}\left(i\omega_\xi\right)^{\ell_j}e^{i\varepsilon_k\omega_\xi x}\cdot P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\Big|_{x=0} =$$

$$=-\frac{1}{2ni}P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\omega_\xi^{1-2n}\sum_{k=1}^{n}\varepsilon_k^{\ell_j+1}\left(i\omega_\xi\right)^{\ell_j}e^{i\varepsilon_k\omega_\xi|x-\eta|}\cdot P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\Big|_{x=0}$$

$$\frac{P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\omega_\xi^{1-2n-\ell_j}}{2ni^{1-\ell_j}}\sum_{k=1}^{n}A_k(\eta,\xi,\mu)\varepsilon_k^{\ell_j}=-\frac{P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\omega_\xi^{1-2n-\ell_j}}{2ni^{1-\ell_i}}\sum_{k=1}^{n}\varepsilon_k^{\ell_j+1}e^{i\varepsilon_k\omega_\xi\eta}\cdot P^{-\frac{1}{2}}(\xi)$$

Из последнего соотношения получаем следующую систему уравнений.

$$\sum_{k=1}^{n}A_k(\eta,\xi,\mu)\varepsilon_k^{\ell_j}=-\sum_{k=1}^{n}\varepsilon_k^{\ell_j+1}e^{i\varepsilon_k\omega_\xi\eta},\quad j=\overline{1,n}. \tag{8}$$

Принимаем следующее обозначение

$$\Delta_0=\begin{vmatrix}\varepsilon_1^{\ell_1} & \varepsilon_2^{\ell_1}\ldots\varepsilon_n^{\ell_1}\\ \varepsilon_1^{\ell_2} & \varepsilon_2^{\ell_2}\ldots\varepsilon_n^{\ell_2}\\ \ldots\ldots\ldots & \\ \ldots\ldots\ldots & \\ \varepsilon_1^{\ell_n} & \varepsilon_2^{\ell_n}\ldots\varepsilon_n^{\ell_n}\end{vmatrix}$$

$$\Delta_k=\begin{vmatrix}\varepsilon_1^{\ell_1} & \ldots-\sum_{k=1}^{n}\varepsilon_k^{\ell_1+1}e^{i\varepsilon_k\omega_\xi\cdot\eta}\ldots\varepsilon_n^{\ell_1}\\ \varepsilon_1^{\ell_2} & \ldots-\sum_{k=1}^{n}\varepsilon_k^{\ell_2+1}e^{i\varepsilon_k\omega_\xi\cdot\eta}\ldots\varepsilon_n^{\ell_2}\\ \ldots\ldots\ldots & \\ \varepsilon_1^{\ell_n} & \ldots-\sum_{k=1}^{n}\varepsilon_k^{\ell_n+1}e^{i\varepsilon_k\omega_\xi\cdot\eta}\ldots\varepsilon_n^{\ell_n}\end{vmatrix}$$

Если разложить этот детерминант, то k-му столбу и пользуясь известными свойствами определителя, получим следующее соотношение:

$$\Delta_k=-\varepsilon_k e^{i\varepsilon_k\xi_\xi\cdot\eta}\cdot\Delta_0.$$

Используя правило Крамера получим

$$A_k(\eta,\xi,\mu)=\frac{\Delta_k}{\Delta_0}=-\varepsilon_k e^{i\varepsilon_k\omega_\xi\cdot\eta}$$

Если учесть значение коэффициента $A_k(\eta,\xi,\mu)$ в равенстве (7), получим

$$V(x,\eta,\xi;\mu)=\frac{1}{2ni}P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\cdot\omega_\xi^{1-2n}\sum_{k=1}^{n}\varepsilon_k e^{i\varepsilon_k\omega_\xi(x+\eta)}\cdot P^{-\frac{1}{2}}(\xi)$$

Если учесть выражение для функции $V(x,\eta,\xi;\mu)$ в равенстве (3), то задача (1), (2) для функции Грина в следующем виде:

$$G_1(x,\eta,\xi,\mu)=\frac{1}{2ni}P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\omega_\xi^{1-2n}\sum_{k=1}^{n}\varepsilon_k e^{i\varepsilon_k\omega_\xi|x-\eta|}\cdot P^{-\frac{1}{2}}(\xi)-$$

$$-\frac{1}{2ni}P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\omega_\xi^{1-2n}\sum_{k=1}^{n}\varepsilon_k e^{i\varepsilon_k\omega_\xi(x+\eta)}\cdot P^{-\frac{1}{2}}(\xi). \quad (9)$$

Полученное выражение для функции Грина можно представить в следующем виде[1, 2]:

$$G_1(x,\eta,\xi;\mu)=\begin{cases}\frac{1}{2ni}P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\omega_\xi^{1-2n}\sum_{k=1}^{n}\varepsilon_k e^{i\varepsilon_k\omega_\xi(x-\eta)}\left[E-e^{2i\varepsilon_k\omega_\xi\cdot\eta}\right]P^{-\frac{1}{2}}(\xi), & x\geq\eta\\ \frac{1}{2ni}P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\omega_\xi^{1-2n}\sum_{k=1}^{n}\varepsilon_k e^{i\varepsilon_k\omega_\xi(\eta-x)}\left[E-e^{2i\varepsilon_k\omega_\xi\cdot x}\right]P^{-\frac{1}{2}}(\xi), & x\leq\eta\end{cases} \quad (10)$$

Из условий $\mathrm{Re}\left(2i\varepsilon_k\omega_\xi x\right)<0$, $\mathrm{Re}\left(2i\varepsilon_k\omega_\xi\eta\right)<0$ при $\mu\to\infty$ получим

$$\left\|e^{2i\varepsilon_k\omega_\xi\cdot\eta}\right\|_H\to 0,\quad \left\|e^{2i\varepsilon_k\omega_\xi\cdot x}\right\|\to 0.$$

Учитывая это полученное выражение (10) для функции Грина можно представить в следующем виде:

$$G_1(x,\eta,\xi;\mu)=\frac{1}{2ni}P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\omega_\xi^{1-2n}\sum_{k=1}^{n}\varepsilon_k e^{i\varepsilon_k\omega_\xi|x-\eta|}P^{-\frac{1}{2}}(\xi)\left[E-r(x,\eta,\xi,\mu)\right]=$$

$$=g(x,\eta,\xi,\mu)\left[E-r(x,\eta,\xi,\mu)\right] \quad (11)$$

Здесь при условии $\mu\to\infty$ для переменных (x,η) выполняется равномерная оценка

$$\left\|r(x,\eta,\xi,\mu)\right\|_H=0(1).$$

Литература

1. Асланов Г.И., Байрамова Н.С. О резольвенте операторного уравнения высокого порядка на конечном отрезке. “Riyaziyyatın Nəzəri və Tətbiqi Problemləri” Beynəlxalq Elmi Konfransın Materialları, Sumqayıt-2017, s. 61.
2. Асланов Г.И., Байрамова Н.С. О резольвенте операторно-дифференциального уравнения высокого порядка на конечном отрезке. Lənkəran Dövlət Universitetinin Xəbərləri, Riyaziyyat və təbiət elmləri seriyası, 2017.

XÜLASƏ

ƏMSALLARI “DONDURULMUŞ” BAŞ HİSSƏYƏ UYĞUN L_1 OPERATORUNUN QRİN FUNKSİYASININ QURULMASI

Bayramova N.S.

Açar sözlər: *diferensial ifadə, Qrin funksiyası, L_1 operatoru, sərhəd şərtləri, sabit nöqtə.*

Tutaq ki, $''\xi''$ – $[0,\infty)$ intervalından götürülmüş hər hansı qeyd olunmuş nöqtədir. Əmsalları $''\xi''$ nöqtəsində dondurulmuş

$$\ell_1(y)=(-1)^n\left(P(\xi)y^{(n)}\right)^{(n)}+Q(\xi)y+\mu y$$

diferensial ifadəsi və

$$y^{(\ell_1)}(0)=y^{(\ell_2)}(0)=\ldots=y^{(\ell_n)}(0)=0$$

sərhəd şərtləri təyin edilmiş L_1 operatoruna baxaq.

SUMMARY

CONSTRUCTION OF A GREEN FUNCTION WHICH COEFFICIENTS CORRESPOND TO THE MAIN PART OF THE OPERATOR L_1

Bayramova N.S.

Keywords: *differential expression, Green's function, Operator L_1, border conditions, fixed point.*

Let be a fixed point. Consider the operator L_1 defined by the differential expression

$$\ell_1(y)=(-1)^n\left(P(\xi)y^{(n)}\right)^{(n)}+Q(\xi)y+\mu y$$

with boundary conditions

$$y^{(\ell_1)}(0) = y^{(\ell_2)}(0) = \ldots = y^{(\ell_n)}(0) = 0.$$

РАЗНОСТНАЯ СХЕМА ДЛЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ПЕРЕНОСА ТЕПЛА СПЛОШНОЙ СРЕДОЙ

Гахраманов П.Ф., Агамалыева (Рустамова) К.Ф.
Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
polad49@mail.ru, kama_faiq@mail.ru

Ключевые слова: *решения, хаотическое движение, диффузия, коэффициент, дисперсия*

За последние десятилетия сфера интенсивного исследования и применения явленый тепло-и массообмена чрезвычайно расширилась. Теоретическое исследование процессов тепло-и массообмена в настоящее время в значительной степени базируется на их численном моделировании с использованием ЭВМ. Это стало возможным благодаря значительному развитию вычислительных методов решения уравнений в частных производных и увеличению мощности современных вычислительных машин.

Рассмотрим одномерную математическую модель процесса переноса тепла (концентрации) сплошной средой с учетом возможных источников (или стоков), интенсивность которых задается функцией $f(t,x)$. Пренебрегая кондуктивной теплопроводностью (или диффузией вещества), используем следующую математическую модель процесса [3]

$$\frac{\partial u}{\partial t} + a(t,x)\frac{\partial u}{\partial x} = f(t,x) \tag{1}$$

Левая часть этого уравнения представляет собой полную производную по t от $u(t,x)$ в направлении с угловым коэффициентом $\frac{dx}{dt} = a(t,x)$:

$$\frac{du}{dt} \equiv \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x}\frac{dx}{dt} = \frac{\partial u}{\partial z} + a(t,x)\frac{\partial u}{\partial x}$$

Поэтому уравнение (1) может быть записано в характеристической форме

$$\frac{du}{dt} = f(x,x) \tag{2}$$

$$\frac{dx}{dt} = a(t,x) \tag{3}$$

где $a(t,x)$ -скорость переноса тепла (концентрации).

Важную роль в исследовании уравнения (1) играют характеристики - интегральные кривые обыкновенного дифференциального уравнения (3). Характеристики являются линиями тока (характеристика $x = x(t;t_0,x_0)$ изображает на плоскости (t,x) движение частицы среды, имеющей в момент $t = t_0$ координату $x = x_0$).

Уравнение (1) при дополнительных условиях

$$-\infty < x < +\infty, 0 \le t \le T, u(0,x) = \varphi(x)\ , \tag{4}$$

где $\varphi(x)$ -заданная функция описывает конвективный перенос в сплошной среде при заданном начальном распределении температуры (или концентрации). Ниже строится аппроксимация второго порядка для уравнение (1) разными способами. Для этого в области

$$0 \le x \le X, 0 \le t \le T$$

введем основную равномерную прямоугольную сетку

$$x_m = x_0 + nh,\ m = 0,1,..,M\ \ h = X/M;$$

$$t^n = n\tau,\ n = 0,1,...,N\ \ \tau = T/N.$$

и вспомогательную «полуцелую сетку»

$$x = x_0 + mh,\ t = \left(n + \frac{1}{2}\right)\tau,\ x = x_0 + \left(m + \frac{1}{2}\right),\ t = n\tau$$

Обозначим

$$u_m^n = u(t^m, x_m), \quad f_m^n = f(t^m, x_m)$$

Построим для уравнения (1) явную схему, допускающую изменение знака коэффициента $a(t,x)$:

(явный левый угол) $$\frac{u_m^{n+1} - u_m^n}{\tau} + a_m^n \frac{u_m^n - u_{m-1}^n}{h} = f_m^n, \text{ если } a_m^n \geq 0 \qquad (5)$$

(явный правый угол) $$\frac{u_m^{n+1} - u_m^n}{\tau} + a_m^n \frac{u_{m+1}^n - u_m^n}{h} = f_m^n, \text{ если } a_m^n \leq 0 \qquad (6)$$

Главная часть ошибки аппроксимации для схемы (5) и (6) такова:

$$E = \frac{\tau}{2}\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - |a|\frac{h}{2}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

Схема (5) и (6) устойчива, если выполняется условие Куранта [4]

$$k = |a|\tau / h \leq 1 \qquad (7)$$

Для уравнения (1) схема Лакса имеет следующий вид.

$$\frac{u_m^{n+1} - 0{,}5(u_{m-1}^n + u_{m+1}^n)}{\tau} + a_m^n \frac{u_{m+1}^n - u_{m-1}^n}{2h} = f_m^n \qquad (8)$$

Исследуя устойчивость, снова придем к условию Куранта (7). Главная часть ошибки аппроксимации есть

$$E = \frac{2}{\tau}\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{h^2}{2\tau}\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{ah^2}{6}\frac{\partial^3 u}{\partial x^3} \qquad (9)$$

Из (9) следует, что схема Лакса (8) обладает свойством аппроксимации лишь при условии $h^2/\tau \to 0$, ограничивающем временной шаг снизу. Она является примером условно аппроксимирующей или негибкой схемы.

При переменном a второе слагаемое в (9) может оказаться значительным, если мал временной шаг, ограниченной сверху условием устойчивости $\tau \leq h\left|\max|a|\right|$.

Для уравнения (1) запишем трехслойную схему, имеющую аппроксимацию второго порядка относительно τ и h (крест) [5]

$$\frac{u_m^{n+1} - u_{m-1}^n}{2\tau} + a_m^n \frac{u_{m+1}^n - u_{m-1}^n}{2h} = f_m^n \qquad (10)$$

Исследуя, как обычно, устойчивость, получаем для определения λ квадратичное уравнение

$$\lambda^2 + 2ik\lambda\sin\omega h - 1 = 0$$

$$\lambda_{1,2} = -ik\sin\omega h \pm \sqrt{1 - k^2\sin^2\omega h}$$

Для $k > 1, k = const$ схема (10) неустойчива, так как для некоторых значений ωh один из корней $\lambda_{1,2}$ по модулю больше единицы (например, при $\omega h = \frac{\pi}{2}$ имеем $|\lambda_2| = k + \sqrt{k^2 - 1} > k > 1$).

При $k \leq 1$, оба корня по модулю равны единице. Действительно, $\lambda_1 = -\overline{\lambda}_2, \lambda_1\lambda_2 = -|\lambda_2,|^2 = 1$. Условия устойчивости для трехслойных схем (крест) касается не только корней характеристического уравнения, но и способа задания значений искомой функции на первом временном слое $u(\tau, x_m)$. При определении этих значений с помощью большинства обычных (устойчивых) двухслойных схем для устойчивости усиленного условия Куранта: $k < 1$ [4].

Для уравнения (1) построим двухслойную двухшаговую схему (чехарда), имеющую аппроксимацию второго порядка относительно τ и h. Шаблон схемы состоит из четырех основных (целых) и двух вспомогательных (полубелых) узлов:

На первом шаге используется аппроксимации типа схемы Лакса [4]:

$$\frac{u_{m+\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}} - 0{,}5(u_m^n + u_{m+1}^n)}{0{,}5\tau} + a_{m+\frac{1}{2}}^n \frac{u_{m+1}^n - u_m^n}{h} = f_{m+\frac{1}{2}}^n \quad (11)$$

$$\frac{u_{m-\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}} - 0{,}5(u_{m-1}^n + u_m^n)}{0{,}5\tau} + a_{m-\frac{1}{2}}^n \frac{u_m^n - u_{m-1}^n}{h} = f_{m-\frac{1}{2}}^n \quad (12)$$

На втором шаге применяется схема типа «крест» [5].

$$\frac{u_m^{n+1} - u_m^n}{\tau} + a_m^{n+\frac{1}{2}} \frac{u_{m+\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}} - u_{m-\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}}}{h} = f_m^{n+\frac{1}{2}} \quad (13)$$

Исследуя на устойчивость схему (11)-(13) положим, как обычно, $f = 0, a = const$. Исключив вспомогательные значения $u_{m+\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}}$ и $u_{m-\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}}$ получим

$$\frac{u_m^{n+1} - u_m^n}{\tau} + a\frac{u_{m+1}^n - u_{m-1}^n}{2h} - \frac{a^2\tau}{2}\frac{u_{m+1}^n - 2u_m^n + u_{m-1}^n}{h^2} = 0$$

$$\lambda = 1 - ik\sin\omega h - 2k^2\sin^2\frac{\omega h}{2}$$

$$|\lambda|^2 = \left(1 - 2k^2\sin^2\omega h\right)^2 + k^2\sin^2\omega h = 1 - 4k^2(1-k^2)\sin^4\frac{\omega h}{2}$$

Схема устойчива при $k \le 1.$

Уравнение (1) можно аппроксимировать на четырехточечном шаблоне (неявная схема прямоугольник) второго порядка точности [7]:

$$(0{,}5\frac{u_m^{n+1} - u_m^n}{\tau} + 0{,}5\frac{u_{m+1}^{n+1} - u_{m+1}^n}{\tau}) + a_{m+\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}}(0{,}5\frac{u_{m+1}^{n+1} - u_m^{n+1}}{h} + 0{,}5\frac{u_{m+1}^n - u_m^n}{h}) = f_{m+\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}} \quad (14)$$

эта схема, безусловно, устойчива.

Неявный левый уголок. С помощью трехточечного шаблона уравнение (1) можно аппроксимировать следующим образом.

$$\frac{u_m^{n+1} - u_m^n}{\tau} + a_m^n \frac{u_m^{n+1} - u_{m-1}^{n+1}}{h} = f_m^n \quad (15)$$

Ошибка аппроксимации для (15) есть $O(\tau) + O(h)$.

Исследуя устойчивость, находим [3]

$$\lambda = \left[1 + k - k\exp(-i\omega h)\right]^{-1}$$

Для $|\lambda| \le 1$ схема (15) безусловно, устойчива.

Для неявной схемы с правым уголком уравнение (1) аппроксимируется следующим образом:

$$\frac{u_m^{n+1} - u_m^n}{\tau} + a_m^n \frac{u_{m+1}^{n+1} - u_m^{n+1}}{h} = f_m^n \quad (16)$$

Ошибка аппроксимации есть $O(\tau) + O(h)$. Исследуя устойчивость, получим [4]

$$\lambda = \left[1 - k + k\exp(i\omega h)\right]^{-1}$$

Схема (16) устойчива при $k \ge 1.$

Рассмотренные выше неявные схемы (14)-(16) учитывают расположение характеристики или в самой конструкции схемы, или в способе реализации ее.

Рассмотрим схемы с центральными разностями. Уравнение (1) можно аппроксимировать следующим способом.

Проведем две схемы, не зависящие от направления характеристик:

$$\frac{u_m^{n+1}-u_m^n}{\tau}+a_m^n\frac{u_{m+1}^{n+1}-u_{m-1}^{n+1}}{2h}=f_m^n \qquad (17)$$

$$\frac{u_m^{n+1}-u_m^n}{\tau}+0{,}5a_m^n\left[\frac{u_{m+1}^{n+1}-u_{m-1}^{n+1}}{2h}+\frac{u_{m+1}^n-u_{m-1}^n}{2h}\right]=f_m^{n+1} \qquad (18)$$

Ошибка аппроксимации для (17) есть $O(\tau)+O(h^2)$, а для (18)- $O(\tau^2)+O(h^2)$.

Сравнение явных и неявных схем.

Условие Куранта, обеспечивающее устойчивость явных схем, ограничивает шаг по времени: $\tau\sim\frac{h}{a}$. Покажем, что это ограничение является естественным с точки зрения требований точности для истинно нестационарных решений, зависящих от t стол же сильно, как и от x.

Рассмотрим решение $u=\varphi(x-at)$ для уравнения (1) при $f\equiv 0, a=const, a>0$. Для схем «явный уголок» и неявный «левый уголок» главная часть ошибки аппроксимации есть сумма двух слагаемых E_n и E_τ:

$$E_n=\frac{ah}{2}\varphi'',\ \ E_\tau=\frac{a\tau}{2}\varphi''.$$

При оптимальном соотношении шагов должно быть $E_\tau\sim E_n$ (иначе один из шагов можно было бы увеличить), откуда следует

$$k=\frac{a\tau}{h}\sim 1.$$

Для квазистационарных решений слабо зависящих от времени, условие Куранта может быть чрезмерно жестким с точки зрения требований точности. Рассмотрим предельный случай стационарного решения $u=u(x)$ для уравнения (1) при $a=const, f=f(x)$. Ошибка аппроксимации связана только с пространственным шагом. Требования точности на временной шаг никак не ограничивают, однако при применении явных схем приходится полагать $\tau\sim\frac{h}{a}$ по требованию устойчивости. При расчете квазистационарных решений целесообразно применять неявные схемы [3]. На истинно нестационарных решениях возможность несколько увеличить шаг по времени обычно не окупает дополнительных издержек, связанных с реализацией неявных схем.

Из (5), (6), (8), (15), (16) соответственно получаем[3]:

$$u_m^n=\left(\frac{a_m^n}{h}-\frac{1}{\tau}\right)^{-1}\left[-\frac{u_m^{n+1}}{\tau}+a_m^n\frac{u_{m+1}^n}{h}+f_m^n\right]$$

$$u_m^n=\tau\left[\frac{u_m^{n+1}}{\tau}+a_m^n\frac{u_{m+1}^{n+1}-u_{m-1}^{n+1}}{h}-f_m^n\right]$$

$$u_m^{n+1}=\tau\left[\frac{0{,}5\left(u_{m-1}^n+u_{m+1}^n\right)}{\tau}-a_m^n\frac{u_{m+1}^n-u_{m-1}^n}{h}+f_m^n\right]$$

$$u_m^n=\tau\left[\frac{u_m^n}{\tau}+a_m^n\frac{u_{m+1}^{n+1}-u_{m-1}^{n+1}}{h}-f_m^n\right]$$

$$u_m^n=\tau\left[\frac{u_m^{n+1}}{\tau}+a_m^n\frac{u_{m+1}^{n+1}-u_m^{n+1}}{h}-f_m^n\right]$$

При $k=0{,}5,\ h=0{,}005,\ \tau=0{,}025,\ t=0{,}0525$ и $t=0{,}055$ проведен численный эксперимент и некоторые результаты даны в таблице (где $k=|a|\tau/h\le 1$ условия Куранта) [3]:

Таблица.

	Точное решение	Явный схем	Относ. Погреш. поград	Неявный левый угол	Относ. погрешность	Неявный правый угол	Относ. прог.	Схема Лакса	Относ прог по
					$t = 0{,}0525$				
x_1	0,249660	0,247225	0,002435	0,249693	0,000033	0,249595	0,000065	0,252079	0,002419
x_2	0,446625	0,446787	0,000162	0,446706	0,000081	0,446512	0,000113	0,448947	0,002322
x_3	0,643201	0,643459	0,000258	0,643330	0,000129	0,643040	0,000161	0,645426	0,002225
x_4	0,839196	0,839552	0,000356	0,839374	0,000178	0,838986	0,000210	0,841324	0,002128
x_5	1,034415	1,034867	0,000452	1,034641	0,000226	1,034156	0,000259	1,036446	0,002031
x_6	1,228665	1,229212	0,000547	1,228939	0,000274	1,228359	0,000306	1,230601	0,001936
x_7	1,421756	1,422399	0,000643	1,422078	0,000322	1,421403	0,000353	1,423597	0,001841
x_8	1,613497	1,614235	0,000738	1,613866	0,000369	1,613097	0,000400	1,615244	0,001747
					$t = 0{,}055$				
x_1	0,252160	0,252225	0,000065	0,252193	0,000033	0,252095	0,000065	0,254579	0,002419
x_2	0,449125	0,449287	0,000162	0,449206	0,000081	0,449012	0,000113	0,451447	0,002322
x_3	0,645701	0,645959	0,000258	0,645830	0,000129	0,645540	0,000161	0,647926	0,002225
x_4	0,841696	0,842052	0,000356	0,841874	0,000178	0,841486	0,000210	0,843824	0,002128
x_5	1,036915	1,037367	0,000452	1,037141	0,000226	1,036656	0,000259	1,038946	0,002031
x_6	1,231165	1,231712	0,000547	1,231439	0,000274	1,230859	0,000306	1,233101	0,001936
x_7	1,424256	1,424899	0,000643	1,424578	0,000322	1,423903	0,000353	1,426097	0,001841
x_8	1,615997	1,616735	0,000738	1,616366	0,000369	1,615597	0,000400	1,617744	0,001747

Из численного эксперимента можно сделать вывод, что хорошая сходимость получается с неявным левым углом и явной схемой. Скорость сходимости замедляется при явной схеме и схеме Лакса.

Литература

1. Qəhrəmanov P.F. Konvektiv köçürmənin model tənliyinin özülülük approksimasiyası. Azərbaycan Texniki Universiteti, Elmi əsərlər fundamental elmlər, Cild 7(28), №4, Bakı 2008. səh 94-97.
2. Qəhrəmanov P.F. Sərhədyani zonada Byurqers tənliyinin fərqlər üsulu ilə ədədi həlli. Azərbaycan Texniki Universiteti, Elmi əsərlər fundamental elmlər, Cild 7(26), №2, Bakı 2008. səh 72-76.
3. Гахраманов П.Ф. Решения уравнений конвективного тепломассопереноса методом конечных разностей. Естественные и технические науки, №6(44), Москва 2009. С. 555-560
4. Пасконов В.М. и др. Численное моделирование процессов тепло – и массообмена. М., Наука, 1984, 288 с.
5. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы: Учебное пособие для вузов. - М.: Наука, 1989. – 432

XÜLASƏ

BÜTÖV MÜHİTDƏ İSTİLİKKEÇİRMƏ TƏNLİYİNİN HƏLLİ ÜÇÜN FƏRQLƏR SXEMİ

Qəhrəmanov P.F., Ağamalıyeva (Rüstəmova) K.F.

Açar sözlər: *həll, xaotik hərəkət, diffuziya, əmsal, dispersiya.*

Məlumdur ki, özlü mühitin (maye və ya qaz) axını zamanı bərk səthin (kakal, boru və s.) yaxınlığında nazik lay əmələ gəlir (özlülük qüvvəsinə əsasən) ki, bu da ideal qazda olduğu kimi verilmiş səthi isladan sıfırıncı sürətdən lazım olan qiymətə keçən sürəti əmələ gətirir. Mayenin həmin layı, hansı ki, hərəkətin sürəti nəzərəçarpacaq dərəcədə dəyişilir, dinamik sərhəd layı adlanır.

SUMMARY

DIFFERENCE SCHEME FOR SOLVING HEAT TRANSFER EQUATIONS IN A CONTINUOUS MEDIUM

Gahramanov P.F., Agamaliyeva (Rustamova) K.F.

Keywords: *solution, chaotic motion, diffusion, coefficient, dispersion.*

Over the past decades, the scope of intensive research and application of the phenomena of heat and mass transfer has expanded tremendously. The theoretical study of the processes of heat and mass transfer is currently largely based on their numerical simulation using a computer. This became possible due to the significant development of computational methods for solving partial differential equations and the increase in the power of modern computers.

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОБОБЩЕННОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НЕЙМАНА ДЛЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА В НЕОГРАНИЧЕННЫХ ОБЛАСТЯХ

Гусейнов З.Г., Мамедов М.М.

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан

integral-59@mail.ru

Ключевые слова: *эллиптические уравнения, задача Неймана, область типа многомерного слоя, обобщенное решение, интеграл Дирихле, собственные значения.*

Рассмотрим слой

$\Pi = \{z : z = (z_1, z_2, ...z_n, z_{n+1}, ..., z_{n+k})\}$, $x = (x_1, x_2, ...x_n) = (z_1, z_2, ...z_n) \in R^n$,

$y = (y_1, y_2, ...y_n) = (z_{n+1}, z_{n+2}, ...z_{n+k}) \in \Omega$, где Ω - ограниченная область в R^k.

В области $\Pi = R^n \times \Omega$ рассматривается уравнения

$$\sum_{i,j=1}^{n+k} \frac{\partial}{\partial z_i}\left(a_{ij}(z) \frac{\partial u}{\partial z_j} \right) = f_0(z) + \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial f_i}{\partial z_i} \tag{1}$$

с краевым условием Неймана на границе $\partial\Omega$ области Ω

$$\left. \frac{\partial u}{\partial \nu} \right|_{\partial\Omega} = 0. \tag{2}$$

где ν - внешняя конормаль к $\partial\Omega$.

Уравнение считается эллиптическим, т.е.

$$a_1 |\xi|^2 \le \sum_{i,j=1}^{n+k} a_{ij}(z)\xi_i\xi_j \le a_2 |\xi|^2,\ z \in \Pi,\ \xi \in R^{n+k},\ 0 < a_1 < a_2,\ a_1, a_2 = const,\ a_{ij}(z) = a_{ji}(z)$$

В работе доказана следующая основная теорема:

Теорема. *Если* $\nabla u \in L_2(\Pi)$, $u(z)$ *- обобщенное решение задачи (1)-(2) в* Π, $f_0(z)$, $f_i(z)$ *имеют компактный носитель, то при* $|x| > h = const$, $u(z) = u(x) + u_0(z)$, *где* $\Delta_1 u(x) = 0$, $\int_{\Pi} |\nabla u|^2 dz < \infty$ *и*

$$\int_{|x|>R} u_0^2(z)dz + \int_{|x|>R} |\nabla u_0(z)|^2 dz \le CR^{-2\mu R}$$

Здесь $\mu > 0$ - наименьшее собственные значение задачи

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{k} \frac{\partial^2 u}{\partial y_i^2} + \mu u = 0 \\ \left. \frac{\partial u}{\partial \nu} \right|_{\partial\Omega} = 0. \end{cases}$$

Литература

1. Гасымов М.Г., Асланов Г.И. О существовании и асимптотическом поведении обобщенных решений задачи Неймана для эллиптических уравнений второго порядка в неограниченных областях типа слоя. Дифференц. уравн., 2001, Т.37, №12, с. 1618-1628.
2. Асланов Г.И. О задаче Неймана для эллиптических уравнений второго порядка в неограниченном слое. Доклады РАН, 1993, Т.330, №2, с. 133-136.

XÜLASƏ

QEYRİ-MƏHDUD OBLASTLARDA İKİNCİ TƏRTİB ELLİPTİK TİP TƏNLİKLƏRİN ÜMUMİLƏŞMİŞ HƏLLİNİN ASİMPTOTİK XASSƏLƏRİ

Hüseynov Z.Q., Məmmədov M.M.

Açar sözlər: *elliptik tənliklər, Neyman məsələsi, çoxölçülü zolaq tipli oblast, ümumiləşmiş həll, Dirixli inteqralı, məxsusi ədədlər.*

Bu məqalədə Neumann problemi nəzərdən keçirilir ikinci dərəcəli eliptik tənlik üçün təbəqə tipinin sınırsız sahələrində, təbəqə tipli boşluqlarda problemin ümumiləşdirilmiş həllinin mövcudluğu və asimptotik xüsusiyyətləri araşdırılır. Bəzi şərtlərdə ümumiləşdirilmiş həllin eksponensial azalması teoremi sübut olunur. Məqalədə çoxölçülü zolaq tipli oblastlarda ikinci tərtib elliptik tənliklər üçün Neyman məsələsinin ümumiləşmiş həllinin asimptotik xassələri haqqında teorem isbat edilmişdir.

SUMMARY

ON ASIMPTOTICS OF THE GENERALIZED SOLUTIONS OF NEIMANN PROBLEMS FOR THE SECOND ORDER ELLIPTIC EQUATIONS IN UNBOUNDED DOMAINS

Huseynov Z.G., Mammadov M.M.

Keywords: *elliptic equations, Neimann problems, unbounded domains type layer, generalized solution, eigenvalue.*

In this paper, we consider the Neumann problem for a second-order elliptic equation in unbounded regions of the layer type, and investigate the existence and asymptotic properties of a generalized solution of the problem in layer-type spaces. Under certain conditions, the theorem of exponential decrease of the generalized solution is proved. In the present paper the theorem on the asimptotics of solution of Neimann problem for the second order elliptic equation are proved.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОБОДНОГО КОЛЕБАНИЯ ВЯЗКОУПРУГОЙ ПЛАСТИНКИ

[1]Курбанов Н.Т., [2]Бабаджанова В.Г.

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан, 1-профессор, 2-доцент

Qurbanov53@mail.ru, Vusala11@gmail.com

Ключевые слова: *пластинка, колебания, вязкоупругость, оригинал, изображение, амплитуда, фаза.*

Введение. Среди динамических нестационарных задач вязкоупругости особенно сложными являются задачи о колебаниях систем с учетом вязкости среды. Эти задачи имеют важные практические приложения во многих областях современной техники, где используются композитные и полимерные материалы.

Задачи о колебаниях вязкоупругости, имеющие практические приложения в различных областях совпеменной техники, где используются полимерные, коленоземные и другие материалы с наследственными свойствами являются важными и особенно сложными. При исследовании этих проблем сталкиваемся с двумя различными трудностями. Первая состоит в составлении уравнения движения выбора уравнения состояния среды и определения начально-краевых условий математической задачи и вторая – более сложная – в решении задачи.

Рассмотрим прямоугольную пластинку с размерами $0 \le x \le a$; $0 \le y \le b$, которая совершает свободное колебание. Тогда уравнение, описывающее поперечные колебания вязкоупругой пластины методом соответствия Ильюшина имеет вид:

$$\frac{\partial^2 u(x,y,t)}{\partial t^2}+D_1\frac{\partial^4 u(x,y,t)}{\partial x^4}+2D_3\frac{\partial^4 u(x,y,t)}{\partial x^2+\partial y^2}+D_2\frac{\partial^4 u(x,y,t)}{\partial y^4}+$$
$$+\varepsilon\int_0^t R_1(t-\tau)\frac{\partial}{\partial\tau}\left(\frac{\partial^4 u}{\partial x^4}\right)d\tau+2\varepsilon\int_0^t R_3(t-\tau)\frac{\partial}{\partial\tau}\left(\frac{\partial^4 u}{\partial x^2\partial y^2}\right)d\tau+ \quad (1)$$
$$+\varepsilon\int_0^t R_2(t-\tau)\frac{\partial}{\partial\tau}\left(\frac{\partial^4 u}{\partial y^4}\right)d\tau=0$$

Здесь $u(x,y,t)$ - перемещение, $R_i(t)$ - функции релаксации, D_i - постоянные, $\varepsilon>0$ - некоторый малый параметр, $i=1,2,3$.

Отметим, что при $\varepsilon=0$ из уравнения (1) получаем уравнение колебания упругой пластинки.

Граничные условии принимаем в виде:

$$u(x,y,t)\Big|_{\substack{x=0\\x=a}}=0;\ \frac{\partial^2 u(x,y,t)}{\partial x^2}\Big|_{\substack{x=0\\x=a}}=0;\ u(x,y,t)\Big|_{\substack{y=0\\y=b}}=0;\ \frac{\partial^2 u(x,y,t)}{\partial y^2}\Big|_{\substack{y=0\\y=b}}=0 \quad (2)$$

Если при $t<0$ система находится в покое, тогда начальные условия определяем следующим образом:

$$u(x,y,t)=g_1(x,y):\frac{\partial u(x,y,t)}{\partial t}=g_2(x,y)\ \text{ при }\ t=0 \quad (3)$$

Таким образом задача исследования поперечного колебания вязкоупругой пластинки математически сводится к решению начально-краевых задач (1)-(3).

Разысквая решение уравнения (1) в виде

$$u(x,y,t)=\sum_{m,n=1}^{\infty}\varphi_{\min}(t)\cdot V_{\min}(x,y) \quad (4)$$

и применяя метод Бубнова-Галеркина для нахождения амплитудной функции, получаем интегро-дифференциальное уравнение типа Вольтерра.

$$\varphi_{mn}^{"}(t)+\alpha_{mn}^2\varphi_{mn}(t)+\varepsilon\int_0^t R_{mn}(t-\tau)\varphi_{mn}(\tau)d\tau\ , \quad (5)$$

где

$$\alpha_{mn}^2=\left(\frac{\pi m}{a}\right)^4 D_1+2\left(\frac{\pi m}{a}\right)^2\left(\frac{\pi n}{b}\right)^2 D_3+\left(\frac{\pi n}{b}\right)^4 D_2$$
$$R_{mn}(t)=\left(\frac{\pi m}{a}\right)^4 R_1(t)+2\left(\frac{\pi m}{a}\right)^2\left(\frac{\pi n}{b}\right)^2 R_3(t)+\left(\frac{\pi n}{b}\right)^4 R_2(t)$$

a и b - постоянные, определяющие размеры пластинки.

В этом случае собственные функции определяются формулой

$$V_{mn}(x,y)=\sin\frac{\pi m x}{a}\sin\frac{\pi n y}{b} \quad (6)$$

Отсюда следует, что решение поставленной задачи сводится к решению интегро-дифференциального уравнения (5) при начальных условиях (3).

Применяя интегральное преобразование Лапласа по времени t к уравнению (5), и для простоты записей опуская индексы получаем:

$$\overline{\varphi}(p)=\frac{pg_2+g_1}{p^2+\lambda^2-\varepsilon\lambda^2\overline{R}(p)}\ , \quad (7)$$

где p - параметр преобразования Лапласа, $\overline{\varphi}(p)$ и $\overline{R}(p)$ - изображения по Лапласу функции $\varphi(t)$ и $R(t)$ - соответственно.

Отметим, что при малых значениях времени параметр p - является достаточно большим, из свойств преобразования Лапласа и в силу неравенства

$$0 \le \varepsilon \int_0^t R(t)d\tau \le 1$$

выходит, что величина $|\varepsilon K(t)|$ будет мала.

Поэтому решение (7) можем представить в следующем виде:

$$\overline{\varphi}(p) = \frac{pg_2 + g_1}{p^2 + \lambda^2} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{\varepsilon\lambda^2 \overline{R}(p)}{p^2 + \lambda^2} \right)^n \tag{8}$$

С помощью преобразования Лапласа определяем:

$$\frac{\varepsilon\lambda^2 \overline{R}(p)}{p^2 + \lambda^2} = \frac{\varepsilon\lambda^2 R_c - \varepsilon\lambda R_s - \varepsilon\lambda(p^2 + \lambda^2)\overline{Z}(p)}{p^2 + \lambda^2} \quad , \tag{9}$$

где

$$R_s = \int_0^{\infty} R(\tau)\sin\lambda\tau d\tau \; ; \; R_c = \int_0^{\infty} R(\tau)\cos\lambda\tau d\tau \; ; \; Z(t) = \int_t^{\infty} R(\tau)\sin\lambda(t-\tau)d\tau$$

Предполагая, что $\varepsilon\lambda\overline{Z}(p) \to 0$, при $t \to \infty$ и учитывая полученные выражение в (8) после суммирования ряда, получаем:

$$\overline{\varphi}(p) = \frac{pg_2 + g_1}{\overline{a}(p) - \varepsilon\lambda b} \quad , \tag{10}$$

где

$$\overline{a}(p) = \left(p + \frac{1}{2}\varepsilon\lambda R_s \right)^2 + \lambda^2 \left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c \right)^2$$

$$b = \frac{\varepsilon}{4}\left(R_s^2 + R_c^2 \right)$$

Это показывает, что формула (7) эквивалентна формуле (10) более удобная, в смысле обращения и приложения к практике.

Разлагая формулы в ряд при $\left| \frac{\varepsilon\lambda^2 b}{\overline{a}(p)} \right| < 1$ получаем:

$$\overline{\varphi}(p) = \frac{pg_2 + g_1}{\overline{a}(p)} \left[1 + \frac{\varepsilon\lambda^2 \overline{b}}{a(p)} + \varepsilon^2\lambda^4 \frac{b^2}{a^2(p)} + \ldots \right] \tag{11}$$

Вычислим оригинал первого члена этого ряда и обозначим через $\varphi_1(t)$:

$$\varphi_1(t) = e^{-\frac{1}{2}\varepsilon R_s \lambda t} \left[g_2 \cos\lambda\left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c \right)t + \frac{g_1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_s \lambda}{\lambda\left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon\Gamma_c \right)} \sin\lambda\left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon R_c \right)t \right] \tag{12}$$

Это известное решение уравнения (5), полученное хорошо известным методом усреднения. Второе приближение решений находим следующим образом:

$$\varphi_2(t) = \varepsilon\lambda^2 \varphi_1(t) * \psi(t) \quad , \tag{13}$$

где звездочка обозначает сверку функций

$$f(t) * g(t) = \int_0^t f(t-\tau)g(\tau)d\tau \; ;$$

$$\overline{\psi}(p) = \frac{b}{\overline{a}(p)}$$

Вычисляя оригинал получаем:

$$\psi(t) = \frac{b}{\lambda(1 - \varepsilon\Gamma_c)} e^{-\frac{1}{2}\varepsilon R_s \lambda t} \sin\lambda\left(1 - \frac{1}{2}\varepsilon\Gamma_c \right)t \tag{14}$$

Аналогично определяем следующие приближения решений

$$\varphi_3(t) = \varepsilon\lambda^2\varphi_2(t) * \psi(t) = \varepsilon\lambda^2 \int_0^t \varphi_2(t-\tau)\psi(\tau)d\tau$$

...

$$\varphi_n(t) = \varepsilon\lambda^2\varphi_{n-1}(t) * \psi(t) = \varepsilon\lambda^2 \int_0^t \varphi_{n-1}(t-\tau)\psi(\tau)d\tau$$

Таким образом, решения интегро-дифференциального уравнения (5) определяется суммой

$$\varphi(t) = \sum_{n=1}^{\infty} \varphi_n(t) \tag{15}$$

Анализируя решения (12) и (14), получаем, что ряд (15) является сходящим рядом,амплитуда колебаний затухает по экспоненциальному закону.

Литература

1.Ларионов Г.С. Исследование колебаний релаксирующих систем методом усреднения. Мех.полимеров, 1969, №5, с. 806-813.

2. Матяш В.И. Колебания изотропных упруговязких оболочек. Мех.полимеров 1971, №1, с. 157-164.

3. Работнов Ю.Н. Элементы наследственной механики твердых тел. М., «Наука», 1977, 384 с.

4. Курбанов Н.Т. Исследование одномерных динамических задач линейной вязкоупругости. АГУ, Прикаспийский журнал, Астрахань, 2008, №2. С. 53-57.

XÜLASƏ

ÖZLÜELASİK LÖVHƏNİN SƏRBƏST RƏQSLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI

Qurbanov N.T., Babacanova V.H.

Açar sözlər: *lövhə, dalğalanma, özlüelastik, orijınal, təsvir. Amplituda, faza.*

İşdə özlü elastik rəqsi haqqında məsələyə baxılır. Rəqsi hərəkəti təsvir edən inteqro-diferensial tənlik əməliyyatlar üsulunun köməyi ilə həll edilir və həll sıra şəklində qurulur. Bu sıranın birinci həddi qeyd olunan tənliyin ortalaşdırma üsulu ilə alınmış həllə eyni olduğu göstərilir.

SUMMARY

STADY OF VISCOELASTIC PLATE FREE OSCILLATION STUDY

Kurbanov N.T., Babajanova V.G.

Keywords: *plate, oscillations, viscoelasticity, original, image, amplitude, phase.*

The paper addresses the problem of viscoelastic plate oscillations for arbitrary hereditary functions. The integro-differential equation of the described oscillations is solved by the method of operational calculus and the solution is built in the form of a series, the first term of which coincides with the solution obtained by the averaging method.

DİFERENSİAL TƏNLİKLƏR, MODELLƏŞDİRMƏ, OPTİMALLAŞDIRMA VƏ OPTİMAL İDARƏETMƏ MƏSƏLƏLƏRİ

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ И ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

DIFFERENTIAL EQUATION, MODELLING, OPTIMIZATION AND OPTIMAL CONTROL PROBLEMS

ŞƏBƏKƏ STRUKTURLU RƏQS SİSTEMİNDƏ MƏNBƏLƏRİN YERLƏRİNİN VƏ GÜCLƏRİNİN TƏYİNİ

[1]Ayda-zadə K.R., [2]Əşrəfova Y.R.
[1,2]Azərbaycan Respublikası ETN İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
[2]Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan
kamil_aydazade@rambler.ru, ashrafova.yegana@gmail.com

Açar sözlər: *hiperbolik tənliklər sistemi, mənbələrin yerləri, mənbələrin gücləri, tərs məsələ, qeyri-lokal sərhəd şərtləri.*

İşdə prosesə (obyektə) təsir edən (daxili, xarici) mənbələrin həm güclərinin, həm də bir çox digər tədqiqatlardan fərqli olaraq yerlərinin təyini üzrə tərs məsələ həll edilir. Proses öz aralarında yalnız sərhəd şərtləri ilə əlaqəli olan çoxlu sayda ikinci tərtib hiperbolik tip diferensial tənliklər sistemi ilə təsvir olunur. Bu cür məsələlərə ekologiya, geofizika, yeraltı hidrodinamika sahələrində misallar gətirmək olar [1–3]. Məsələnin həlli üçün optimallaşdırmanın birinci tərtib iterativ prosedurlarına (məsələn, qradiyentin proyeksiyası və ya qoşma qradiyent üsullarına) əsaslanan ədədi üsulları istifadə edilir.

Bir-biri ilə ixtiyari qaydada birləşmiş M çubuqdan (tildən) ibarət obyektə baxılır və obyektin vəziyyəti qraf şəklində təsvir olunur. Qrafın hər bir tili til üzrə zaman və məkanda paylanmış parametrli sistem təşkil edir. Çubuğun rəqsi hərəkəti isə aşağıdakı kimi $2M$ sayda ayrılmamış sərhəd şərtləri ilə əlaqəli hiperbolik tip xüsusi törəməli diferensial tənliklərlə təsvir olunur:

$$u_{tt}^{ks}(x,t) = a^{ks}u_{xx}^{ks}(x,t) - b^{ks}u_t^{ks}(x,t) + q^{ks}(t)\delta(x-\xi^{ks}), \quad x \in (0,l^{ks}), t \in [t_0,T]. \tag{1}$$

$$\sum_{k\in I_i^-}\left[\alpha_{ik}^{\nu}u^{ik}(0,t) + \beta_{ik}^{\nu}u_x^{ks}(0,t)\right] + \sum_{k\in I_i^+}\left[\alpha_{ki}^{\nu}u^{ki}(l^{ki},t) + \beta_{ki}^{\nu}u_x^{ks}(l^{ik},t)\right] = \gamma_i^{\nu}, \tag{2}$$

$$\nu = \overline{1,n_i}, i \in I.$$

Burada $u^{ks}(x,t) - l^{ks}$ uzunluqlu (k,s)-ci tilin x nöqtəsində və t, zaman anındakı vəziyyətidir $(k,s) \in J$; $J = \{(k,s): k,s \in I\}$ başlanğıcı $k \in I$, sonu $s \in I$ təpəsində olan tillər çoxluğudur; $a^{ks}, b^{ks} > 0$ verilmiş ədədlər; kəsilməz $q^{ks}(t)$ funksiyaları isə bəzi tillərin $\xi^{ks} \in (0,l^{ks})$ nöqtələrində toplanmış daxili və ya xarici mənbələrin gücləri ilə təyin olunur:

$$q^{ks}(t)\begin{cases}\neq 0, & (k,s) \in J^{mənbə},\\ \equiv 0, & (k,s) \in J\setminus J^{mənbə},\end{cases} \quad t \in [t_0,T].$$

Burada $J^{mənbə} \subset J$ mənbələr olan tillər çoxluğudur; γ_i^{ν} – xarici təsirin i −ci təpədə ν −cü xarakteristikasıdır.

Baxılan məsələdə proses uzun müddət ərzində fəaliyyət göstərdiyinə görə başlanğıc şərtlər haqqında dəqiq informasiya yoxdur [4]. Hesab edəcəyik ki, (1) prosesi üçün t_0 başlanğıc anındakı şərtlər:

$$u^{ks}(x,t_0) = \phi_0^{ks}(x), \;\; u_t^{ks}(x,t_0) = \phi_1^{ks}(x) \tag{3}$$

dəqiq təyin olunmayıb, əvəzində müəyyən parametrik şəkildə təyin olunan U^0 −başlanğıc vəziyyətlərin çoxlu sayda mümkün qiymətlər çoxluğu verilib:

$$U^0 = \left\{\phi^{ks}(x,\gamma) = (\phi_0^{ks}(x;\gamma), \phi_1^{ks}(x;\gamma)): (k,s) \in J,\ \gamma \in \Gamma \in R^{\nu}\right\} \tag{4}$$

Tərs məsələnin həlli üçün obyektin ayrı-ayrı nöqtələrində prosesin vəziyyəti üzərində əlavə müşahidələrin qiymətləri mövcuddur:

$$\left(u^{ks}(\eta^{ks},t),u_t^{ks}(\eta^{ks},t)\right)\equiv\left(V_0^{ks}(t),V_1^{ks}(t)\right). \quad (5)$$

$\eta^{ks}\in(0,l^{ks})$ müşahidə nöqtələri, $\tilde{J},\tilde{J}\subset J$ isə onların çoxluğudur. Hesab edirik ki, $q^{ks}(t)$ gecləri və onların ξ^{ks} təsir nöqtələri naməlumdur. (5) əlavə şərtlərdən istifadə edərək onları təyin etmək lazımdır. Məsələnin mahiyyətindən çıxış edərək hesab edəcəyik identifikasiya olunan parametr və funksiyalar üzərinə aşağıdakı məhdudiyyət şərtləri mövcuddur:

$$0\le\xi^{ks}\le l^{ks},\quad \underline{q}\le q^{ks}(t)\le\overline{q},\quad t\in[t_0,T],(k,s)\in J^{mənbə}, \quad (6)$$

burad $\underline{q},\overline{q}$ – verilmiş ədədlərdir.

Qoyulan tərs məsələ aşağıdakı şəkildə funksional qurularaq:

$$\widetilde{\Phi}(q,\xi)=\int_{\Gamma}\left(\sum_{(k,s)\in\tilde{J}}\int_{\tau}^{T}\left[u^{ks}\left(\eta^{ks},t;\gamma,q,\xi\right)-V_0^{ks}(t)\right]^2+\left[u_t^{ks}\left(\eta^{ks},t;\gamma,q,\xi\right)-V_1^{ks}(t)\right]^2dt\right)\rho_{\Gamma}(\gamma)d\gamma, \quad (7)$$

optimallaşdırma məsələsinə gətirilərək ədədi həll edilir. Burada $u^{ks}(\eta^{ks},t;\gamma,q,\xi)$ – (1)-(3) sərhəd məsələsinin verilmiş $\gamma\in\Gamma$ parametri, $\varphi(x,\gamma)$ başlanğıc şərti və $(\xi,q(t))$ mümkün qiymətləri üçün hesablanmış həllinin qiymətidir; $[\tau,T]$– prosesin izlənmə müddətidir, bu müddət ərzində artıq prosesin vəziyyəti başlanğıc $t=t_0$ zamandakı qiymətlərdən asılı deyil.

Aydındır ki, optimallaşdırılan parametrlərin diferensial tənlikdə qeyri-xətti iştirakını nəzərə alsaq, funksional ξ -yə görə qabarıq deyil və deməli çoxekstremallı ola bilər. Oxşar məsələlərin həlli zamanı ya minimallaşdırmanın iterasiya üsulları üçün "yaxşı" başlanğıc yaxınlaşma, ya da məsələnin müxtəlif başlanğıc nöqtələrdən çoxsaylı həlli tələb olunur. Bu işdə test məsələlər üzərində iterasiya prosesi üçün müxtəlif başlanğıc nöqtələrdən başlayaraq optimallaşdırma məsələsi ədədi həll edilir.

Ədəbiyyat

1. Datta S. and Sarkar S., A Review on Different Pipeline Fault Detection Methods, Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2016. −41. –c. 97–106.
2. Айда-заде К.Р., Вычислительные задачи на гидравлических сетях. //Ж. вычисл. матем. и математической физики. 1989, −Т.29, − №2. –с.184–193.
3. Айда-заде К.Р., Ашрафова Е.Р. Численное решение задачи определения мест и объемов утечек при неустановившемся движении жидкости в трубопроводной сети сложной структуры //Ж. вычисл. матем. и математической физики. 2017, −Т.57, − №12. −с.36–52.
4. Ашрафова Е.Р. Численное исследование зависимости длительности влияния начальных режимов на процесс движения жидкости в трубопроводе // Инженерно-физический журнал. 2015. –Т.88, –№ 5, −с. 1199–1207.

РЕЗЮМЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТ И МОЩНОСТЕЙ ИСТОЧНИКОВ В КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРЫ

Айда-заде К.Р., Ашрафова Е.Р.

Ключевые слова: *система гиперболических уравнений, места источников, мощности источников, обратная задача, нелокальные краевые условия.*

В данной работе решается обратная задача по определению как мощностей, так и, в отличие от многих других исследований, определяются месторасположенит точечных (внешних, внутренних) источников, воздействующих на процесс (объект). Сам процесс описывается системой большого числа дифференциальных уравнений гиперболического типа второго порядка, связанных между собой лишь краевыми условиями. Для решения задачи использованы численные методы оптимального управления, основанные на итерационных процедурах оптимизации первого порядка (например, методы проекции градиента или сопряженного градиента)

SUMMARY

DETERMINATION OF LOCATIONS AND POWERS OF SOURCES IN THE OSCILLATORY SYSTEM OF A NETWORK STRUCTURE

Aida-zade K.R., Ashrafova Y.R.

Keywords: *system of hyperbolic equations, source locations, source powers, inverse problem, nonlocal boundary conditions.*

In this work, the inverse problem is solved by determining both the powers and, unlike many other studies, the locations (external, internal) of sources that affect the process (object). The process itself is described by a system of a large number of differential equations of second order hyperbolic type, interconnected only by boundary conditions. To solve the problem, we used numerical methods of optimal control based on iterative first-order optimization procedures (for example, gradient or conjugate gradient projection methods)

İMPULSLU XARİCİ TƏSİRLİ PARABOLİK TİP TƏNLİK ÜÇÜN QARIŞIQ MƏSƏLƏNİN HƏLLİNİN BİR TƏQRİBİ ÜSULLA HƏLLİ HAQQINDA

Alıyev X.H.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
xelil.aliyev.54@mail.ru

Açar sözlər: *impulslu təsir, optimal idarəedici, hilbert fəzasında moment problemi.*

$$\frac{\partial y(x,t)}{\partial t} = Ly(x,t) + u(t)\delta(x-\upsilon(t)), \tag{1}$$

$$y(x,0) = \varphi(x), \tag{2}$$

$$y(0,t) = y(1,t) = 0, \tag{3}$$

qarışıq məsələnin həllinin təqribi üsulla tapılması məsələsi araşdırılır. Burada $\varphi(x)$, $[0,1]$ – parçasında verilən hamar funksiya

$$Ly(x,t) = \frac{\partial}{\partial x}[p(x\frac{\partial y(x,t)}{\partial x})] + r(x)y(x,t), \tag{4}$$

$p(x) \geq 0$, $r(x) \geq 0$ funksiyaları $[0,1]$ parçasında, $u(t)$ isə $[0,T]$-də verilmiş funksiyadır. $\nu(t)$ – xarici istilik mənbəyinin yerləşdiyi yer, $0 \leq \nu(t) \leq 1$, δ - Dirakın "delta" funksiyasıdır.

Məlumdur ki, $p(x), r(x), \nu(x)$ funksiyaları x dəyişənindən asılı kifayət qədər hamar funksiyalar olarsa, qoyulan məsələnin həlli var, lakin bu həlli ümumiyyətlə analitik şəkildə təyin etmək olmur. Ona görə də yuxarıda baxılan məsələnin həllinin təqribi tapılması zərurəti yaranır.

(4) diferensial ifadəsi və (3) sərhəd şərtləri və təyin olunan operatoru A ilə işarə etsək, onda (1)-(3) məsələsini aşağıdakı kimi yaza bilərik:

$$\frac{\partial y(x,t)}{\partial t} = Ay(x,t) + u(t)\delta(x-u(t)), \tag{5}$$

Aşkardır ki, A - simmetrik, xətti, müsbət müəyyən operatordur və onun A^{-1} tərsi var. Onda (5) bərabərliyini aşağıdakı eynigüclü tənlikdə əvəz etmək olar:

$$A^{-1}\frac{\partial y(x,t)}{\partial t} = y(x,t) + A[u(t)\delta(x-u(t))].$$

Aşağıdakı funksiyalar sistemini təyin edək:

$$z_0(x) = h(x), z_1(x) = A^{-1}z_0(x), ..., z_{k+1}(x) = A^{-1}z_k(x)...$$

Tutaq ki, $z_0(x), z_1(x), ..., z_{m-1}(x)$ funksiyaları xətti asılı deyillər. Hər bir qeyd olunmuş m üçün A_m operatorunu $L_2[0,1]$ fəzasında moment probleminin

$$\begin{cases} z_k(x) = A_m^k z_0(x);\ k = 0,1,...,m-1 \\ E_m z_m(x) = A_m^m z_0(x) \end{cases}$$

həlli kimi təyin edək, burada E_m bazisi $z_0(x), ..., z_{m-1}(x)$ olan H_m fəzasında proyektləndirən operatordur.

A_m operatorunun köməyilə

$$A_m\frac{\partial y_m(x,t)}{\partial t} = y_m(x,t) + A^{-1}[u(t)\delta(x-\nu(t))] \tag{7}$$

tənliyinin

$$y_m(0,x) = \varphi^m(x) \tag{8}$$

şərtini ödəyən $y_m(x,t)$ həllinə qoyulan məsələnin təqribi həlli deyilir. (7)-(8) məsələsinin həlli

$$y_m(x,t) = \sum_{k=0}^{m-1} a_k(t)z_k(x) \tag{9}$$

şəklində axtarılır. Naməlum $\{a_k(t)\}_0^{m-1}$ - funksiyaları üçün sabit əmsallı m məchullu qeyri-bircins diferensial tənliklər sistemi alınır. Alınan tənliklər sistemini həll etməklə (7)-(8) məsələsinin həlli analitik

şəkildə təyin olunur. Bu da (1)-(3) məsələsinin təqribi həlli olur. İsbat olunur ki, (7)-(8) məsələsinin həlli $L_2[0,1]$ fəzasının norması mənada (1)-(3) məsələsinin həllinə yığılır.

Ədəbiyyat

1. Ладыженская О.А. Краевые задачи математической физики – М.: Наука, 1976
2. Воробьев М.М. Вариационные методы исследования нелинейных операторов. Москва, 1956 г.
3. Мамедов А.Д. Задача оптимального управления системами с распределенными параметрами в векторном гильбертовом пространстве. Известия вузов «Математика» Депонирование ВИНИТИ, 1983, №5894-83, с.32

РЕЗЮМЕ

ОБ ОДНОМ ПРИБЛИЖЕННОМ СПОСОБЕ РЕШЕНИЯ СМЕШАННОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ТИПА С ИМПУЛЬСНЫМИ ВНЕШНИМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ

Алыев Х.Г.

Ключевые слова: *импульсный эффект, оптимальный регулятор, проблема моментов в гильбертовом пространстве.*

В работе рассматривается смешанная задача для уравнения параболического типа с импульсными внешними воздействиями. Используя проблемы моментов в гильбертовом пространстве, определяется приближенное решение смешанной задачи.

SUMMARY

ON AN APPROXIMATE METHOD FOR SOLVING A MIXED PROBLEM FOR A PARABOLIC EQUATION WITH IMPULSIVE EXTERNAL ACTIONS

Aliev Kh.G.

Keywords: *impulse effect, optimal controller, moment problem in Hilbert space.*

The paper considers a mixed problem for a parabolic type equation with impulsive external influences. Using the problems of moments in the Hilbert space, an approximate solution of the mixed problem is determined.

ÇANTA MƏSƏLƏSİNDƏ TƏQRİBİ HƏLLİN QURULMASI VƏ ONUN İNNOVATİV OLARAQ YAXŞILAŞDIRILMASI

[1,2]Məmmədov K.Ş., [2]Niyazova R.R.

[1]*Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan.*

[2]*İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan.*

[1]mamedov_knyaz@yahoo.com, [2]niyazova.rayihe@gmail.com

Açar sözlər: *Çanta məsələsi, təqribi həll, innovativ təqribi həll, optimal qiymətin aşağı və yuxarı sərhədləri.*

Çanta məsələsinin bir yeni innovativ təqribi həll üsulu işlənmişdir. Belə ki, əvvəlcə məlum qayda ilə məsələnin hər hansı təqribi həlli tapılır. Bundan sonra, həmin həllin ardıcıl olaraq daha da yaxşılaşdırılması prosesi qurulur. Bu zaman kəsilməz məsələnin optimal həllindəki kəsr qiymət alan koordinatın müəyyən qayda ilə hər hansı ətrafı tapılır və bu ətrafda yerləşən vahidləri sıfırla və sonra sıfırları vahidlə əvəz etməklə daha yaxşı həll seçilir.

Aşağıdakı kimi məlum çanta məsələsinə baxaq:

$$\sum_{j=1}^{n} c_j x_j \to \max, \tag{1}$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_j x_j \le b, \tag{2}$$

$$x_j = 0 \vee 1, \ (j = \overline{1,n}). \tag{3}$$

Burada c_j, a_j, $(j = \overline{1,n})$ və b verilmiş tam ədədlərdir. Ümumiliyi pozmadan qəbul etmək olar ki, bu ədədlər müsbət tam ədədlərdir və aşağıdakı münasibətlər ödənilir.

$$\frac{c_1}{a_1} \ge \frac{c_2}{a_2} \ge \cdots \ge \frac{c_k}{a_k} \ge \cdots \frac{c_n}{a_n} \ . \tag{4}$$

Məlum olduğu kimi, (1)-(3) məsələsində (3) şərtini $0 \le x_j \le 1,\ (j=\overline{1,n})$ şərti ilə əvəz etdikdə onun optimal $\bar{X} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$ həlli aşağıdakı qayda ilə tapılır [1].

Hər bir $j,\ (j=\overline{1,n})$ nömrəsi üçün

$$\bar{x}_j := \begin{cases} 1, & əgər\ \ a_j \le b - \sum_{i=1}^{j-1} a_i \bar{x}_i\ , \\ \left(b - \sum_{i=1}^{j-1} a_i \bar{x}_i\right) \Big/ a_j, & əgər\ \ a_j > b - \sum_{i=1}^{j-1} a_i \bar{x}_i\ ,\ \ (k := j), \\ 0, & j = k+1, k+2, \dots, n \quad olduqda\ . \end{cases}$$

Nəticədə

$$\bar{X} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_k, \dots, \bar{x}_n) = \left(\underbrace{1,1,\dots,1}_{k-1\ sayda}, \frac{\alpha}{\beta}, 0, \dots, 0\right) \tag{5}$$

həllini alırıq. Onda (1)-(3) məsələsində (1) funksiyasının (5) həllinə uyğun olan $\bar{f}$ qiyməti

$$\bar{f} = \sum_{j=1}^{n} c_j \bar{x}_j$$

olar.

Qeyd edək ki, (1)-(3) məsələsinin hər hansı $X^t = (x_1^t, x_2^t, \dots, x_n^t)$ təqribi həlli məlum qaydaya görə aşağıdakı kimi tapılır [2].

Hər bir $j = 1,2,\dots,n$ nömrələri üçün o zaman $x_j^t := 1$ qəbul olunur ki,

$$a_j \le b - \sum_{i=1}^{j-1} a_i x_i^t$$

şərti ödənilsin. Əks halda, yəni

$$a_j > b - \sum_{i=1}^{j-1} a_i x_i^t$$

şərti ödənilərsə, $x_j^t := 0$ qəbul edilir. Nəticədə (1)-(3) məsələsinin

$$X^t = (x_1^t, x_2^t, \dots, x_n^t) \tag{6}$$

təqribi həllini alırıq. Onda (1) funksiyasının bu həllə uyğun olan qiyməti

$$f^t = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j^t$$

olar. Aydındır ki, $f^t \le \overline{f}$. Daha doğrusu $f^t \le f^* \le \overline{f}$ olmalıdır. Burada f^* ədədi (1)-(3) məsələsində (1) funksiyasının maksimal qiymətidir.

Qeyd edək ki, nadir hallarda (6) həlli (1)-(3) məsələsinin $X^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ optimal həlli ilə üst-üstə düşər və ya ona yaxın olar. Çoxsaylı eksperimentlər göstərir ki, optimal həllin x_j^* koordinatları ilə təqribi həllin x_j^t koordinatları (5) düsturu ilə tapılmış $\bar{x}_k = \frac{\alpha}{\beta}$ koordinatının müəyyən ətrafında fərqlənirlər. Çünki həmin ətrafda olan j nömrələri üçün c_j/a_j nisbətləri bir-birinə yaxın olur. Nəzərə alsaq ki, həmin $k-$cı koordinatın sol tərəfində yalnız vahidlər, sağ tərəfində isə yalnız sıfırlar yerləşir və optimal həllin koordinatları burada fərqlənirlər, onda (5) düsturundakı $k-cı$ koordinatın sol tərəfindəki müəyyən vahidləri sıfır ilə, həmin koordinatın sağ tərəfindəki müəyyən sayda sıfırları isə növbəli şəkildə vahid ilə əvəz etməklə daha yaxşı həll almaq olar. Lakin bu zaman (5) düsturundakı bütün vahidləri sıfırla, yaxud bütün sıfırları vahid ilə əvəz etmək kifayət qədər artıq əməliyyat tələb edər.

Ona görə də (1)-(3) məsələsinin optimal həllindəki vahidlərin və sıfırların uyğun olaraq minimal n(1) və n(0) saylarının tapılması qaydasını işləmişik. Aydındır ki, bu zaman ilkin tapılmış təqribi həllin innovativ olaraq yaxşılaşdırılma prosesində (5) həllindəki ilk n(1) sayda vahidi və son n(0) sayda sıfırları dəyişməyə ehtiyac qalmır.

Deməli, (5) həllindəki ilk $n(1)$ sayda vahidləri və son $n(0)$ sayda sıfırları olduğu kimi saxlamalıyıq.Yerdə qalan koordinatlarda vahidləri sıfırlarla, sıfırları isə növbə ilə vahidlərlə əvəz etməklə alınan mümkün həllər içərisindən (1) funksiyasına f^t ədədindən böyük qiymət verənlər içərisindən ən

böyüyünü yadda saxlayırıq. Biz bu qayda ilə sonuncu yadda saxlanmış həllə (1)-(3) məsələsinin innovativ təqribi həlli deyəcəyik. Çünki, NP-tam sinfində olan (1)-(3) məsələsinin belə tapılmış sonuncu həlli, klassik üsulla tapılmış həlldən pis deyil, sadə qayda ilə tapılır, tətbiqi cəhətdən mühüm praktiki əhəmiyyət daşıyır.

Qeyd edək ki, (1)-(3) məsələsinin innovativ təqribi həllinin tapılması üçün [3] işində bir üsul verilmişdir. Bizim burada verdiyimiz həll üsulu isə daha ümumi xarakter daşıyır və daha az sayda əməliyyat tələb edir.

Ədəbiyyat

1. Сигал И.Х., Иванова А.П. Введение в прикладное дискретное программирование. М.Физмат лит. 2007, с.304.
2. Kellerer H., Pferschy U. Pisinger D. Knapsack problems. Springer- Verlag,Berlin, Heidelberg, New-york, 2004, pp.546.
3. Huseynov S.Y., Niyazova R.R. An İnnovative İmproved Approximate Method for the knapsack Problem with coefficients Given in the Interval Form. // Proceedings of the 8 – th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications/ 14 – 16 August, 2022, Vol II, pp.210 – 212. (Web of Science).

РЕЗЮМЕ

РАЗРАБОТКА ПРИБЛИЗИТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ РАНЦА И ЕГО ИННОВАЦИОННОЕ УЛУЧШЕНИЕ

Мамедова К.Ш., Ниязова Р.Р..

Ключевые слова: *задача о ранце, приближённое решение, инновативное приближённое решение, нижняя и верхняя граница оптимального значения.*

Разработан новый метод для построения инновативного приближённого решения задачи о ранце. Сначала находится известным методом одно приближённое решение. После этого начинается процесс последовательного улучшения этого решения. Для этого находятся некоторые окрестности координат оптимального решения непрерывной задачи, которая получила дробное значение. Далее в этой окрестности, заменяя последовательно единицы на нуль, и нуль на единицы выбирается наилучшее решение.

SUMMARY

DEVELOPING AN APPROXIMATE SOLUTION TO THE BAG PROBLEM AND IMPROVING IT INNOVATIVELY

Mammadov K.Sh., Niyazova R.R.

Keywords: *knapsack problem, approximate solution, innovative approximate solution, lower and upper bounds of optimal price.*

A new, innovative approximate solution to the Knapsack problem has been developed. So, first, any approximate solution to the problem is found by the known rule. After that, the process of continuously improving that solution is found. In this case, any neighborhood of the fractional-valued coordinate in the optimal solution of the continuous problem is found by a certain rule, and a better solution is selected by replacing the units located in this neighborhood with zeros and then replacing the zeros with units.

OPTIMIZATION OF DARBOUX TYPE POLYHEDRAL DIFFERENTIAL INCLUSIONS

Mastaliyeva D.I.

Institute of Control Systems, Baku, Azerbaijan

Keywords: *discrete-approximate, Darboux differential inclusions, Euler-Lagrange, polyhedral, necessary and sufficient.*

The paper is devoted to the optimal control of Darboux type differential inclusions (DFIs) given by polyhedral set-valued mappings, and for this an auxiliary problem with a discrete Darboux inclusion is posed. Using the Farkas theorem, locally adjoint mappings are calculated and necessary and sufficient optimality conditions for polyhedral discrete Darboux inclusions are proved. Further, using the discretization method of the Darboux type polyhedral DFI, first for a discrete-approximate problem, and then for a continuous problem, using only the specifics of its polyhedral property, sufficient optimality conditions are formulated in the form of Euler-Lagrange type polyhedral inclusions.

Subject classification codes: 39A14, 34A60, 39A70, 35L20, 49M25.

It is well known that over the past two decades in the field of optimal control theory, the described DFIs with ordinary [1,3,4,6,8] and partial derivatives [1,2,5,7] began to develop intensively. In [2] sufficient conditions of optimality are derived for convex and non-convex problems with state constraints on the basis

of the apparatus of locally adjoint mappings (LAMs). The work [5] is devoted to the optimization of the first mixed initial-boundary value problem for hyperbolic DFIs with the Laplace operator. The article [8] is devoted to a second-order analysis for a polyhedral class of variational systems in finite-dimensional and infinite-dimensional spaces, which is especially important for studying optimization and equilibrium problems with equilibrium constraints. The paper [3] is devoted to second order polyhedral optimization described by ordinary discrete and DFIs. The stated second order discrete problem is reduced to the polyhedral minimization problem with polyhedral geometric constraints and in terms of the Euler-Lagrange type polyhedral inclusions, necessary and sufficient conditions for optimality are derived.

In addition, over the past decades, optimal control problems described by partial differential Darboux type equations have become the object of research by many authors [1,2,7]. In the article [7] one mixed linear problem of a second-order hyperbolic equation with a quadratic functional is investigated. Necessary and sufficient optimality conditions are obtained in the form of a variational inequality. In [2], conditions are formulated under which the primal and dual problems are related by the duality relation.

The book of [1] is mainly devoted to the study of mathematical methods of optimization theory, optimal control theory of discrete and DFIs with ordinary and partial derivatives. But since then, no serious results have been obtained on problems with Darboux type polyhedral DFIs. Whereas convex optimal control problems are historically interesting from the point of view of their richness, among which all types of "polyhedral" problems occupy a special place. Note that many applied problems, for example, the processes of chromatography, sorption and desorption of gases, drying, friction, wearing processes, etc., can formally be reduced to the control problems of Darboux systems.

The novelty of the article is that, using the discretized method and the polyhedral nature of the Darboux DFI, the optimality conditions for the Lagrange-type problem are derived. The results obtained can be useful in establishing optimality conditions for problems with polyhedral DFIs of hyperbolic and elliptic types. Note that for the convenience of readers, all the necessary definitions and concepts can be found in the book [1]. Let (u,v) and $\langle u,v\rangle$ be a pair and inner product of elements u,v in n-dimensional Euclidean space $\mathbb{R}^n$, respectively. A set-valued mapping $F:\mathbb{R}^n \rightrightarrows \mathbb{R}^n$ is convex if its graph $\operatorname{gph} F=\{(u,v): v\in F(u)\}$ is convex in $\mathbb{R}^{2n}$. For a set-valued mapping, we

The cone of tangent directions at a point $(u,v)\in \operatorname{gph} F$ will be denoted by $K_F(u,v)$. Recall that a set-valued mapping $F^*:\mathbb{R}^n \rightrightarrows \mathbb{R}^n$ defined by $F^*\left(v^*;(u,v)\right)=\left\{u^*:(u^*,-v^*)\in K_F^*(u,v)\right\}$ is called the LAM to F at a point (u,v) where $K_F^*(u,v)\equiv K^*_{\operatorname{gph} F}(u,v)$ is the cone dual to the cone $K_F(u,v)$. A function g is said to be proper if it does not take the value $-\infty$ and is not identically equal to $+\infty$.

The main problem of this article is devoted to the study of Darboux type polyhedral problem with DFIs, containing mixed second-order derivatives:

$$\text{minimize} \quad J[u(\cdot,\cdot)]=\iint\limits_{Q} g\left(u(x,t),x,t\right)dxdt, \tag{5}$$

$$\text{(DC)} \qquad u_{xt}(x,t)\in G(u(x,t)), \quad (x,t)\in Q=[0,\mathrm{L}]\times[0,\mathrm{T}], \tag{6}$$

$$u(x,0)=\alpha(x),\ u_t(0,t)=\beta(t), \tag{7}$$

$$G(u(x,t))=\{u_{xt}(x,t):\ Au(x,t)-Mu_{xt}(x,t)\le \omega\}, \tag{8}$$

where $G:\mathbb{R}^n \rightrightarrows \mathbb{R}^n$ is a polyhedral set-valued mapping, $g\left(\cdot,x,t\right)$ is proper convex continuous function and $A,M,$ are $s\times n$ matrices, ω is s-dimensional vector-colomns, L, T are real positive numbers. The problem consists in finding a solution $\tilde{u}(x,t)$ of a boundary value problem (DC) that minimizes (5). We assume throughout the context that feasible solutions are absolutely continuous functions.

To construct a discrete-approximate problem, we choose h,δ on the x,t-axis and introduce the difference operator $\Omega u(x,t)=(1/\delta h)\left[u(x,t)-u(x-h,t)-u(x,t-\delta)+u(x-h,t-\delta)\right]$.

Therefore, we construct the following difference boundary value polyhedral problem (DDA):

$$\text{minimize} \sum_{(x,t)\in \mathrm{N}\times\Xi} \delta h g\left(u(x,t),x,t\right),\ \Omega u(x,t)\in G(u(x,t)), \mathrm{N}=\{0,...,L-h\};\ \Xi=\{0,...,T-\delta\}.$$

Theorem 1. *For the optimality of the solution* $\{\tilde{u}(x,t),(x,t)\in \mathrm{N}\times\Xi\}$ *in the Darboux type*

polyhedral problem (DDA), *it is necessary and sufficient that there exist nonnegative vectors* $\{\lambda(x,t)\geq 0,(x,t)\in \mathrm{N}\times\Xi\}$ *not all zero such that:*

$$(i)\qquad -A^*\lambda(x-h,t-\delta)+M^*\Omega\lambda(x,t)\in\partial g\left(\tilde{u}(x-h,t-\delta),x-h,t-\delta\right),$$
$$\left\langle A\tilde{u}(x,t)-M\Omega\tilde{u}(x,t)-\omega,\lambda(x,t)\right\rangle=0,$$

$$(ii)\quad \lambda(L,t+\delta)=0,\ \ \frac{1}{h}\left(M^*\lambda(x+h,T)-M^*\lambda(x,T)\right)=0,\ x\in\mathrm{N};\ t\in\Xi.$$

Based on the results of Theorem 1, we formulate a sufficient optimality condition for a continuous Darboux type polyhedral problem (DC).

Theorem 2. *Suppose that* $g(\cdot,x,t)$ *is a continuous convex proper function and* G *is a polyhedral set-valued mapping. Then for the optimality of the solution* $\tilde{u}(x,t)$ *in the Darboux type polyhedral problem (DC), it is sufficient that there exists a nonnegative absolutely continuous function* $\lambda(x,t)\geq 0,\ (x,t)\in Q$, *satisfying the Euler-Lagrange type polyhedral DFIs (i) and boundary-value conditions (ii):*

$$(i)\qquad -A^*\lambda(x,t)+M^*\lambda_{xt}(x,t)\in\partial g\left(\tilde{u}(x,t),x,t\right),\ \ \lambda(x,t)\geq 0,$$
$$\left\langle A\tilde{u}(x,t)-M\tilde{u}_{xt}(x,t)-\omega,\lambda(x,t)\right\rangle=0;\ \ (x,t)\in Q=[0,L]\times[0,T],$$

$$(ii)\qquad \lambda(L,t)=0,\ \ M^*\lambda_x(x,T)=0,\ x\in[0,L],\ t\in[0,T].$$

As an example, consider the following problem

$$\min\iint_Q g\left(u(x,t),x,t\right)dxdt,\ g\left(u,x,t\right)\equiv u,\ u_{xt}(x,t)\leq 1, u(x,0)=u_t(0,t)=0,\ Q=[0,1]\times[0,1].$$

The conditions (i),(ii) of Theorem 4.1are transformed as follows $\lambda_{xt}(x,t)=-1,\lambda(x,t)\geq 0$, $\lambda(x,t)\left(\tilde{u}_{xt}(x,t)-1\right)=0$, $(x,t)\in Q$, $\lambda(1,t)=0,\ t\in[0,1];\ \ \lambda_x(x,1)=0,\ x\in[0,1]$. The solution of this equation, which satisfies the boundary conditions is $\lambda(x,t)=(x-1)(t-1)$. Then $\tilde{u}_{xt}(x,t)-1=0$, whose solution satisfying the boundary conditions above is $\tilde{u}(x,t)=xt$.

References

1. Mahmudov E.N. *Approximation and Optimization of Discrete and Differential Inclusions*. Boston: USA: Elsevier; 2011. 379p.
2. Mahmudov E.N. On duality in problems of optimal control described by convex differential inclusions of Goursat-Darboux type. *J. Math. Anal. Appl.* 2005;307:628-640.
3. Mahmudov E.N. Mathematical programming and polyhedral optimization of second order discrete and differential inclusions. *Pacific J. Optim*. 2015;11:495-525.
4. Mahmudov E.N. Optimization of Mayer Problem with Sturm-Liouville type differential inclusions. *J. Optim. Theory Appl*. 2018;177:345-375.
5. Mahmudov E.N. Optimal control of hyperbolic type discrete and differential inclusions described by the Laplace operator. *ESAIM: COCV*. 2022;28:1-21.
6. Mahmudov E.N. Mastaliyeva DI., Optimal control of higher-order retarded differential inclusions, Journ. Indust. Manag. Optim. 2022, Doi: 10.3934/ jimo. 2022226.
7. Mardanov M.J, Guliyev H.F, Safarova Z.R. The problem of starting control with two intermediate moments of observation in the boundary value problem for the hyperbolic equation. *Optim. Contr. Appl. Meth*. //doi.org/10.1002/oca.2641.
8. Henrion R., Mordukhovich B.S., Nam N.M. Second-Order Analysis of Polyhedral Systems in Finite and Infinite Dimensions with Applications to Robust Stability of Variational Inequalities. SIAM J. Optim. 2010;20:2199-2227.

XÜLASƏ

DARBU TİPLİ POLİEDRAL DİFERENSİAL DAXİLOLMALARIN OPTİMALLAŞDIRILMASI

Məstəliyeva D.I.

Açar sözlər: *diskret-təxmini, Darbu diferensial daxilolmaları, Eyler-Laqranj, çoxüzlü, zəruri və kafi şərtlər.*

Məqalə polyhedral çoxluq-qiymətli inikaslarla verilən Darboux tipli diferensial daxilolmaların (DFI) optimal idarə edilməsinə həsr olunub və bunun üçün diskret Darboux daxil edilməsi ilə köməkçi problem qoyulub. Farkas teoremindən istifadə edərək lokal qoşma inikaslar hesablanır və polyhedral diskret Darboux daxilolmaları üçün zəruri və kafi optimallıq şərtləri eldə edilir. Bundan əlavə, Darboux tipli polyhedral DFI-nin diskretləşdirmə metodundan istifadə edərək əvvəlcə diskret-aproksimasiyalı, sonra

isə kəsilməz məsələ üçün yalnız onun polyhedral xassəsinin xüsusiyyətlərindən istifadə etməklə Eyler-Laqranj tipli kafi optimallıq şərtləri tərtib edilir.

РЕЗЮМЕ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛИЭДРАЛЬНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ ТИПА ДАРБУ

Масталиева Д.И.

Ключевые слова: *дискретно-аппроксимационные, дифференциальные включения Дарбу, Эйлер-Лагранж, полиэдрал, необходимое и достаточное условия*

Работа посвящена оптимальному управлению с дифференциальными включениями (ДФВ) типа Дарбу, заданными полиэдральными многозначными отображениями, и для этого ставится вспомогательная задача с дискретным включением Дарбу. С помощью теоремы Фаркаша вычисляются локально сопряженные отображения и доказываются необходимые и достаточные условия оптимальности для полиэдральных дискретных включений Дарбу. Далее с помощью метода дискретизации полиэдрального ДФВ типа Дарбу сначала для дискретно-аппроксимационной задачи, а затем и для непрерывной задачи, используя только специфику ее полиэдрального свойства, формулируются достаточные условия оптимальности в форме Эйлер-Лагранжевого включения.

PAULİ OPERATORU ÜÇÜN QOYULMUŞ BİR MƏSƏLƏNİN ƏDƏDİ HƏLLİ HAQQINDA

[1]Əliyeva A.R., [2]Allaverdiyeva N.Ə., [3]Qasımov Y.S.

[1,2] Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

[3]Azərbaycan Universiteti, Bakı, Azərbaycan

aaliyeva88@mail.ru, natavan.sdu@gmail.com, gasimov.yusif@gmail.com

Açar sözlər: *Pauli operatoru, hiperbolik tənlik, dalğa çevrilməsi, maqnit sahəsi, dispersiv tənlik.*

İşdə kvant fizikasında geniş istifadə olunan Pauli operatoru üçün qoyulmuş bir məsələyə baxılır. Dalğa çevrilməsi və tan-geinişlənmə funksiyası metodlarından istifadə etməklə baxılan məsələ ədədi həll edilir, tənliyin hiperbolik və triqonometik həllər çoxluqları tapılır. Parametrlərin müxtəlif qiymətlrini seçməklə, müxtəlif həllər ailəsi tapılır və onların qrafiklərini verilir.

İşdə aşağıdakı məsələyə baxılır

$$\begin{aligned} &P\varphi = 0, \ \ x \in D, \\ &\varphi = 0, x \in S_D. \end{aligned} \tag{1}$$

Burada P aşağıdakı kimi təyin edilən Pauli operatorudur

$$P = P(a, v).J + \sigma B, \tag{2}$$

harada ki,

$$J = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}, \sigma = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}, P = (a, v) = (-i\nabla - a)^2 + V, \tag{3}$$

i – xəlyali vahiddir; V kifayət qədər hamar funksyadır; $\nabla = \left\{\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}\right\}, a = (a_1, a_2) \in R^2$ - vector potensialdır; B isə a vektor potensialının doğurduğu maqnit sahəsidir, yəni

$$B = \frac{\partial}{\partial x} a_2 - \frac{\partial}{\partial y} a_1. \tag{4}$$

Bütün bu ifadələri nəzərə alsaq, onda Pauli operatorunu aşağıdakı kimi yazmaq olar

$$P = \begin{pmatrix} (-i\nabla - a)^2 + a_2 \frac{\partial}{\partial x} - a_1 \frac{\partial}{\partial y} + V & 0 \\ 0 & (-i\nabla - a)^2 - a_2 \frac{\partial}{\partial x} + a_1 \frac{\partial}{\partial y} + V \end{pmatrix} =$$

$$\begin{pmatrix} -\Delta + (2ia_1 + a_2)\frac{\partial}{\partial x} + (2ia_2 - a_1)\frac{\partial}{\partial y} + a^2 + V & 0 \\ 0 & -\Delta + (2ia_1 - a_2)\frac{\partial}{\partial x} + (2ia_2 + a_1)\frac{\partial}{\partial y} + a^2 + V \end{pmatrix} \tag{5}$$

Müxtəlif operatorlar üçün qoyulmuş belə məsələlərin ədədi həlli ilə bağlı aparılan tədqiqatlardan aşağıdakıları qeyd etmək olar: fizika və texnikanın bəzi problemləri üçün variasiya və qeyri-variasiya üsulları [1]; ümumiləşmiş yüksək tərtibli NLSE məsələləri [2]; qeyri-xətti tənliklərin həlləri üçün Gauss metodları [3]; Murnaghan çubuğu üçün ikiqat dispersive tənliklər [4]; kəsr tərtibli (2+1) – ölçülü Boussinesq dinamik modeli [5]; zamana görə kəsr tərtibli Wu-Zhang systemi və s.

(1) Məsələsini aşağıdakı kimi yazaq:

$$P_\varphi = \begin{pmatrix} -\Delta + (2ia_1 + a_2)\frac{\partial}{\partial x} + (2ia_2 - a_1)\frac{\partial}{\partial y} + a^2 + V & 0 \\ 0 & -\Delta + (2ia_1 - a_2)\frac{\partial}{\partial x} + (2ia_2 + a_1)\frac{\partial}{\partial y} + a^2 + V \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x}a_2 - \frac{\partial}{\partial y}a_1 & 0 \\ 0 & -\frac{\partial}{\partial x}a_2 + \frac{\partial}{\partial y}a_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{pmatrix} = \tag{6}$$

$$\begin{pmatrix} -\Delta + (2ia_1 + a_2)\frac{\partial}{\partial x} + (2ia_2 - a_1)\frac{\partial}{\partial y} + a^2 + S_1 & 0 \\ 0 & -\Delta + (2ia_1 - a_2)\frac{\partial}{\partial x} + (2ia_2 + a_1)\frac{\partial}{\partial y} + a^2 + S_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Burada

$$S_1 = V + \frac{\partial}{\partial x}a_2 - \frac{\partial}{\partial y}a_1, \;\; S_2 = V - \frac{\partial}{\partial x}a_2 + \frac{\partial}{\partial y}a_1.$$

Δ isə Laplas operatorudur.

Beləliklə, baxılan məsələ iki tənliyə parçalanır

$$-\frac{\partial^2}{\partial x^2}\varphi_1 - \frac{\partial^2}{\partial y^2}\varphi_1 + (2ia_1 + a_2)\frac{\partial}{\partial x}\varphi_1 + (2ia_2 - a_1)\frac{\partial}{\partial y}\varphi_1 + \left(a^2 + V + \frac{\partial}{\partial x}a_2 - \frac{\partial}{\partial y}a_1\right)\varphi_1 = 0, \tag{7}$$

$$-\frac{\partial^2}{\partial x^2}\varphi_2 - \frac{\partial^2}{\partial y^2}\varphi_2 + (2ia_1 - a_2)\frac{\partial}{\partial x}\varphi_2 + (2ia_2 + a_1)\frac{\partial}{\partial y}\varphi_2 + \left(a^2 + V - \frac{\partial}{\partial x}a_2 + \frac{\partial}{\partial y}a_1\right)\varphi_2 = 0, \tag{8}$$

Alınan ikinci tərtib xüsusi törəməli (3.1.7) və (3.1.8) tənliklərini belə formada yaza bilərik

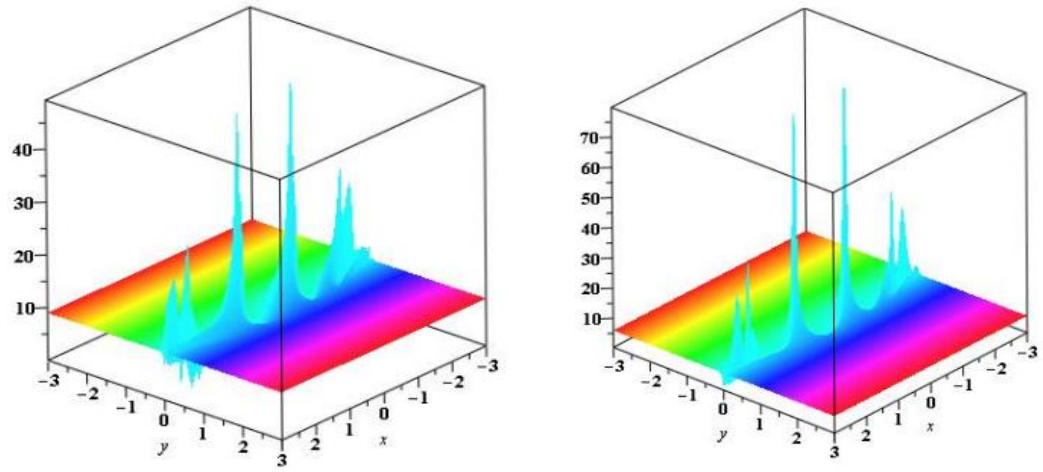
$$-\frac{\partial^2}{\partial x^2}\varphi_1 - \frac{\partial^2}{\partial y^2}\varphi_1 + A_1\frac{\partial}{\partial x}\varphi_1 + A_2\frac{\partial}{\partial y}\varphi_1 + \left(a^2 + V + \frac{\partial}{\partial x}a_2 - \frac{\partial}{\partial y}a_1\right)\varphi_1 = 0, \tag{9}$$

$$-\frac{\partial^2}{\partial x^2}\varphi_2 - \frac{\partial^2}{\partial y^2}\varphi_2 + A_3\frac{\partial}{\partial x}\varphi_2 + A_4\frac{\partial}{\partial y}\varphi_2 + \left(a^2 + V - \frac{\partial}{\partial x}a_2 + \frac{\partial}{\partial y}a_1\right)\varphi_2 = 0 \tag{10}$$

$$A_1 = 2ia_1 + a_2, A_2 = 2ia_2 - a_1, A_3 = 2ia_1 - a_2, A_4 = 2ia_2 + a_1. \tag{11}$$

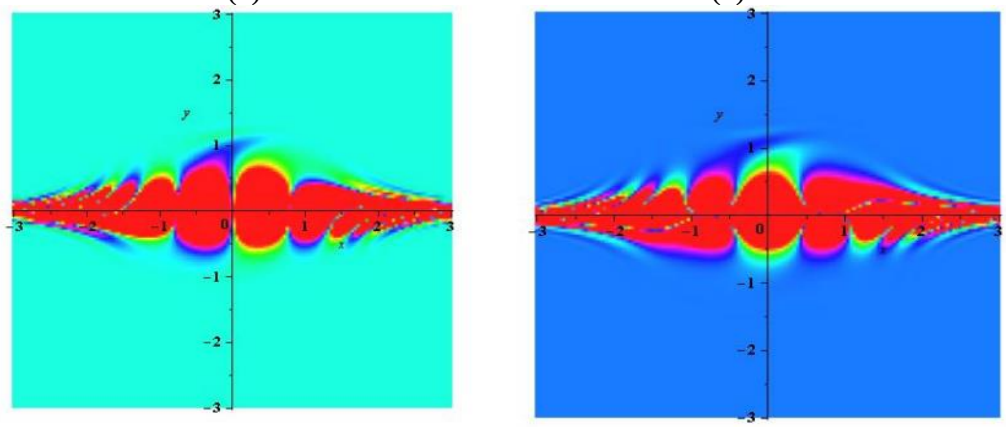
İşdə dalğa çevrilməsi və tan-geinişlənmə funksiyası metodlarından istifadə etməklə baxılan məsələ ədədi həll edilir, tənliyin hiperbolik və triqonometik həllər çoxluqları tapılır. Müxtəlif həllərin alınması vacib fiziki şərtlərdən qoyulmasından asılıdır. Parametrlərin müxtəlif qiymətlrini seçməklə, müxtəlif həllər ailəsi tapılır və onların qrafiklərini verilir.

(f1) (f2)



Şəkil 1. (3.4.22) həllinin parametrlərin $a_1 = \mathrm{x}^2 + y^2$, $a_2 = \mathrm{x}^3 + y^3$, $k_1 = 1$, $k_2 = 2, k_3 = 3$, $m_1 = 2$, V = 3, $d_1 = 3$, qiymətlərində *3D* təsviri. f1 – real müstəvidə; f2 – xəyali müstəvidə.

f(3) f(4)



Şəkil 2. *(3.4.22) həllinin parametrlərin* $a_1 = x^2 + y^2$, $a_2 = x^3 + y^3$, $k_1 = 1$, $k_2 = 2, k_3 = 3$,, $m_1 = 2$,, $V = 3$, $d_1 = 3$, *qiymətlərində sıxlıq təsviri. f3 – həqiqi müstəvidə; f4 – xəyali müstəvidə.*

Biz görürük ki, baxılan məsələnin analitik həlli cəbri lokallaşdırılmış dalğa şəklindədir. Tətbiq edilən inteqrasiya metodu modifikasiya olunmuş $\tan(\varphi/2)$-genişləndirmə sxeminə uyğunlaşdırılmışdır. Amma məlumdur ki, bu inteqrasiya sxemlərinin bir sıra məhdudiyyətləri var. Yəni gələcəkdə həm Pauli operatoru, həm də digər bu tipli operatorlar üçün qoyulmuş məsələlərin həll üsullarının təkmilləşdirilməsinə ehtiyac vardır.

Məsələn, gələcəkdə kompleks modelə keçməklə alınan uyğun məsələlərin sinqulyar soliton həllərini araşdırmaq olar. Bundan əlavə, bu model qeyri-xətti medianın digər formaları ilə birlikdə nəzərdən keçiriləcəkdir. Məqalədəki bütün hesablamalar MAPLE paketində yerinə yetirilmişdir. Bundan əlavə, parametlərin müxtəlif qiymətləri üçün aparılmış çoxsaylı eksperimetlər göstərdi ki, qeyri-xətti problemin idarəedici parametrləri onların həllərin əsas müəyyənedici funksiyaları olması baxımından xüsusi diqqətlə seçilməlidirlər.

Ədəbiyyat

1. Adeyemo, O. D., Khalique, C. M., Gasimov, Y. S., & Villecco, F. (2023). Variational and non-variational approaches with Lie algebra of a generalized (3+ 1)-dimensional nonlinear potential Yu-Toda-Sasa-Fukuyama equation in engineering and physics. Alexandria Engineering Journal, 63, 17-43.
2. Baskonus H. M. Complex surfaces to the fractional (2+ 1)-dimensional Boussinesq dynamical model with the local M-derivative //The European Physical Journal Plus. – 2019. – Т. 134. – №. 7. – С. 322.
3. Baskonus, H.M., Sulaiman, T.A., Bulut, H. Dark, bright and other optical solitons to the decoupled nonlinear Schrödinger equation arising in dual-core optical fibers // Optical and Quantum Electronics. – 2018. v. 50, №4, – p. 1-12.
4. Srivastava, H.M., Iqbal, J., Arif, M., Khan, A., Gasimov, Y.S., & Chinram, R. A new application of Gauss quadrature method for solving systems of nonlinear equations. Symmetry, 13(3), 2021, 432.
5. Silambarasan, R., Baskonus, H. M., Bulut, H. Jacobi elliptic function solutions of the double dispersive equation in the Murnaghan's rod //The European Physical Journal Plus. – 2019. v. 134, issue 3, –p. 22.

РЕЗЮМЕ
О ЧИСЛЕННОМ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОПЕРАТОРА ПАУЛИ
Алиева А.Р., Аллахвердиева Н.А., Гасымов Ю.С.

Ключевые слова: *оператор Паули, гиперболическое уравнение, волновое преобразование, магнитное поле, дисперсионное уравнение.*

В статье рассматривается задача, поставленная для оператора Паули, который широко используется в квантовой физике. С использованием методов волнового преобразования и тангенс-функции численно решается рассматриваемая задача, находятся множества гиперболических и тригонометрических решений уравнения. Выбирая разные значения параметров, находятся разные семейства решений и даются их графики.

SUMMARY
ON THE NUMERICAL SOLUTION OF A PROBLEM FOR THE PAULI OPERATOR
Aliyeva A.R., Allahverdiyeva N.A. Gasimov Y.S.

Keywords: *Pauli operator, hyperbolic equation, wave transformation, a magnetic field, dispersion equation.*

The article considers the problem posed for the Pauli operator, which is widely used in quantum physics. Using the methods of wave transformation and tangent function, the problem under consideration is solved numerically, and sets of hyperbolic and trigonometric solutions of the equation are found. By choosing different parameter values, different families of solutions are found and their graphs are given..

PARABOLİK SİSTEMLƏR ÜÇÜN HƏRƏKƏT EDƏN BİR OPTİMAL İDARƏETMƏ MƏSƏLƏSİ

[1]Əliyeva H.H., [2]Səricanova V.K.
[1]Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
[2]Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı şəhəri, Azərbaycan
[1]hicran_rh@bk.ru, [2]vafa.saricanova@mail.ru

Açar sözlər: *parabolik tip xüsusi törəməli diferensial tənlik, optimal idarəetmə məsələsi, qarışıq məsələnin həlli.*

İdarə olunan sistem parabolik tip xüsusi törəməli diferensial tənlik başlanğıc və sərhəd şərtlərlə təsvir edilmişdir. Optimal idarəetmə məsələsinin həllinin yeganəliyi teoremi isbat olunmuşdur.

Fərz edək ki, idarəolunan sistem aşağıdakı parabolik tip xüsusi törəməli diferensial tənliklə

$$\frac{\partial y(x,t)}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}[p(x)\frac{\partial y(x,t)}{\partial x}]+g(x)y(x,t)+u(t)\delta(x-\upsilon(t)), \quad (1)$$

$$y(x,0)=\varphi(x),\ 0\le x\le \ell, \quad (2)$$

başlanğıc şərti və

$$y(0,t)=\mu_1(t),\ \ y(\ell,t)=0, \quad (3)$$

sərhəd şərtləri ilə təsvir edilmişdir, haradkı $p(x),q(x)$ funksiyaları $[0,\ell]$ parçasında təyin olunur, kifayət qədər hamar funksiyalardır. Bundan əlavə $p(x)$ funksiyasının törəməsi $p'(x)$ $(0,\ell)$ intervalında kəsilməzdir. $u(t)$ və $\upsilon(t)$ funksiyaları fiziki olaraq xarici istilik mənbəyinin müvafiq olaraq intensivliyini və yerləşdiyi yeri bildirir, $\mu_1(t)$ funksiyası isə fiziki olaraq istiliyin yayın bir uc nöqtəsində paylanmasını

bildirir. $\delta(x)$- funksiyası isə Dirakın delta funksiyasıdır. İdarəedici parametr olaraq $u(t)$ və $\mu_1(t)$ funksiyaları götürülür.

Optimal idarəetmə məsələsi belə qoyulur: Mümkün idarəedicilər sinifindən elə $u(t)$ və $\mu_1(t)$ idarəedicilərini seçməli ki, onlar (1)-(3) məsələsinin həlli daxilində aşağıdakı funksionala

$$J[u,\mu_1]=\int_0^{\ell}\{[y_t'(x,T)-y_0(x)]^2+[y(x,T)-y_1(x)]^2\}dx+\int_0^{T}[\alpha u^2(t)+\beta\mu_1^2(t)]dt, \quad (4)$$

minimum qiymət versin, burada $\alpha^2+\beta^2+\gamma^2>0,\ \alpha\ge 0,\beta\ge 0,\gamma\ge 0$ şərtini ödəyən mənfi olmayan sabitlərdir.

Mümkün idarəedicilər sinifi baxılan məsələ üçün aşağıdakılardan ibarətdir.

$$U=\{(u,\mu_1)\,|\,u\in L_2(0,T):\|u\|\in L;\ \mu_1(t)\in L_2(0,T)\}.$$

Əvvəlcə hər bir qeyd olunmuş mümkün idarəedici $u(t)$, $\mu_1(t)$ üçün (1)-(3) məsələsinin həllinin varlığını və yeganəliyini isbat edək.

Tutaq ki, $u(t)$, $\mu_1(t)$ $L_2(0,T)$-də verilmiş funksiyalardır. (1) tənliyinin (2) başlanğıc şərtini və (3) sərhəd şərtlərini ödəyən həllini

$$y(x,t)=Z(x,y)+\omega(x,t), \quad (5)$$

şəkilində axtaraq, burada

$$\omega(x,t)=\mu_1(t)+\frac{x}{\ell}[0-\mu_1(t)]=\mu_1(t)\left[1-\frac{x}{l}\right], \quad (6)$$

şəklində verilmiş funksiya, $z(x,t)$ isə hələlik naməlum olmayan funksiya olub.

$$\frac{\partial z(x,t)}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}[p(x)\frac{\partial z(x,t)}{\partial x}]+q(x)z(x,t)+F(x,t)+u(t)\delta(x-\upsilon(t)), \quad (7)$$

tənliyinin

$$z(x,0)=\varphi(x)-\mu_1(0)\left[1-\frac{x}{l}\right], \quad (8)$$

başlanğıc şərtini və

$$z(0,t)=0,\ z(\ell,t)=0, \quad (9)$$

bircins başlanğıc şərtlərini ödəyən həlli kimi təyin edilər, haradakı,

$$F(x,t)=q(x)[\mu_1(t)+\frac{x}{\ell}(-\mu_1(t))]+\frac{1}{\ell}[-\mu_1(t)]\times p'(x)-\mu_1(t)-\frac{x}{\ell}[-\mu_1(t)]$$

və yaxud

$$F(x,t)=\mu_1(t)\left[1-\frac{x}{l}\right][q(x)-1]-\frac{1}{l}\mu_1(t)p'(x).$$

Asanlıqla göstərmək olar ki, $p(x)\ge 0, q(x)\le 0$ olarsa, onda

$$\begin{cases}\dfrac{d}{dx}[p(x)\dfrac{dX(x)}{dx}]+q(x)X(x)=-\lambda X(x),\\ X(0)=0,\ \ X(\ell)=0,\end{cases} \quad (10)$$

Spektral məsələsinin hesabi sayda müsbət məxsusi ədədləri var və aşağıdakı şərtləri ödəyir:

$$0<\lambda_1<\lambda_2<\ldots<\lambda_n<\ldots,\ \lim_{n\to\infty}\lambda_n=+\infty$$

və onlara uyğun məxsusi funksiyalar sistemi $\{X_n(x)\}$ $[0,\ell]$ parçasında ortonormaldırlar. Həmçinin göstərmək olar ki, (1) tənliyinin (2) başlanğıc şərtlərini və (3) sərhəd şərtlərini ödəyən həlli aşağıdakı kimi olar:

$$y(x,t)=\sum_{n=1}^{\infty}\{\varphi_n+\int_0^t[(\gamma_n+\lambda_n\alpha_n-\sigma_n)\mu_1(\tau)+(\sigma_n+\delta_n+\lambda_n\beta_n)\mu_1(\tau)+ \quad (11)$$
$$+u(\tau)X_n[\upsilon(\tau)]e^{\lambda_n\tau}d\tau\}e^{-\lambda_n t}X_n(x),$$

burada $\{\lambda_n\}$ və $\{X_n(x)\}$ müvafiq olaraq (10) spektral məsələnin məxsusi ədədləri və spektral funksiyalar sistemidir,

$$\gamma_n = \int_0^\ell (1-\frac{x}{\ell})q(x)X_n(x)dx,\ \ \delta_n = \int_0^\ell \frac{x}{\ell}q(x)X_n(x)dx,$$

$$\sigma_n = \int_0^\ell \frac{p'(x)}{\ell}X_n(x)dx,\ \ \alpha_n = \int_0^\ell (1-\frac{x}{\ell})X_n(x)dx,$$

$$\beta_n = \int_0^\ell \frac{x}{\ell}X_n(x)dx,\ \ \varphi_n = \int_0^\ell \varphi(x)X_n(x)dx\,.$$

İndi isə optimal idarəetmə məsələsinin həllinin varlığını tədqiq edək. Bu məqsədlə (4) bərabərliyi ilə təyin edilən funksionalın $u(t)$ və $\mu_1(t)$ idarəedicilərinə nəzərən mümkün idarəedicilər sinifində aşağıdan zəif yarımkəsilməzdir.

(1)-(3) məsələsinin analitik həllinin ifadəsindən istifadə edərək (4) funksionalını aşağıdakı kimi çevirək:

$$J[u,\mu_1] = \int_0^\ell \{\sum_{n=1}^\infty (\varphi_n - y_{0n} + \int_0^T [(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \tau_n)\mu_1(\tau) +$$

$$+ u(\tau)X_n(\upsilon(\tau))]e^{\lambda_n\tau}d\tau e^{-\lambda_n T}X_n'(x)\}^2 + \int_0^\ell \{\sum_{n=1}^\infty [(\varphi_n - y_n + \int_0^T [(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n)\mu_1(\tau) +$$

$$+ u(\tau)X_n(\upsilon(\tau))]e^{\lambda_n\tau}d\tau]e^{-\lambda_n T}X_n(x)\}^2 dx + \int_0^T [\alpha u^2(\tau) + \beta\mu_1^2(\tau)]d\tau,$$

haradakı

$$y_{0n} = \int_0^\ell y_0 X_n'(\tau)dx;\ \ y_{1n}(x) = \int_0^\ell y_1(x)X_n(x)dx,\ n = 1,2,...$$

Fərz edək ki, $\{X_n'(x)\}$ sistemi də $[0,\ell]$ parçasında ortonormaldır. Qeyd edək ki, $q(x) = 0,\ p(x) = 1$ olarsa, onda (10) spektral məsələsinin $[0,\ell]$ parçasında ortoqonal məxsusi funksiyalar $\{X_n(x) = \sin\frac{n\pi}{\ell}x\}$ sistemi və müsbət məxsusi ədədlər ardıcıllığı $\{\lambda_n = (\frac{n\pi}{\ell})^2\}$ var. Onda funksiyalar sistemi $\{X_n'(x) = \frac{n\pi}{\ell}\cos\frac{n\pi}{\ell}x\}$-də $[0,\ell]$ parçasında ortoqonal olar.

$\{X_n(x)\}$ və $\{X_n'(x)\}$ funksiyalar sisteminin $[0,\ell]$ parçasında ortoqonallığını nəzərə alsaq (4) funksionalını aşağıdakı kimi yaza bilərik:

$$J[u,\mu_1] = \sum_{k=1}^\infty c_n\{\varphi_n - y_{1n} + \int_0^T [(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n)\mu_1(\tau) + u(\tau)X_n(\upsilon(\tau))]e^{\lambda_n\tau}d\tau e^{-\lambda_n T}\}^2 +$$

$$+ \sum_{n=1}^\infty \{[\varphi_n - y_{1n} + \int_0^T [\alpha u^2(t) + \beta\mu_1^2(t)]dt,$$

haradakı $c_n = \int_0^\ell [X_n'(x)]^2 dx$.

Aşağıdakı işarələməri aparaq

$$I_1 = \sum_{n=1}^{\infty}\{c_n[\varphi_n - y_{1n} + \int_0^T [u(\tau)X_n(\upsilon(\tau))e^{\lambda_n\tau}d\tau]e^{-\lambda_n T}\}^2 + \sum_{n=1}^{\infty}\{[\varphi_n - y_{1n} + \int_0^T [u(\tau)X_n(\upsilon(\tau))e^{\lambda_n\tau}d\tau]e^{-\lambda_n T}\}^2;$$

$$I_2 = \sum_{n=1}^{\infty}\{[\varphi_n - y_{0n} + \int_0^T [(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n)\mu_1(\tau) + u(\tau)X_n(\upsilon(\tau))]e^{\lambda_n\tau}d\tau]e^{-\lambda_n T}\}^2 +$$

$$+ \sum_{n=1}^{\infty}\{[\varphi_n - y_{1n} + \int_0^T [(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n)\mu_1(\tau) + u(\tau)X_n(\upsilon(\tau))]e^{\lambda_n\tau}d\tau]e^{-\lambda_n T}\}^2;$$

$$I = \sum_{n=1}^{\infty}\{c_n[\varphi_n - y_{0n} + \int_0^T [(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n)\mu_1(\tau)e^{\lambda_n\tau}d\tau]e^{-\lambda_n T}\}^2 +$$

$$+ \sum_{n=1}^{\infty}\{c_n[\varphi_n - y_{1n} + \int_0^T [(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n)\mu_1(\tau)e^{\lambda_n\tau}d\tau]e^{-\lambda_n T}\}^2;$$

$$\omega_1(\tau) = \sum_{n=1}^{\infty}\{c_n[\varphi_n - y_{0n} + \int_0^T [u(\tau)X_n(\upsilon(\tau))e^{\lambda_n\tau}d\tau]e^{-\lambda_n T} \times$$

$$\times(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n) + \varphi_n - y_{1n} + \int_0^T [u(\tau)X_n(\upsilon(\tau))]e^{\lambda_n\tau}d\tau(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n)\}e^{-\lambda_n(T-\tau)};$$

$$\omega_2(\tau) = \sum_{n=1}^{\infty}\{c_n[\varphi_n - y_{0n} + \int_0^T [(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n)\mu_1(\tau) + u(\tau)X_n(\upsilon(\tau))]e^{\lambda_n\tau}d\tau]e^{-\lambda_n T} +$$

$$+ \varphi_n - y_{1n} + \int_0^T [(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n)\mu_1(\tau) + u(\tau)X_n(\upsilon(\tau))]e^{\lambda_n\tau}d\tau)e^{-\lambda_n T}\} \times$$

$$\times(\sigma_n + \lambda\beta_n + \delta_n)\}e^{-\lambda_n(T-\tau)};$$

$$\omega(\tau) = \sum_{n=1}^{\infty}\{c_n^2[\varphi_n - y_{0n} + \int_0^T [(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n)\mu_1(\tau)\ ]e^{\lambda_n\tau}d\tau)e^{-\lambda_n T} + \varphi_n - y_{1n} +$$

$$+ \int_0^T [(\lambda_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n)\mu_1(\tau)]e^{\lambda_n\tau}d\tau)e^{-\lambda_n T}\}X_n[\upsilon(\tau)]e^{-\lambda_n(T-\tau)};$$

$$R_1(t,s) = \sum_{n=1}^{\infty}(c_n^2 + 1)(\gamma_n + \lambda_n\alpha_n - \sigma_n)^2 e^{-\lambda_n(T-t)} \cdot e^{-\lambda_n(T-s)} + \alpha;$$

$$R_2(t,s) = \sum_{n=1}^{\infty}(c_n^2 + 1)(\delta_n + \lambda_n\beta_n + \sigma_n)^2 e^{-\lambda_n(T-t)} \cdot e^{-\lambda_n(T-s)} + \beta;$$

$$R(t,s) = \sum_{n=1}^{\infty}X_n(\upsilon(\tau))X_n(\upsilon(s))e^{-\lambda(T-t)} \cdot e^{-\lambda_n(T-s)} + \gamma.$$

Bu əvəzləmələrdən sonra (12) funksionalını aşağıdakı kimi yazmaq olar.

$$I[u,\mu_1] = I + 2\int_0^T \omega(t)u(t)dt + \int_0^T\int_0^T R(t,s)u(s)u(t)dsdt, \qquad (12')$$

$$I[u,\mu_1] = I_1 + 2\int_0^T \omega_1(t)\mu_1(t)dt, \qquad (12'')$$

$$I[u,\mu_1] = I_2. \qquad (12''')$$

İndi isə (12') funksionalının qradiyentini hesablayaq. Bu məqsədlə $I(u,\mu_1)$ funksionalının u-ya görə artımını hesablayaq:

$$I(u+\alpha\upsilon,\mu_1)-I(u,\mu_1)=I+2\int_0^T\omega(t)[u(t)+\alpha\upsilon(t)]dt+$$

$$+\int_0^T\int_0^T R(t,s)[u(t)+\alpha\upsilon(t)][u(s)+\alpha\upsilon(s)]dtds-I-2\int_0^T\omega(t)u(t)dt-$$

$$-\int_0^T\int_0^T R(t,s)u(t)u(s)dtds=2\alpha\int_0^T\omega(t)\upsilon(t)dt+2\alpha\int_0^T\int_0^T R(t,s)u(s)u(s)\upsilon(t)dsdt+$$

$$+\alpha^2\int_0^T\int_0^T R(t,s)u(t)\upsilon(s)dtds=2\alpha\int_0^T[\omega(t)+\int_0^T R(t,s)u(s)ds]\upsilon(t)dt+\alpha^2\int_0^T\int_0^T R(t,s)\upsilon(t)\upsilon(s)dtds.$$

$$\lim_{\alpha\to0}\frac{I(u+\alpha\upsilon,\mu_1)-I(u,\mu_1)}{\alpha}=\lim_{\alpha\to0}[\frac{2\alpha\int_0^T[\omega(t)+\int_0^T R(t,s)u(s)ds]\upsilon(t)dt}{\alpha}+$$

$$+\alpha\int_0^T\int_0^T R(t,s)\upsilon(t)\upsilon(s)dtds]=\int_0^T[\omega(t)+\int_0^T R(t,s)u(s)ds]\upsilon(t)dt.$$

Funksionalın qradiyentinin təyini qaydasına görə

$$gradI_u(u,\mu_1)=\omega(t)+\int_0^T R(t,s)u(s)ds$$

olur.

Asanlıqla göstərmək olar ki,

$$gradI_{\mu_1}(u,\mu_1)=\omega_1(t)+\int_0^T R_1(t,s)\mu_1(s)ds,$$

olur.

Bilavasitə yoxlamaqla göstərmək olar ki, (12') bərzbərliyi ilə təyin olunan funksional $u(t)$-yə görə, (12") bərabərliyi ilə təyin olunan funksional $\mu_1(t)$-yə görə U çoxluğunda aşağıdan zəif yarımkəsilməzdir. Bundan əlavə göstərmək olar ki, $\omega(t),\omega_1(t),\omega_2(t)$ funksiyaları $[0,T]$ parçasında, $R(t,s),R_1(t,s),R_2(t,s)$ funksiyaları isə $[0\le t,s\le T]$ kvadratında kəsilməz funksiyalardır. Daha sonra göstərmək olar ki, $R(t,s),R_1(t,s)$ və $R_2(t,s)$ funksiyaları $[0\le t,s\le T]$ kvadratında müsbət-müəyyən nüvə təşkil edirlər. Deməli, (12'), (12") düsturları ilə təyin olunan funksionalların müvafiq olaraq $u(t)$ və $\mu_1(t)$-yə görə Freşe törəməsinə malikdirlər. Beləliklə, aşağıdakı teorem isbat olundu:

Teorem. Əgər $\varphi(x)\in L_2[0,\ell]$, $p(x)\in C^1[0,\ell]$, $q(x)\in C[0,\ell]$, $p(x)\ge0$, $q(x)\le0$ olarsa, onda optimal idarəetmə məsələsinin yeganə həlli var. Bundan başqa optimal idarəedici $(u(t),\mu_1(t))$ aşağıdakı inteqral tənliklər sisteminin həlli kimi təyin edilər:

$$\begin{cases}\omega(t)+\int_0^T R(t,s)u(s)ds=0,\\ \omega_1(t)+\int_0^T R_1(t,s)\mu_1(s)ds=0.\end{cases}$$

Ədəbiyyat

1. Бутковский А.Г. Теория оптимального управления системами с распределенными параметрами. – М.: Наука, 1965
2. Бутковский А.Г., Пустыльников Л.М. Теория подвижного управления системами с распределенными параметрами. – М.: Наука, 1980
3. Вулих Б.З. Введение в функциональный анализ. – Наука, 1967
4. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. – М.:Наука, 1988

5. Дыхта В.А., Самсонюк О.М. Оптимальное импульсное управление с приложениями. – М.: Физматлит, 2000
6. Егоров А.И. Основы теории управления. – М.: Физматлит, 2007.
7. Мамедов А.Д. Задача оптимального подвижного управления для процесса теплопроводности. // Дифференциальные уравнения, 1989, Т.25, №6, стр. 994-1000.
8. Соболев С.Л. Некоторые приложения функционального анализа в математической физике. Изд. ЛГУ, 1950

РЕЗЮМЕ
ОДНА ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ДЛЯ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Алиева Х.Г., Сериджанова В.К.

Ключевые слова: *специальное дифференциальное уравнение параболического типа, задача оптимального управления, решение смешанной задачи*.

Управляемая система описывается специальным дифференциальным уравнением параболического типа с начальными и граничными условиями. Доказана теорема единственности решения задачи оптимального управления.

SUMMARY
ONE PROBLEM OF OPTIMAL MOTION CONTROL FOR PARABOLIC SYSTEMS
Aliyeva H.H., Serijanova V.K.

Keywords: *special differential equation of parabolic type, optimal control problem, solution of a mixed problem.*

The controlled system is described by a special differential equation of parabolic type with initial and boundary conditions. A uniqueness theorem for the solution of the optimal control problem is proved.

INTERVAL ANALYSIS AND FUZZY MODELING

Guliyev R.M., Mirzayev F.A., Karimova Sh.M.
Baku State University, Baku, Azerbaijan
farhad_1958@mail.ru, e.shebnem@mail.ru

Keywords: *decision making, fuzzy factor, management, optimal investment, fuzzy guaranteed result.*

In the process of solving the control tasks of complex objects often have to deal with the uncertainty of the environment functioning. For example, in economics and management have to make decisions in an uncertain state of the financial assets, economic environment, and so on.

The modern design of decision-making under uncertainty is closely related to the application of fuzzy set theory which developed by Azerbaijan scientist L. Zade. Expert evaluates of alternatives for a variety of measure for decision-making can be represented as fuzzy sets or numbers expressed using membership functions. The theory of fuzzy sets has found its application in different fields of mathematics, biology, psychology, linguistics and other application areas.

As noted above, the modern development of decision-making under uncertainty is mainly related to the application of the fuzzy sets theory. The presence in decision-making uncertainty does not allow us to accurately assess the impact of control actions on the objective function. If uncertainty which are exists as in the system itself, so in the observations, can be represented as stochastic processes, so methods of stochastic control are applicable to such problems. However there is a relatively large class of problems, the solution of which these methods are ineffective [5], [7], [8].

Modern developments in decision making under uncertainty are associated with the application of the theory of fuzzy sets, developed by the world-famous scientist L. Zadeh. The discussed modification of this approach for solving the considered, for example, environmental and economic problems is as follows: first of all, a suitable ordinary (“clear”) mathematical model is built with the expected most probable (“clear”) parameters, then the compiled “clear” mathematical model is converted into a fuzzy one by "blurring" the parameters into intervals of possible values, that is, the parameters are represented by fuzzy numbers [2, 6].

Historically, the first and most common is the probabilistic approach to deal with uncertainty. But its use is not always correct, because it requires statistical homogeneity of random events and knowledge of the distribution law, so sometimes introduced non-classical subjective probability which are not has a partial sense and expresses a person point of view who decide with a deficit of information. Source of uncertainty cannot be random and sometimes can be partially or fully deterministic. At the present time developed

quantitative decision-making methods (maximization of expected utility theory of minimax, game theory, etc.) helps to choose the best solution from a set of options only in terms of one particular type of uncertainty or with full certainty. The application of the theory of probability for operating with uncertain values leads to the fact that uncertainty, regardless of its nature, is identified with the accident, while blurry or fuzzy (fuzziness) is the main source of uncertainty in many decision-making processes.

The English term "fuzzy sets" suggested by L.Zadeh [1, 4] is visually illustrated by language examples (almost, not quite and so on) and has interesting applications on sphere of artificial intellect in the processes of construction of mathematical models of real situations. In this work the problems of identification of unknown characteristics of model in case when the coefficients of linear fuzzy relations include these characteristics. They presents evident interest in connection with problems of control by complex systems, medical diagnostics and much other ones, in which determining factors often have fuzzy characters, and another time, in generally, they are determined by subjective way.

Let give some definitions and significations which are used in present work:

R is a widen numerical straight; $\{x|p(x)\}$ is the set of all x for which the condition $p(x)$ is satisfied; the one-point set $\{C\}$ $(C \in \mathrm{R})$ we'll interpret as interval $[C, C]$, the ends of which are coincided; the fuzzy subset $\hat{A}$ in R we identify (see, for ex. Орловский С.А., 1981) by the totality of well regulated pairs $\{x, A(x)\}$, $x \in R$, where $A{:}R \to [0,1]$ is the function of belonging of fuzzy defined set $\hat{A}$, and its value $A(x)$ – by the degree of belonging of element x to $\hat{A}$; the fuzzy number (FN) is a normal fuzzy set $\hat{A}$ in R characterized by that all sets of nonnegative level $\hat{A} \overset{\text{def}}{=} \{x|A(x) \geq \lambda\}$ $(\lambda[0,1])$ are convex and reserved intervals; $\widehat{N}$ is family of all FN in R.

Definition 1. By interval number(IN) we understand the finite reserved interval $\alpha=[\alpha^-; \alpha^+]$ $(\alpha^- \leq \alpha^+)$ over R; I(R) is the totality of all IN [3].

All IN in dependence of their structure may be divided by four groups:

$I^+(R) \overset{\text{def}}{=} \{\alpha \in I(R) | \forall x \in \alpha: x > 0\}$;

$I^-(R) \overset{\text{def}}{=} \{\alpha \in I(R) | \forall x \in \alpha: x < 0\}$;

$I^0(R) \overset{\text{def}}{=} \{\alpha \in I(R) | \alpha = [\alpha^-, \alpha^+] : \alpha^- \alpha^+ = 0\}$;

$I^{\pm}(R) \overset{\text{def}}{=} \{\alpha \in I(R) | \alpha = [\alpha^-, \alpha^+] : \alpha^- \alpha^+ < 0\}$;

Further, let $\alpha, \beta \in I(R) \overset{\text{def}}{=}$ and $+, -, \cdot, \div, \vee, \wedge$ - are four arithmetical operations, the operation of taking of maximum and minimum accordingly. Then the operation $(*)$acted as $\alpha * \beta = \{z|x(*)y = z;\ x \in \alpha, y \in \beta\}$ synonymous defined a new IN γ where $(*) \in \{+, -, \cdot, \div, \vee, \wedge\}$. Really, $z = f(x, y)$ x $(*)$ y is a continuous function and, therefore $\alpha(*)\beta \in I(R)$. It is not difficult to verify that $\forall\ k \in R$; $\alpha, \beta \in I(R)$

$\alpha + \beta = [\alpha^- + \beta^-, \alpha^+ + \beta^+]$;

$\alpha - \beta = [\alpha^- - \beta^+, \alpha^+ - \beta^-]$;

$\alpha \cdot \beta = [\alpha^- \beta^- \wedge \alpha^- \beta^+ \wedge \alpha^+ \beta^- \wedge \alpha^+ \beta^+;\ \alpha^- \beta^- \vee \alpha^- \beta^+ \vee \alpha^+ \beta^- \vee \alpha^+ \beta^+]$

$\alpha \div \beta = \left[\frac{\alpha-}{\beta-} \wedge \frac{\alpha+}{\beta-} \wedge \frac{\alpha-}{\beta+} \wedge \frac{\alpha+}{\beta+};\ \frac{\alpha-}{\beta-} \vee \frac{\alpha+}{\beta-} \vee \frac{\alpha-}{\beta+} \vee \frac{\alpha+}{\beta+}\right]$;

$\alpha \vee \beta = [\alpha^- \vee \beta^-, \alpha^+ \vee \beta^+]$; $\alpha \wedge \beta = [\alpha^- \wedge \beta^-, \alpha^+ \wedge \beta^+]$;

$k\alpha \overset{\text{def}}{=} [k,k][\alpha^-, \beta^+] = [k\alpha^-, k\alpha^+]$, if $k \geq 0$; $[k\alpha^+, k\alpha^-]$ if $k < 0$; $\alpha \cong \beta \Leftrightarrow \alpha^- = \beta^-$ and $\alpha^+ = \beta^+$ $\alpha \leq \beta \Leftrightarrow \alpha^- \leq \beta^-$ and $\alpha^+ \leq \beta^+$.

Now all linear relations in IN which have form: $\alpha x = \beta$ or $\alpha x < \beta$ ($\alpha, \beta \in$ I(R) are known, $x \in$ I(R) – will be found) by method of their solving may be divided by 4 groups (in all there are $C_4^1\ C_4^1 = 16$ relations in each case).

We consider the equation

$$\alpha x \cong \beta \quad \left(\alpha, \beta \in I^{\pm}(R)\right) \tag{1}$$

or inequality

$$\alpha x \leq \beta \left(\alpha, \beta \in I^{\pm}(R)\right) \tag{2}$$

Let $\forall\ \gamma \in I^{\pm}(R)$ MaxAbs γ (MinAbs γ) - that end of the interval γ which on absolute value not less (not more) other and $\forall \alpha, \beta \in I^{\pm}(R)$ we define ordinary numbers m, n and d:

$$m = \frac{\text{MaxAbs}\,\beta}{\text{MaxAbs}\,\alpha};\ n = \frac{\text{MinAbs}\beta}{\text{MinAbs}\alpha};\ d = |m| - |n|$$

On the base of above considered properties of the interval arithmetic the truth of next statements is proved.

Theorem 1. The equation (1) has solution then and only then when $d \le 0$. Otherwise, this equation has not a solution. If d= 0, then (1) has infinitely number of solutions and always there is a maximal (with respect to including) element - solution. The uniqueness of the solution of equation (1) is conditioned by d <0.

Short explanation of Theorem 1: If the equation (1) has a solution ($d \le 0$), the number m, depending on its sign will coincide with one of the ends of the segment solutions $m=[x^-, x^+]$ (i.e. if $m < 0 \Rightarrow m = x^-$ and, if $m > 0 \Rightarrow m = x^-$). If the solution is unique (d < 0), then the solution of (1) is $[m, l]$ (when m < 0) or $[m, l]$ (if m > 0), where $l = \frac{\text{MinAbs } \beta}{\text{MaxAbs } \alpha}$. In the case when the equation (1) has an infinite number of solutions, then $X = [m, x]$ (when m < 0 and $m \le x \le l$) or $X = [x, m]$ (with m > 0 and $l \le x \le m$). Finally, the case d > 0 will corresponds to the absence of solutions of equation (1).

Consider a few examples:

!) $\alpha = [-1, 4]$, $\beta = [-2, 10]$. Because $d = \frac{10}{4} - \frac{2}{1} = 0.5 > 0$, then $\alpha x = \beta$ has no solution.

!!) $\alpha = [-5, 2]$, $\beta = [-15, 6]$. Then $d = \frac{15}{5} - \frac{6}{2} = 0$, then $\alpha x = \beta$ has an infinite number of solutions $[x^-, 3]$, where $l = -1{,}2 \le x^- \le 3$.

!!!) $\alpha = [-5, 2]$, $\beta = [-15, 10]$. Because $d = -2 < 0$, then the original equation $\alpha x = \beta$ has a unique solution $X = [-2{,}3]$ (in this case l = 3).

Theorem 2. For solving of inequality (2) it is necessary and sufficiently those relations β^- = MaxAbs β and $|m| - |n| > 0$ are not satisfied simultaneously.

Indeed, it is not difficult to check that if β^-= MaxAbs β and $|m| - |n| \le 0$ inequality (2) always has a solution:

• if $m > 0 \Rightarrow x^- \in]-\infty, l]$, $x^+ \in [m, n]$;

• if $m < 0 \Rightarrow x^- \in [m, n]$, $x^+ \in [x^-, l]$.

In the case if $|m| - |n| > 0$, the relation (2) has no solutions. Next, in the case if MaxAbs $= \beta^+$, then (2) can always be solved:

• when $m > 0 \Rightarrow x^- \in [k, l]$, $x^+ \in [x^-, m]$;

• if $m < 0 \Rightarrow x^- \in [m, x^-]$, $x^+ \in [l, k]$, where $k = \frac{\text{MaxAbs } \beta}{\text{MinAbs } \alpha}$.

Further, these results are applied to approximately (with a sufficiently accuracy) solution of linear fuzzy equations

$$\alpha x + \beta = \gamma \tag{3}$$

or inequality

$$\alpha x + \beta \le \gamma \tag{4}$$

of more general form, where $\alpha, \beta, \gamma \in \widehat{N}$ are known and $x \in \widehat{N}$ will be found IN.

As each fuzzy set $\widehat{D}$ in case when it is FN is quite described by boundary points of reserved intervals D_λ, ($\lambda \in [0,1]$), then "clear equivalent" of the equation (3) or inequality (4) will be in form

$$\alpha_\lambda x_\lambda + \beta_\lambda = \gamma_\lambda \tag{5}$$

or

$$\alpha_\lambda x_\lambda + \beta_\lambda \le \gamma_\lambda \tag{6}$$

In other words the equation (3) (inequality (4)) has solution in FN then and only then when equation (5) (inequality (6)) has a solution in IN by all $\lambda \in [0,1]$.

Model example

Among the areas of wide application of fuzzy set theory as a special place is occupied by problem of mathematical programming with fuzzy parameter values and (or) restrictions. Finally, we consider an optimization-management model combining production program with a finite number of production structures with the environmental factor (i.e. the part of output is spent on environmental protection):

$$(C, Y) \rightarrow \max,$$
$$(Q, Y) \le R,$$
$$Y \ge 0.$$

In this model:

Y – a vector of environmental program options;

C – a vector of efficiency options;

Q – a matrix of unit costs of the program versions;

R – a vector of limit for environmental costs.

With advance planning it is possible that components of the vectors C, Q and R are appointed by the coordinating center and some deviations from the "policy" value are assumed. As a result, the values of the components of these vectors parametrically depend on the degree of permissibility.

Obviously, with such an interpretation the above components of the vectors will be fuzzy sets of allowable values for each efficiency variant, unit costs and limit for environmental costs. The resulting fuzzy linear programming problem can be solved by means of the theory of fuzzy sets.

In the majority of such problems fuzzy guaranteed result is better in terms of optimization than normal (after the usual sets are subsets of the corresponding fuzzy sets).

In our opinion, a difficult challenge today is to choose a suitable method or software to support different processes of decision-making. Therefore, it is especially important to conduct a comparative analysis (under the condition that there is uncertainty of different kinds) of specific methods and recommendations for their use.

References

1. Dubois D., Prade H. (1980) Systems of linear fuzzy constraints, “Fuzzy Sets and Systems”, v.3, № 1.
2. Mamdani E.H., Efstathion H.J. (1985) Higher-order logics for handling uncertainty in expertsystems, “Int.J. Man- Mach., Stud.”, № 3.
3. Mizumoto M., Tanaka K. (1981) Fuzzy Sets and their operations, “Information and Control”, № 48.
4. Zadeh L.A. (1965) Fuzzy Sets, Information and Control, № 8.
5. Алефельд Г., Херцбергер Ю. (1987) Введение в интервальные вычисления. М.: Мир.
6. Алтунин А.Е., Семухин М.В. (2002) Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Тюмень: Тюменский Государственный Университет.
7. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. (2000) Анализ, Синтез, Планирование решений в экономике. М.: Финансы и статистика.
8. Орловский С.А. (1981) Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.: Наука.

XÜLASƏ

İNTERVAL ANALİZİ VƏ QEYRİ-SƏLİS MODELLƏŞMƏ

Quliyev R.M., Mirzayev F.Ə., Kərimova Ş.M.

Açar sözlər: *qərar vermə, qeyri-səlis amil, idarəetmə, optimal investisiya, qeyri-səlis zəmanətli nəticə.*

Mürəkkəb obyektlərin idarəetmə vəzifələrinin həlli prosesində tez-tez ətraf mühitin işləməsinin qeyri-müəyyənliyi ilə qarşılaşırıq. Məsələn, iqtisadiyyat və idarəetmədə maliyyə aktivlərinin, iqtisadi mühitin və s.-nin qeyri-müəyyən vəziyyətində qərarlar qəbul etmək məcburiyyətində oluruq.

Qeyri-müəyyənlik şəraitində qərar qəbuletmənin müasir forması Azərbaycan alimi L.Zadənin işləyib hazırladığı qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin tətbiqi ilə sıx bağlıdır. Qərar qəbulu üçün müxtəlif ölçülər üçün alternativlərin ekspert qiymətləndirmələri qeyri-səlis çoxluqlar və ya üzvlük funksiyalarından istifadə etməklə ifadə edilən ədədlər kimi təqdim edilə bilər. Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi riyaziyyatın, biologiyanın, psixologiyanın, dilçiliyin və digər tətbiq sahələrinin müxtəlif sahələrində öz tətbiqini tapmışdır.

РЕЗЮМЕ

ИНТЕРВАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И НЕЧЕТКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Гулиев Р.М., Мирзаев Ф.А., Каримова Ш.М.

***Ключевые слова*:** *принятие решений, нечеткий фактор, управление, оптимальные инвестиции, нечеткий гарантированный результат.*

В процессе решения задач управления сложными объектами часто приходится сталкиваться с неопределенностью функционирования среды. Например, в экономике и менеджменте приходится принимать решения в условиях неопределенности состояния финансовых активов, экономической среды и так далее.

Современный дизайн принятия решений в условиях неопределенности тесно связан с применением теории нечетких множеств, разработанной азербайджанским ученым Л. Заде. Экспертные оценки альтернатив для различных мер принятия решений могут быть представлены в виде нечетких множеств или чисел, выраженных с помощью функций принадлежности. Теория нечетких множеств нашла свое применение в различных областях математики, биологии, психологии, лингвистики и других прикладных областях.

RƏQS EDƏN BİR SİSTEMİN OPTİMAL İDARƏ OLUNMASI

Hadıyeva S.S.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

smsff125@mail.ru

Açar sözlər: *optimal idarəetmə, hiperbolik tip tənlik, kvadratik funksional, optimallıq üçün zəruri şərt, funksionalın qradienti.*

İşdə rəqs edən sistemin optimal idarə edilməsi məsələsi araşdırılır. Qoyulan məsələnin həllinin varlığı haqqında teorem isbat olunur. Sonda optimal idarəedicisinin tapılma üsulu verilir.

Fərz edək ki, idarə olunan sistemin rəqsi

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \alpha \frac{\partial^4 y}{\partial x^2 \partial t^2} + f(x)u(t), \quad \alpha > 0, \tag{1}$$

xüsusi törəməli diferensial tənliyi

$$y(x,0) = \varphi(x), \quad y_t'(x,0) = \psi(x), \tag{2}$$

başlanğıc şərtləri və

$$y(0,t) = 0, \quad y(\ell,t) = 0, \tag{3}$$

bircins sərhəd şərtləri ilə təsvir olunur. Burada $\varphi(x), \psi(x), f(x)$ funksiyaları $[0,\ell]$ parçasında təyin olunmuş kifayət qədər hamar funksiyalar, $u(t)$ isə mümkün idarəedicilər sinfindən

$$U = \left\{ u(t) \in L_2(0,T); \quad \|u(t)\| \equiv \sqrt{\int_0^T u^2(t)dt} \le L \right\}$$

götürülmüş idarəedici parametrdir.

Verilmiş rəqs edən (1), (3) sistemi üçün aşağıdakı optimal idarəetmə məsələsinə baxılır: Mümkün idarəedicilər sinfindən elə $u(t) \in U$ idarəedicisi tapmalı ki, (1)-(3) sisteminin həlli daxilində

$$J(u) = \int_0^\ell \left\{ [y(x,T) - Q_0(x)]^2 + [y_t'(x,T) - Q_1(x)]^2 \right\} dx. \tag{4}$$

funksionalına minimum qiymət versin, burada $Q_0(x)$ və $Q_1(x)$ funksiyaları $L_2[0,\ell]$ fəzasında verilmiş funksiyalardır. Qeyd edək ki, [1] $f(x), \varphi(x), \psi(x) \in L_2[0,\ell]$ olduqda hər bir $u(t) \in U$ mümkün idarəedicisi üçün (1)-(3) qarışıq məsələsinin həlli var, yeganədir və aşağıdakı kimi göstərilə bilər:

$$y(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} \left[\varphi_k \cos \frac{ak\pi}{\sqrt{\ell^2 + \alpha(k\pi)^2}} t + \frac{\sqrt{\ell^2 + \alpha(k\pi)^2}}{ak\pi} \cdot \psi_k \sin \frac{ak\pi}{\sqrt{\ell^2 + \alpha(k\pi)^2}} t + \right.$$
$$\left. + \frac{\sqrt{\ell^2 + \alpha(k\pi)^2}}{ak\pi} \int_0^t f_k u(\tau) \sin \frac{ak\pi}{\sqrt{\ell^2 + \alpha(k\pi)^2}} (t-\tau) d\tau \right] \sin \frac{k\pi}{\ell} x \tag{5}$$

harada kı,

$$\varphi_k = \frac{2}{\ell} \int_0^\ell \varphi(x) \sin \frac{k\pi}{\ell} x dx, \quad \psi_k = \frac{2}{\ell} \int_0^\ell \psi(x) \sin \frac{k\pi}{\ell} x dx,$$

$$f_k = \frac{2}{\ell} \int_0^\ell f(x) \sin \frac{k\pi}{\ell} x dx, \quad k = 1,2...$$

Qeyd edək ki, (1)-(3) qarışıq məsələsinin ümumiləşmiş həlli dedikdə

$$\int_0^\ell \int_0^T y(x,t) \left[\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} - a^2 \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - \alpha \frac{\partial^4 z}{\partial x^2 \partial t^2} \right] dxdt + \int_0^\ell \varphi(x) \left[\frac{\partial z}{\partial t} - \alpha \frac{\partial^3 z}{\partial x^2 \partial t} \right]_{t=0} dx +$$
$$+ \int_0^\ell \psi(x) \left[\alpha \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - z \right]_{t=0} dx = \int_0^\ell \int_0^T f(x)u(t)z(x,t)dxdt,$$

inteqral eyniliyi, $Q=[0\le x\le \ell, 0\le t\le T]$ düzbucaqlısında ikinci tərtib kəsilməz törəməsi olan və $\frac{\partial^4 z}{\partial x^2\partial t^2}, \frac{\partial^3 z}{\partial x^2\partial t}$ xüsusi törəmələri də kəsilməz olan $z(x,t)$ funksiyası üçün ödəyən $y(x,t)$ funksiyası başa düşülür. Əlavə olaraq $z(x,t)$ funksiyası üçün

$$z(0,t)=z(\ell,t)=z(x,T)=z'_t(x,T)=0.$$

şərti də ödənilməlidir.

(1)-(3) qarışıq məsələsinin həllinin (5) ifadəsindən istifadə edərək (4) funksionalını aşağıdakı kimi yaza bilərik:

$$J(u)=I+2\int_0^T \omega(t)u(t)dt+\int_0^T\int_0^T R(t,s)u(t)u(s)dtds. \tag{6}$$

Asanlıqla göstərmək olar ki, $\omega(t)$ funksiyası $[0,\ell]$ parçasında, $R(t,s)$ funksiyası isə $G=[0\le t,\ s\le T]$ kvadratında kəsilməz funksiyalardır. Bundan əlavə $R(t,s)$ funksiyası $G=[0\le t,\ s\le T]$ kvadratında müsbət-müəyyən nüvə təşkil edir.

Teorem 1. $\varphi(x),\psi(x), f(x)$ funksiyaları $L_2[0,l]$ fəzasında verilmiş funksiyalar olduqda mümkün idarəedicilər sinfində heç olmazsa bir $u(t)\in U$ idarəedicisi var ki, o, (1)-(3) qarışıq məsələsinin həlli üzrə (4) funksionalına minimum qiymət verər.

İşdə isbat olunan bu teorem onu bildirir ki, idarə olunan sistemi (1)-(3) verilmiş başlanğıc vəziyyətdən verilmiş son vəziyyətin yaxın ətrafına gətirmək olar. Qeyd edək ki, [1] işində isbat olunmuşdur ki, (1), (3) sistemini (2) başlanğıc vəziyyətindən verilmiş son vəziyyətə gətirmək olmaz. Beləliklə, aydın olur ki, baxılan məsələ [1] işində baxılan məsələdən daha ümumidir.

Asanlıqla aşağıdakı teoremləri də isbat etmək olar:

Teorem 2. a) Əgər

$$\omega(t)+\int_0^T R(t,s)u(s)ds=0, \tag{7}$$

tənliyinin $\|u(t)\|\le L$ şərtini ödəyən həlli varsa, onda bu idarəedici optimal idarəedicidir.

b) Əgər $u_0(t)$ idarəedicisi $\|u_0(t)\|\le L$ şərtini ödəyən optimal idarəedicidirsə, onda o, (7) tənliyinin həllidir.

Teorem 3. Fərz edək ki, (7) tənliyinin sanki hər yerdə $u(t)\in U$ şərtini ödəyən həlli yoxdur. Onda $u_0(t)\in U$ idarəedicisinin optimal idarəedici olması üçün zəruri və kafi şərt onun aşağıdakı qeyri-xətti inteqral tənliyin

$$\frac{\omega(t)+\int_0^T R(t,s)u(s)ds}{\left\|\omega(t)+\int_0^T R(t,s)u(s)ds\right\|}=u(t) \tag{8}$$

həlli olmasıdır.

Beləliklə, qoyulan optimal idarəetmə məsələsinin həlli ya (7) və yaxud (8) tənliyinin həlli olmalıdır.

Teorem 1-ə əsasən hökm etmək olar ki, əgər (7) tənliyinin mümkün idarəedicilər sinfində həlli yoxdursa, onda hökmən (8) qeyri-xətti inteqral tənliyinin mümkün idarəedicilər sinfində həlli var.

Ədəbiyyat

1. Бутковский А.Г. Методы управления системами с распределенными параметрами. - М.: Наука, 1975.
2. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1972.

РЕЗЮМЕ

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОДНОЙ КОЛЕБЛЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Гадиева С.С.

Ключевые слова: *оптимальное управление, гиперболический тип, квадратический функционал, необходимое условие оптимальности, градиент функционала*

В работе рассматривается задача оптимального управления для систем описываемыми уравнениями

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \alpha \frac{\partial^4 y}{\partial x^2 \partial t^2} + f(x)u(t), \quad \alpha > 0$$

Доказана теорема о существовании решения поставленной задачи. Кроме того, указан способ определения оптимального управления.

SUMMARY

OPTIMUM CONTROL OF ONE SHAKING SYSTEM

Hadiyeva S.S.

Keywords: *optimum control, hyperbolic type, quadratic functional, a necessary condition of an optimality, a gradient functional.*

In work the problem of optimum control for systems is considered by the described equations

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} + \alpha \frac{\partial^4 y}{\partial x^2 \partial t^2} + f(x)u(t), \quad \alpha > 0$$

The task in view decision is proved the theorem of existence. Besides, to specify a way of definition of optimum control.

ÖLÇMƏ NÖQTƏLƏRİNİN OPTİMALLAŞMASI İLƏ ÇUBUĞUN QIZDIRILMASINDA MƏNBƏLƏRİN HƏRƏKƏT İDARƏETMƏLƏRİNİN SİNTEZİ

Həşimov V.A.

İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

vugarhashimov@gmail.com

Açar sözlər: *çubuğun qızdırılması, əks əlaqəli idarətetmə, hərəkətedən mənbələr, ölçü nöqtələri, əks əlaqə parametrləri.*

Hərəkət edən istilik mənbələri ilə aşağıdakı çubuğun qızdırması prosesinə baxaq:

$$u_t(x,t) = a^2 u_{xx}(x,t) - \lambda_0[u(x,t) - \theta] + \sum_{i=1}^{N_c} q_i \delta(x - z_i(t)), x \in (0,l), \quad t \in (0,T], \tag{1}$$

$$u_x(0,t) = \lambda_1(u(0,t) - \theta), \quad u_x(l,t) = -\lambda_2(u(l,t) - \theta), \quad t \in (0,T]. \tag{2}$$

Burada $u(x,t)$ – x nöqtəsində t zaman anında çubuğun temperaturu; l – çubuğun uzunluğu; T – isitmə prosesinin davametmə zamanı; $\delta(\cdot)$ – Dirak funksiyası; N_c – nöqtəvi mənbələrinin sayı; a, λ_0, λ_1, λ_2 – verilmiş əmsallar; q_i – t zamana görə hissə-hissə kəsilməz funksiyadır. $z_i(t)$ i-ci mənbənin çubuq boyunca hərəkət qanununu təyin edir və aşağıdakı şərtləri ödəyir:

$$0 \le z_i(t) \le l, \quad t \in [0,T], \quad i = 1,2,\dots,N_c. \tag{3}$$

θ verilmiş Θ mümkün qiymətlər çoxluğunda məlum $\rho_\Theta(\theta)$ sıxlıq funksiyası ilə təyin edilmiş mühitin zaman görə sabit qiyəmtidir,

$$\rho_\Theta(\theta) \ge 0, \quad \theta \in \Theta, \quad \int_\Theta \rho_\Theta(\theta)\, d\theta = 1.$$

Çubuğun başlanğıc temperaturu bütün mümkün qiymətləri məlum verilmiş çoxluqda parametrik olaraq təyin edilmiş funksiya ilə müəyyən edilir:

$$u(x,0) = \varphi(x;p), \quad x \in [0,l], \quad p \in \mathrm{P} \subset \mathrm{R}^s. \tag{4}$$

harada, P $\rho_\mathrm{P}(p)$ sıxlıq funksiyası ilə verilmiş parametr

$$\rho_\mathrm{P}(p) \ge 0, \quad p \in \mathrm{P}, \quad \int_\mathrm{P} \rho_\mathrm{P}(p)\, dp = 1.$$

Mənbələrin hərəkəti aşağıdakı tənliklərlə müəyyən edilir:

$$\dot{z}_i(t) = a_i z_i(t) + \vartheta_i(t), \quad t \in (0,T], \tag{5}$$

$$z_i(0) = z_i^0, \quad i = 1,2,\dots,N_c. \tag{6}$$

Burada a_i – mənbələrin hərəkətinin verilmiş parametrləri; z_i^0 – mənbələrin başlanğıc yerləri; $\vartheta_i(t)$ – verilmiş şərtləri ödəyən hissə-hissə kəsilməz idarəetmələrdir:

$$V = \left\{\vartheta_i(t): \quad \underline{\vartheta_i} \le \vartheta_i(t) \le \overline{\vartheta_i}, \quad t \in [0,T], \quad i = 1,2,\dots,N_c\right\}. \tag{7}$$

Baxılan məsələdə $\vartheta = \vartheta(t) = (\vartheta_1(t), \vartheta_2(t), \dots, \vartheta_{N_c}(t))$ vektor funksiyasının təyin edilməsi lazımdır

ki, aşağıdakı verilmiş funksional minimal qiymət alsın:

$$\mathcal{J}(\vartheta) = \int_{\mathrm{P}} \int_{\Theta} I(\vartheta; p, \theta)\, \rho_{\mathrm{P}}(p) \rho_{\Theta}(\theta) d\theta dp, \tag{8}$$

$$I(\vartheta; p, \theta) = \int_0^l \mu(x)[u(x,T) - U(x)]^2 dx + \varepsilon_1 \left\| \vartheta(t) - \hat{\vartheta} \right\|^2_{L_2^{N_c}[0,T]}. \tag{9}$$

Burada $U(x)$, $\mu(x) \geq 0$, $x \in [0, l]$ – verilmiş hissə-hissə kəsilməz funksiya; $u(x,t) = u(x,t;\vartheta,p,\theta)$ – $\vartheta(t) \in V$ idarəetməsi, $\varphi(x;p)$ başlanğıc şərtində $p \in P$ parametrlərinə və $\theta \in \Theta$ ətraf mühit temperaturlarına görə (1), (2)–(4) başlanğıc-sərhəd məsələsinin həllidir.

Tutaq ki, $\xi_j \in [0, l]$, $j = 1,2,\dots,N_o$ nöqtələrində davamlı olaraq temperatur ölçülmələri yerinə yetirilir:

$$u_j(t) = u(\xi_j, t), \;\; t \in [0,T], \;\; \xi_j \in [0,l], \;\; j = 1,2,\dots,N_o.$$

Ölçmə nəticələrinə əsasən $\vartheta(t)$ idarəetməsinin cari optimal qiymətinin müəyyən edilməsi tələb olunur. Bunun üçün ölçülmüş temperatur qiymətlərinə görə aşağıdakı xətti asılılıqlarından istifadə edirik:

$$\vartheta_i(t,y) = \sum_{j=1}^{N_o} \beta_i^j [u(\xi_j, t) - \tilde{\gamma}_i^j], \;\; t \in [0,T], \;\; i = 1,2,\dots,N_c. \tag{10}$$

Burada $N = (2N_c + 1)N_o$ ölçülü $y = \{\beta_i^j, \gamma_i^j, \xi_j, i = 1,2,\dots,N_c, j = 1,2,\dots,N_o\}$ vektoru sintezi olunan sabit əks əlaqə parametrləridir.

Bu halda (8)–(9) məqsəd funksionalı aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\mathcal{J}(y) = \int_{\mathrm{P}} \int_{\Theta} I(y; p, \theta)\, \rho_{\mathrm{P}}(p) \rho_{\Theta}(\theta) d\theta dp, \tag{11}$$

$$I(y; p, \theta) = \int_0^l \mu(x)[u(x,T) - U(x)]^2 dx + \varepsilon \|y - \hat{y}\|^2_{\mathrm{R}^N}. \tag{12}$$

(10) düsturunu (5), (6) tənliklərində əvəz edərək alarıq ki,

$$\dot{z}_i(t) = a_i z_i(t) + \sum_{j=1}^{N_o} \beta_i^j \left[u(\xi_j, t) - \gamma_i^j\right], \;\; t \in (0,T].$$

(7) məhdudiyyətləri daxilində (11), (12) funksionalını minimallaşdırma üçün qradiyentin proyeksiya metodundan istifadə edirik.

Buna görə də, optimallaşdırılan əks əlaqə parametrlərinə görə funksionalın qradiyent düsturları alınmışdır.

$$\frac{\partial \mathcal{J}(y)}{\partial \beta_i^j} = \int_{\mathrm{P}} \int_{\Theta} \left\{ -\int_0^T \varphi_i(t) u(\xi_j, t)\, dt + 2\left(\beta_i^j - \hat{\beta}_i^j\right) \right\} \rho_{\mathrm{P}}(p) \rho_{\Theta}(\theta) d\theta dp,$$

$$\frac{\partial \mathcal{J}(y)}{\partial \xi^j} = \int_{\mathrm{P}} \int_{\Theta} \left\{ -\sum_{i=1}^{N_c} \int_0^T \left(\alpha_i^j \psi(z_i(t), t) + \beta_i^j \varphi_i(t)\right) u_x(\xi_j, t) dt + 2\left(\xi_j - \hat{\xi}_j\right) \right\} \rho_{\mathrm{P}}(p) \rho_{\Theta}(\theta) d\theta dp,$$

$$\frac{\partial \mathcal{J}(y)}{\partial \gamma_i^j} = \int_{\mathrm{P}} \int_{\Theta} \left\{ \beta_i^j \int_0^T \varphi_i(t) dt + 2\varepsilon\left(\gamma_i^j - \hat{\gamma}_i^j\right) \right\} \rho_{\mathrm{P}}(p) \rho_{\Theta}(\theta) d\theta dp.$$

$i = 1,2,\dots,N_c$, $j = 1,2,\dots,N_o$. $\psi(x,t)$ və $\varphi^i(t)$, $i = 1,2,\dots,N_c$ funksiyaları verilmiş hər bir $\theta \in \Theta$ və $p \in \mathrm{P}$ parametrlərinə görə aşağıdakı qoşma başlanğıc-sərhəd məsələlərinin həllidir:

$$\psi_t(x,t) = -a^2 \psi_{xx}(x,t) + \lambda_0 \psi(x,t) - \sum_{i=1}^{N_c} \sum_{j=1}^{N_o} \beta_i^j \varphi_i(t) \delta(x - \xi_j), x \in (0,l), \;\; t \in [0,T),$$

$$\psi(x,T) = -2\mu(x)(u(x,T) - U(x)), \;\; x \in [0,l],$$

$$\psi_x(0,t) = \lambda_1 \psi(0,t), \;\; \psi_x(l,t) = -\lambda_2 \psi(l,t), \;\; t \in [0,T),$$

$$\dot{\varphi}_i(t) = -a_i\varphi_i(t) - \psi_x(z_i(t), t)q^i, \;\; t \in [0, T),$$
$$\dot{\varphi}_i(T) = 0, \;\; i = 1,2, \dots, N_c.$$

Литература

1. Aida-zade K.R., Hashimov V.A., Bagirov A.H. On a problem of synthesis of control of power of the moving sources on heating of a rod. *Proceedings of the Institute of Mathematics and Mechanics, ANAS.* 2021. V. 47, No 1. pp. 183–196.
2. Айда-заде К.Р., Абдуллаев В.М. Об одном подходе к синтезу управления процессами с распределенными параметрами. *AuT*. 2012. № 9. С. 3–19.
3. Бутковский А.Г., Пустыльников Л.М. Теория подвижного управления системами с распределенными параметрами. М.: Наука, 1980. 384 с.
4. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. М.: Факториал Пресс, 2002. 824 с.
5. Поляк Б.Т., Хлебников М.В., Рапопорт Л.Б. Математическая теория автоматического управления. М.: ЛЕНАНД, 2019. 504 с.

РЕЗЮМЕ

СИНТЕЗ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ИСТОЧНИКОВ НАГРЕВА СТЕРЖНЯ С ОПТИМИЗАЦИЕЙ МЕСТ ЗАМЕРА СОСТОЯНИЙ

Гашимов В.А.

Ключевые слова: *нагрев стержня, управление с обратной связью, движущиеся источники, точки замера, параметры обратной связи.*

Исследуется задача синтеза управления процессом нагрева стержня движущимися по стержню точечными источниками. Текущие значения скоростей движения источников определяются в зависимости от температуры в точках замера, места расположения которых оптимизируется. В работе предлагается использовать линейную зависимость управляющих воздействий движением источников от замеренных значений температуры. Постоянные коэффициенты, участвующие в этих зависимостях, являются искомыми параметрами обратной связи.

SUMMARY

SYNTHESIS OF MOTION CONTROL OF ROD HEATING SOURCES WITH OPTIMIZATION OF MEASUREMENT POINTS

Hashimov V.A.

Keywords: *rod heating, feedback control, moving sources, measurement points, feedback parameters*.

The problem of control synthesis for the heating process of a rod by point sources moving along the rod is studied. The current values of the velocities of the sources are determined depending on the temperature at the measurement points, the locations of which are being optimized. The work proposes to use a linear dependence of the control actions of the movement of sources on the measured temperature values. The constant coefficients involved in these dependencies are the desired feedback parameters.

QEYRİ-XƏTTİ SİSTEMLƏRİN TƏDQİQİNƏ SİNERGETİK YANAŞMA

Həşimov S.A.

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

s.hashimov@list.ru

Açar sözlər: *qeyri-xətti sistemlər, riyazi model, sinergetik analiz.*

İşdə qeyri-xətti sistemlərin riyazi model və kompüter texnologiyasının tətbiqi ilə sinergetik tədqiqinin praktiki əhəmiyyəti izah olunur. Qeyri-xətti sistemin sinergetik tədqiqində sistemin halını təsvir edən diferensial tənliyin, sadələşdirilməsinin əhəmiyyəti izah olunur. Bu məqsədlə qeyri–xətti sistemin riyazi modelinə, Lienard tənliyinə baxılır. Kompüter texnologiyasının tətbiqi ilə qeyri- xətti sistemlərə xas olan mühüm xüsusiyyətləri tədqiq etmək üçün baxılan riyazi modelin sadələşdirilmiş analoqu gətirilir.

Qeyri xətti sistemlər mürəkkəb sistemlərdir. Mürəkkəb sistemlərin və proseslərin tədqiqində mühüm məsələlərdən biri, onların xarakterik xüsusiyyətlərini aşkar etmək, analiz etmək və dinamikasını proqnozlaşdırmaqdan ibarətdir [1-3]. Qeyri xətti sistemlərdə baş verən özünəməxsus qanunauyğunluğu riyazi model əsasında, kompüter texnologiyasını tətbiq etməklə sinergetik tədqiq etmək, gələcəkdə sistemdə baş verə biləcək halları əvvəlcədən öyrənməyə imkan verir. Məhz ona görə də qeyri –xətti sistemləri sinergetik tədqiq etməyə ehtiyac duyulur və praktiki əhəmiyyət daşıyır. Son dövrlər sinergetik yanaşma ilə qeyri-xətti sistemlər tədqiq olunur [1, 2]. Bu məqsədlə sistemin riyazi modelinin qurulması və qurulmuş model əsasında kompüter texnologiyasının tətbiqi mühüm nəticələrin əldə olunmasına səbəb olur.

Qeyri-xətti iqtisadi, ekoloji, texniki sistemlər mürəkkəb sistemlər olduğundan, bu növ sistemləri tədqiq etmək çətin olur. Bu çətinliyi aradan qaldırmaq üçün sistemin malık olduğu bölünənlik və bütövlük xassəsindən istifadə olunur. Sistemin bölünənlik xassəsinə əsasən baxılan sistem qarşılıqlı əlaqəli alt sistemlərə bölünür və hər bir alt sistemə bütöv bir sistem kimi baxılır. Alt sistemlərin öyrənilməsi bütövlük xassəsinə əsasən mürəkkəb sistemin tədqiq olunmasına səbəb olur. Bu şəkildə yanaşma mürəkkəb sistemləri tədiq edib analiz etməyə imkan verir. Bu çür yanaşma mürəkkəb qeyri-xətti sistemin riyazı modelinin sadələşdirilib tədqiqinə imkan verir.

Qeyri-xətti sistemin sinergetik tədqiqində sistemin qurulmuş riyazi modelı, sistemin halını təsvir edən diferensial tənlik çox vaxt sadə tənlik olmur, mürəkkəb tənlik olur. Sistemin baxılan riyazi modelinin alt sistemlərə uyğun sadələşdirilməsi, son nəticədə kompüter texnologiyasını tətbiq etməklə sinergetik tədqiq olunmasına imkan verir.

Bir sıra mürəkkəb sistemlər mövcüddür ki, sistemin halı aşağıdakı adi diferensial tənliklər sistemi ilə təsvir olunur:

$$\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = f_1(x_1, x_2, \lambda), \\ \dfrac{dx_2}{dt} = f_2(x_1, x_2, \lambda). \end{cases} \tag{1}$$

Burada $f_1(x_1, x_2, \lambda), f_2(x_1, x_2, \lambda)$ funksiyaları arqumentlərinə görə kəsilməz funksiyalardır. λ –parametrdir.

(1) tənliklər sistemini sonlu fərqlər üsulu ilə əvəz etsək, alarıq:

$$\begin{cases} x_{1,i+1} = x_{1,i} + \tau_1 f_{1,i}\left(x_{1,i}, x_{2,i}, \lambda\right), \\ x_{2,i+1} = x_{2,i} + \tau_2 f_{2,i}\left(x_{1,i}, x_{2,i}, \lambda\right). \end{cases} \tag{2}$$

$\tau_1, \tau_2 > 0$ –iterativ addımlardır.

(1) tənliklər sistemi ilə təsvir olunan sistemlərdə bifurkasiya periodik rejimdə baş verir. $x_1(t_0) = x_0,\ x_2(t_0) = x_1$ şərtləri daxilində $(x_0, x_1) = (0,0)$ olduqda, λ –parametrinin dəyişməsi daxilində, $\lambda < \bar{\lambda}$ və $\lambda > \bar{\lambda}$ qiymətlərində müəyyən dövrlər baş verir. Bu dövrlər periodik olaraq dayanıqlı həlli təyin edir.

Halı (1) tənliklər sistemi ilə təsvir olunan qeyri-xətti sistemlərin malik olduğu xarakterik xüsusiyyətləri, (2) tənliklər sisteminə gətirməklə, kompüter texnologiyasını tətbiq etməklə tədqiq etmək olur. Bir sıra qeyri-xətti sistemlərin halını təsvir edən diferensial tənlikləri, (1) diferensial tənliklər sisteminə gətirməklə sinergetik tədqiq etmək olur. Buna misal olaraq dinamik sistemlərdə və rəqs nəzəriyyəsində geniş tətbiq olunan Lienard tənliyinə baxaq:

$$\frac{d^2x_1}{dt^2} + f(x)\frac{dx}{dt} + g(x) = 0. \tag{3}$$

Burada $f(x)$ və $g(x)$ kifayət qədər hamar verilmiş funksiyalardır. (3) diferensial tənliyi sadə çevirmələrin köməyilə aşağıdakı adi diferensial tənliklər sisteminə gətirmək olur.

$$\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = x_2, \\ \dfrac{dx_2}{dt} = -f(x)x_2 - g(x). \end{cases} \tag{4}$$

Qeyd edək ki, (4) adi diferensial tənliklər sistemi verilmiş $f(x)$ və $g(x)$ funksiyaları üçün (1) tənliklər sisteminin xüsusi halıdır. Beləliklə ikinci tərtib (3) diferensial tənliyi ilə təsvir oluna sistemin riyazi modelinin sinergetik tədqiqini (4) diferensial tənliklər sisteminə gətiməklə aparmaq olur.

Ədəbiyyat

1 Ахромеева Т.С., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г., Самарский А.А. Нестационарные структуры и диффузионный хаос. М.” Наука” гл. ред. физ. - мат. лит., 1992, -544 с.

2. Гашимов С.А. Синергетический анализ экологических процессов. Современные проблемы в науке и технике. теория и практика Материалы международной открытой конференции, г. Воронеж, 21-23 декабря 2020 года, стр. 62-64.

3. Həşimov S.A. Adi diferensial tənliklə təsvir olunan dinamik sistemin riyazi modelinin sinergetik analizi. Riyaziyyatin fundamental problemləri və intellektual texnologiyalarin təhsildə tətbiqi II Respublika elmi konfransinin materiallari. SDU. Sumqayıt 15-16 dekabr 2022, səh. 91-94.

РЕЗЮМЕ

СИНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ

Гашимов С.А.

Ключевые слова: *нелинейные системы, математическая модель, синергетический анализ*.

В статье объясняется практическая значимость синергетического исследования нелинейных систем с применением математических моделей и компьютерных технологий. При исследовании нелинейной системы, разъясняется важность упрощения математической модели рассматриваемой системы, дифференциального уравнения, по подсистемам. Для этого рассматривается математическая модель нелинейной системы – уравнение Льенара. С применением компьютерных технологий вводится упрощенный аналог рассматриваемой математической модели для изучения важных свойств, присущих нелинейным системам.

SUMMARY
SYNERGETIC APPROACH TO INVESTIGATION OF NONLINEAR SYSTEMS
Hashimov S.A.

Keywords: *non-linear systems, mathematical model, synergetic analysis.*

The article explains the practical significance of the synergistic study of nonlinear systems using mathematical models and computer technologies. In the study of a nonlinear system, the importance of simplifying the mathematical model of the system under consideration, the differential equation, by subsystems is explained. For this, a mathematical model of a nonlinear system is considered - the Liénard equation. With the use of computer technology, a simplified analogue of the considered mathematical model is introduced to study the important properties inherent in nonlinear systems.

ELEKTRİK TƏCHİZATI CİHAZ VƏ AVADANLIQLARININ QURAŞDIRILMASI, İSTİSMARI, TƏMİRİ VƏ SAZLANMASI ZAMANI ETİBARLILIĞIN GÖZLƏNİLMƏSİ ÜSULLARI

İsgəndərov Ə.Ə., Abbaszadə R.R.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
elesger_54@mail.ru

Açar sözlər: *elektrik avadanlığı, avadanlığın etibarlılığı, elektrik təchizatı elementəri, etibarlılıq göstəriciləri, közərmə lampaları*

İşdə elektrik təchizatı cihazlarının və avadanlıqlarının quraşdirilmasi, istismari, təmiri və sazlanmasi zamanı omların etibarlı ışının təmin edilməsi üçün etibarlılıq dərəcəsinin yoxlanması və təsnifləşdirilməsi qaydaları və etıbarlı işin təmin edilməsi məsələlərinin alqoritmlərinə baxılır.

Müasir dövrdə insanların həyat şəraitinin, sosial fəsliyyətin, iqtisadi məşğuliyyətlərin və digər işlərinin hamısı elektrik enerjisindən istifadə etməklə yerinə yetirilir. Buna görə də insanların yaşadıqarı və fəaliyyət göstərdikləri bütün obyektlərin hamısı elektrik enerjisi ilə təmin edilir. Bu zaman elektrik enerjisinin lazımi gərginliklə, cərəyan şiddəti ilə, dəyişmə tezliyi ilə verilməsindən əlavə, onun məntəqələr arasında etbarlı şəkildə ötürülməsi də əsas göstəricilərdən biridir.

Etibarlılığın əsas göstəriciləri Konstruktiv yerinə yetirilmələrinə görə texniki qurğular müxtəlif mürəkkəblik dərəcəsində olurlar. Etibarlıq nəzəriyyəsində adətən obyektlərə iki mürəkkəblik səviyyəsində baxırlar – elementin müeəkkəbliyi və sistemin mürəkkəbliyi.

Element halında baxılan məsələlərin həlli zamanı ayrı-ayrı hissələri nəzərə alınmayan obyektlər başa düşürlür. Tərkib hissələrinə ayrılmadan, bütövlükdə baxılan, istənilən texniki qurğu element ola bilər;

Müəyyən şəraitdə müəyyən məsələlərin yerinə yetirilməsi və birlikdə fəaliyyət göstərmək üçün nəzərdə tutulmuş bir-biri ilə əlaqədar elementlərin cəmi kimi baxılan texniki qurğular sistem adlanır. Bu halda qurğunun etibarlılığı onun ayrı-ayrı elementlərinin vəziyyəti ilə təyin edilir.

Element və sistem anlayışı nisbi olsa da, etibarlılıq məsələlərinin həlli zamanı onların istifadə edilməsi etibarlılığın uyğun göstəricilərinin seçilməsi və bu göstəricilərin hesablanması lazım gəlir. Bu zaman elementin etibarlılıq məsələlərinin analizi, sistemin etibarlılığının analizindən sadə olur.

Etibarlılıq nəzəriyyəsində mühüm elementlər və sistemlər təmir olunanlara və təmir olunmayanlara, bərpa olunanlara və bərpa olunmayanlara bölünməlidir. Texniki qurğuların təmir olunanlara və olunmayanlara bölünməsi bütün zaman ərzində təmir işlərinin yerinə yetirilmə imkanlarından və mümkünlüyündən asılı olaraq həyata keçirilir. Məsələn, közərmə lampaları həmişə təmir olunmayan məmulatlara, elektrik mühərriki isə təmir olunanlara aiddirlər.Texniki qurğuların bərpaolunanlara və olunmayanlara bölünməsi müəyyən xarici şəraitləri nəzərə almaqla həyata keçirilir. Bərpa olunmayan qurğu işdən imtina etdikdən sonra bərpası tamamilə mümkünsüz olan qorgunardır. Lakin, verilmiş tip qurğunu ümumiyyətlə təmir ediə bilməməsi anlayışını qurğunun özünün təyinatı və fəaliyyət xarakteri ilə təyin edirlər. Bərpa olunan qurğu elə qurğua deyilir ki, işdən imtinadan sonra onun işi lazım gələn bərpa işlərinin

aparılmasından sonra bərpa oluna bilər. Buna görə də bəzi qurğulara, praktiki olaraq, təmir olunmayanlar və yeniləri ilə dəyişdirilmə yoluyla bərpa olunanlar kimi baxıla bilərlər.

Etibarlılıq məsələlərinə baxarkən texniki qurğunun iş qabiliyyətli və iş qabiliyyəti olmayan terminləri də istifadə edlir. Qurğunun iş qabiliyyəti olması dedikdə elə vəziyyət başa düşülür ki, o verilmiş zaman anında ona tapşırılmış funksiyaları normal yerinə yetirə bilsin, yəni normal işləmə vəziyyətində olsun.

Sazlıq – bu qurğunun elə vəziyyətidir ki, o yalnız iş qabiliyyətli olmayıb, həm də normal xarici görünüşünü saxlayır və bütün vəziyyətlərdə istismara yararlı olur. Məsələn, elektrik mühərrikində yalnız ventilyatorun qapağı əzilmişdirsə, onda o iş qabiliyyətlidir, amma nasazdır.

Obyektin iş qabiliyyətli vəziyyətinin saxlanması ilə saz vəziyyətinin pozulmasından ibarət hadisə, etibarlılıq nəzəriyyəsində zədələnmə adlanır.

Etibarlılıq nəzəriyyəsində və praktikasında dayanmaq anlayışı altında qurğunun iş qabiliyyətinin tam və ya qismən itirilməsindən ibarət olan hadisə başa düşülür. Dayanmaq iş qabiliyyətinin (heç olmazsa bir hissəsinin) itirilməsi deməkdir. Məsələn, əgər mühərrik yanmışdırsa – bu dayanmaqdır, əgər onda sıxaclar qutusu qırılmışsa – bu dayanmaq deyil, nasazlıqdır.

İmtinaların 20-dən çox növü məlumdur. Onları qismən və tam imtinaya ayırmaq olar. Qismən dayanma zamanı qurğu öz funksiyalarından hər hansı birinin (və ya bir neçəsinin) yerinə yetirilməsini dayandırır, eyni zamanda işini davam etdirir və qalan digər funksiyalarını normal yerinə yetirir. Tam dayanma zamanı qurğu özünün bütün funksiyalarının yerinə yetirilməsini dayandırır.

Qurğunun özünün əsas funksiyalarını normal yerinə yetirdiyini müəyyən edən parametrlərin xarakterinə görə dayanmalar qəfil və tədrici dayanma növlərinə bölünürlər. Qəfil dayanmalar çətin proqnozlaşdırılan təsadüfi baş vermə xarakterinə (məsələn, qoruyucunun yanması) malikdirlər. Bir qayda olaraq, qəfil dayanmalar tam və açıq-aşkar olurlar. Tədrici dayanmalar, yəni dağılmadan dayanmalar, əsasən qurğunun istismar müddətindən asılıdırlar. Tədrici dayanmalara missal olaraq, közərmə lampalarının uzun müddət istifadə olunması sayəsində işıq verməsinin azalmasını aid etmək olar. Qəfil dayanmadan fərqli olaraq, tədrici dayanma adətən qismən və qapalı olur.

İşdə bu faktorlar araşdırılmış və onların proqnozlşdirilmasi üçün alqoritmlər təklif edilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Eterney N. Elektrik stansiyaları və avadanlıqları. Sumqayıt Dövlət Universitetinin nəzdində Sumqayıt Dövlət Texniki Kolleci, Sumqayıt 2020, 22 s.
2. Kazımzadə R.Z., Əsgərov C.S., Həmidov M.H. Dağ-mədən sənayesinin elektrik avadanliği və elektrik təchizati ali texniki məktəblər üçün dərslik. Bakı– 2014,369 s.
3. Əlibəyov C. Elektrik şəbəkələrinin elektriki hesablanması. Bakı – 2016, 26 s.

РЕЗЮМЕ

СПОСОБЫ СОБЛЮДЕНИЯ СТЕПЕНИ НАДЕЖНОСТИ ПРИ МОНТАЖЕ, ЭКСПЛУАТАЦИИ, РЕМОНТЕ И НАЛАДКЕ УСТРОЙСТВ И ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Искендеров А.АР,. Аббасзаде Р.Р.

Ключевые слова: *электрооборудование, надежность оборудования, элементы питания, показатели надежности, лампы накаливания.*

В работе рассматриваются правила проверки и классификации степени надежности и алгоритмы обеспечения надежной работы по обеспечению надежного пучка омов при монтаже, эксплуатации, ремонте и настройке устройств и оборудования электроснабжения.

SUMMARY

METHODS OF ESTİMATİNG RELIABILITY DURING THE INSTALLATION, OPERATION, REPAIR AND ADJUSTMENT OF ELECTRICAL SUPPLY DEVICES AND EQUIPMENT

Iskenderov A.AR., Abbaszadeh R.R.

Keywords: *electrical equipment, equipment reliability, power supply elements, reliability indicators, incandescent lamps*

The work examines the rules for checking and classifying the degree of reliability and the algorithms for ensuring reliable work for ensuring the reliable beam of ohms during the installation, operation, repair and tuning of electrical supply devices and equipment.

XƏTTİ DİVERGENT CIRLAŞAN ELLİPTİK-PARABOLİK TƏNLİKLƏRİN HƏLLƏRİ ÜÇÜN APRİOR QİYMƏTLƏNDİRMƏLƏR

Kərimova M.N.

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Şəki filialı, Şəki, Azərbaycan
kerimova.mexriban@mail.ru

Açar sözlər: *cırlaşan, elliptik-parabolik tənliklər, aprior qiymətləndirmə, divergent, sərhəd məsələsi*

Elliptik-parabolik tənliklərə bir çox mühüm tətbiqi məsələlərin həllində rast gəlinir. Bu tənliklər cırlaşan tənliklər sinfindən olub, fırlanan səthlərin kiçik əyilməsi nəzəriyyəsində, momentsiz örtüklər nəzəriyyəsində, fraktal diffuziyanın dalğalar halında öyrənilməsində, qaz dinamikası tənliklərində, riyazi biologiyada, genetikada, tibbdə və s. sahələrdə yaranırlar. Cırlaşan elliptik tənliklər nəzəriyyəsində prinsipial nəticə M.V.Keldışın işi ilə bağlıdır. Bu iş belə tip tənliklərin gələcək inkişafı üçün başlanğıc kimi qəbul edilir.

Tutaq ki, $n \geq 2$ olduqda R^n Evklid fəzasında Ω oblastı $\partial\Omega$ sərhədli məhdud oblastdır. Fərz edək ki, $\partial\Omega \subset C^2$. Tutaq ki, $Q_T = \Omega \times (0,T)$ silindirdir və $T\epsilon(0,\infty)$. Q_T silindirində aşağıdakı başlanğıc sərhəd məsələsinə baxılır.

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \sum_{i,j=1}^{n} \frac{\partial}{\partial x_i}\left(a_{ij}(x,t)\frac{\partial u}{\partial x_j}\right) - \psi(x,t)\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \sum_{i=1}^{n} b_i(x,t)\frac{\partial u}{\partial x_i} + c(x,t)u = 0 \tag{1}$$

$$u(x,t) = f(x,t), (x,t)\epsilon\partial\Omega \times (0,T) \tag{2}$$

$$u(x,0) = h(x),\ x\epsilon\Omega \tag{3}$$

Fərz edək ki, tənliyin əmsalları və sağ tərəf aşağıdakı şərtləri ödəyirlər: $\left\|a_{ij}\right\|$ Q_T-də elementləri ölçülən funksiyalar olan həqiqi simmetrik matris, ixtiyari $(x,t)\epsilon Q_T$ və $\xi\epsilon R^n$ üçün

$$\gamma\omega(x)|\xi|^2 \leq \sum_{i,j=1}^{n} a_{ij}(x,t)\xi_i\xi_j \leq \gamma^{-1}\omega(x)|\xi|^2 \tag{4}$$

bərabərsizliyi doğrudur. Burada γ - (0,1] yarım intervalından olan sabitdir. $a_{ij}(x,t)$, $b_i(x,t)$, $c(x,t)$, $i,j = \overline{1,n}$ $(x,t)\epsilon Q_T$ -də olduqda ölçülən funksiyalardır. Həmçinin

$$c(x,t) \leq 0, \quad c(x,t)\epsilon L_{n+1}(Q_T) \tag{5}$$

$$|b_i(x,t)|^2 + k \cdot c(x,t) \leq 0, \quad b_i(x,t)\epsilon L_{n+2}(Q_T) \tag{6}$$

k - hər hansı müsbət sabitdir.

Burada $\omega(x)$ çəki funksiyası A_p- dən olub, Makenhoupt sinfindəndir.

Bu tezisdə (1)-(3) məsələsinin həlli üçün aprior qiymətləndirmələr alınmışdır.

Ədəbiyyat

1. Keldysh M.V. On some cases of degeneration of equations of elliptic type on the boundary of a domain, DAN SSSR, 77 No2, 1951, p.181-183.
2. Fichera G. On a unified theory of boundary value problem for elliptic-parabolic equations of second order. Boundary problem in differential equations", Madison, 1960, pp. 97-120.
3. Gadjiev T.S., Kerimova M.N. The solutions degenerate elliptic-parabolic equations. Journal of Advances in Mathematics. 2013, vol. 3, No3, pp. 218-235.

РЕЗЮМЕ

АПРИОРНЫЕ ОЦЕНКИ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ДИВЕРГЕНТНЫХ ВЫРОЖДАЮЩИХСЯ УРАВНЕНИЙ ЭЛЛИПТИКО-ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ТИПА

Керимова М.Н.

Ключевые слова: *вырождающиеся, эллиптико-параболические уравнения, априорные оценки, дивергентная, краевая задача.*

Эллиптико-параболические уравнения встречаются при решении многих важных вопросов прикладного характера. Эти уравнения из класса вырождающихся уравнений, которые возникают в теории малых изгибаний поверхностей вращения, без моментной теории оболочек, при изучении волновых явлений при фрактальной диффузии, в уравнениях газовой динамики, математической биологии, генетики и медицины и т.д. Принципиальное значение в развитии теории вырождающихся эллиптических уравнений имела работа М.В. Келдыша. Эта работа послужила началом для дальнейшего развития такого типа задач.

SUMMARY

APRIORI ESTIMATES OF SOLUTIONS FOR LINEAR DIVERGENT DEGENERATING EQUATIONS OF ELLIPTIC-PARABOLIC TYPE

Karimova M.N.

Key words: *degenerate, elliptic-parabolic equations, aprior estimation, divergent, boundary value problem*

Elliptic-parabolic equations are encountered in solving many important applied problems. These equations are from the class of degenerate equations that arise in the theory of small bendings of surfaces of revolution, without the moment theory of shells, in the study of wave phenomena during fractal diffusion, in the equations of gas dynamics, mathematical biology, genetics and medicine, etc. The principle result in the theory of degenerate elliptic equations is related to the work of M. V. Keldysh. This work is considered as a starting point for further development of such type of equations.

ÇOXÖLÇÜLÜ HALDA OBLASTIN ORTASINDA VERİLMİŞ BİR SƏRHƏD MƏSƏLƏSİNİN QOYULUŞU BARƏDƏ

[1,2]Məmmədov İ.Q., [2,3]Abdullayeva A.C.

[1] *AMEA-nın İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan*

[2] *Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan*

[3] *Azərbaycan Milli Müdafiə Universitetinin Hərbi-Elmi Tədqiqat İnstitutu*

ilgar-mamedov-1971@mail.ru, *aynure-huseynova-2015@mail.ru*

Açar sözlər: *sərhəd məsələsi, hiperbolik tənliklər, qeyri-hamar əmsallı tənliklər, dominant törəməli tənliklər,çöxölçülü məsələlər.*

Tutaq ki, $R^n -$ $x=(x_1,...,x_n)$ vektorlarının Evklid fəzasıdır, hansı ki, $\|x\|=\sum_{i=1}^{n}|x_i|$; $R^1=R$;

$L_p(Q),\ 1\le p<\infty -$ elə ölçülən $u:Q\to R$ funksiyalar fəzasıdır ki,

$$\|u\|_{p,Q}=(\int_Q |u(x)|^p dx)^{1/p}<\infty;$$

$L_\infty(Q)$ – ölçülən və məhdud funksiyalar fəzasıdır:

$$u:Q\to R, \|u\|_{\infty,Q}=vrai\sup_{x\in Q}|u(x)|.$$

Sonra, tutaq ki, $G_i=(x_i^{\,0},h_i),\ i=\overline{1,n};\ G=\prod_{i=1}^{n}G_i$ isə R^n - dən götürülən məhdud oblastdır;

$l=(l_1,...,l_n)-$ müsbət komponentli tamqiymətli vektordur;

$$S_l=\{j=(j_1,...,j_n)/\ j_k=0,...,l_k;k=1,...,n\};$$

$$D_x^j=D_{x_1}^{j_1}...D_{x_n}^{j_n}, D_{x_k}=\partial/\partial x_k;$$

$W_p^{\,l}(G),\ 1\le p\le\infty -$ bütün $u\in L_p(G)$ funksiyalarının elə fəzasıdır ki, hansı ki, bütün S_l -lər üçün S.L.Sobolev mənada $D_x^j u$ ümumiləşmiş törəmələri $D_x^j u\in L_p(G)$ şərtini ödəyir;

$$\|u\|_{W_p^l(G)}=\sum_{j\in S_l}\|D_x^j u\|_{p,G}.$$

İndi isə yüksək tərtibli, dominant qarışıq törəməli, qeyri-hamar əmsallı

$$V_{1,2,...,n}u=u_{x_1x_2...x_n}+\sum_{i=1}^{n}A_iu_{x_i}+\sum_{i<j}A_{ij}u_{x_ix_j}+\sum_{i_1<i_2<i_3}A_{i_1i_2i_3}u_{x_{i1}x_{i_2}x_{i_3}}+...$$

$$...+\sum_{i_1<i_2<...<i_{n-1}}A_{i_1i_2...i_{n-1}}u_{x_{i_1}x_{i_2}...x_{i_{n-1}}}+A_0u=\varphi_{1,2,...,n}(x_1,x_2,...,x_n),\qquad(1)$$

hiperbolik tənliyinin aşağıdakı şərtləri ödəyən $u\in W_p^l(G)$ həllinin axtarılması məsələsinə baxaq:

$$V_0u\equiv u(\frac{x_1^0+h_1}{2},\frac{x_2^0+h_2}{2},...,\frac{x_n^0+h_n}{2})=\varphi_0;$$

$$V_i u \equiv u_{x_i}\Big|_{x_j=\frac{x_j^0+h_j}{2}, j\neq i} = \varphi_i(x_i), i=\overline{1,n};$$

$$V_{ij} u \equiv u_{x_i x_j}\Big|_{x_k=\frac{x_k^0+h_k}{2}, k\neq i,j} = \varphi_{ij}(x_i, x_j), i<j; \qquad (2)$$

$$V_{i_1 i_2 i_3} u \equiv u_{x_{i_1} x_{i_2} x_{i_3}}\Big|_{x_j=\frac{x_j^0+h_j}{2}, j\neq i_k, k=\overline{1,3}} = \varphi_{i_1 i_2 i_3}(x_{i_1}, x_{i_2}, x_{i_3}), i_1<i_2<i_3;$$

.....

.....

.....

$$V_{i_1 i_2 \ldots i_{n-1}} u = u_{x_{i_1} x_{i_2 \ldots} x_{i_{n-1}}}\Big|_{x_j=\frac{x_j^0+h_j}{2}, j\neq i_k, k=\overline{1,n-1}} =$$

$$= \varphi_{i_1 i_2 \ldots i_{n-1}}(x_{i_1}, x_{i_2}, \ldots, x_{i_{n-1}}), \quad i_1<i_2<\ldots<i_{n-1};$$

harada ki, $A_0, A_i, A_{ij}, A_{i_1 i_2 i_3}, \ldots, A_{i_1 i_2 \ldots i_{n-1}}$ əmsalları G- də verilən funksiyalar olub p-dərəcədən cəmlənmə və məhdudluq şərtlərini ödəyirlər. Bundan başqa fərz edəcəyik ki, $\varphi = (\varphi_0, \{\varphi_i(x_i)\}, \{\varphi_{ij}(x_i, x_j)\}, \{\varphi_{i_1 i_2 i_3}(x_{i_1}, x_{i_2}, x_{i_3})\}, \ldots, \{\varphi_{i_1 i_2 \ldots i_{n-1}}(x_{i_1}, x_{i_2}, \ldots, x_{i_{n-1}})\}, \varphi_{1,2,\ldots n}(x_1, x_2, \ldots x_n)) \in \mathrm{E}_p^l$

$$\equiv R \times \prod_{i=1}^{n} L_p(G_i) \times \prod_{i<j} L_p(G_i \times G_j) \times \prod_{i_1<i_2<i_3} L_p(G_{i_1} \times G_{i_2} \times G_{i_3}) \times \ldots \times \prod_{i_1<i_2<\ldots<i_{n-1}} L_p(G_{i_1} \times G_{i_2} \times \ldots \times G_{i_{n-1}}) \times L_p(G).$$

Yuxarıdakı (1), (2) sərhəd məsələsini tədqiq etmək üçün $u(x_1, x_2, \ldots, x_n) \in W_p^l(G)$ funksiyalarının aşağıdakı şəkildə olan inteqrası göstərilişindən istifadə edilmişdir:

$$u(x_1, x_2, \ldots, x_n) = u\left(\frac{x_1^0+h_1}{2}, \frac{x_2^0+h_2}{2}, \ldots, \frac{x_n^0+h_n}{2}\right) + \sum_{i=1}^{n} \int_{\frac{x_i^0+h_i}{2}}^{x_i} \left(u_{x_i} / x_j = \frac{x_j^0+h_j}{2}; x_i = \alpha_i, j\neq i\right) d\alpha_i +$$

$$+ \sum_{i<j} \int_{\frac{x_i^0+h_i}{2}}^{x_i} \int_{\frac{x_j^0+h_j}{2}}^{x_j} \left(u_{x_i x_j} / x_k = \frac{x_k^0+h_k}{2}, k\neq i, j; x_i = \alpha_i, x_j = \alpha_j\right) d\alpha_i d\alpha_j +$$

$$+ \sum_{i_1<i_2<i_3} \int_{\frac{x_{i_1}^0+h_{i_1}}{2}}^{x_{i_1}} \int_{\frac{x_{i_2}^0+h_{i_2}}{2}}^{x_{i_2}} \int_{\frac{x_{i_3}^0+h_{i_3}}{2}}^{x_{i_3}} \left(u_{x_{i_1} x_{i_2} x_{i_3}} / x_j = \frac{x_j^0+h_j}{2}, j\neq i_k; x_{i_k} = \alpha_{i_k}, k=\overline{1,3}\right) d\alpha_{i_1} d\alpha_{i_2} d\alpha_{i_3} + \ldots +$$

$$+ \sum_{i_1<i_2<\ldots<i_{n-1}} \int_{\frac{x_{i_1}^0+h_{i_1}}{2}}^{x_{i_1}} \int_{\frac{x_{i_2}^0+h_{i_2}}{2}}^{x_{i_2}} \ldots \int_{\frac{x_{i_{n-1}}^0+h_{i_{n-1}}}{2}}^{x_{i_{n-1}}} \left(u_{x_{i_1} x_{i_2} \ldots x_{i_{n-1}}} / x_j = \frac{x_j^0+h_j}{2}, j\neq i_k, x_{i_k} = \alpha_{i_k}, k=\overline{1,n-1}\right) d\alpha_{i_1} d\alpha_{i_2} \ldots d\alpha_{i_{n-1}} +$$

$$+ \int_{\frac{x_1^0+h_1}{2}}^{x_1} \int_{\frac{x_2^0+h_2}{2}}^{x_2} \ldots \int_{\frac{x_n^0+h_n}{2}}^{x_n} u_{x_1 x_2 \ldots x_n}(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n) d\alpha_1 d\alpha_2 \ldots d\alpha_n. \qquad (3)$$

Bu işdə $u \in W_p^l(G)$ funksiyalarının (3) inteqral göstərilişindən istifadə edərək, baxılan (1), (2) sərhəd məsələsininin korrekt həllolunanlığı isbat edilmiş və qurulan fundamental həllin köməyi ilə həllin inteqral göstərilişi verilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Gadjiev T.S., Kerimova M.N. The solutions degenerate elliptic-parabolic equations. Journal of Advances in Mathematics. 2013, vol. 3, No3, pp. 218-235.

РЕЗЮМЕ
О ПОСТАНОВКЕ ПОГРАНИЧНОГО ВОПРОСА, ЗАДАННОГО В СЕРЕДИНЕ ОБЛАСТИ В МНОГОМЕРНОМ СЛУЧАЕ
Мамедов И.Г., Абдуллаева А.Дж.

Ключевые слова: *краевая задача, гиперболические уравнения, уравнения с негладкими коэффициентами, уравнения с доминирующей производной, многомерные задачи*

В данной работе демонстрируется многомерная краевая задача, заданная в середине области для гиперболического уравнения с высоким порядком, доминирующей смешанной производной и негладкими коэффициентами. Доказана корректная разрешимость рассматриваемой краевой задачи и дано интегральное представление решения с помощью построенного фундаментального решения.

SUMMARY
ON THE FORMULATION OF THE BOUNDARY QUESTION POSED IN THE MIDDLE OF THE DOMAIN IN THE MULTIDIMENSIONAL CASE
Mammadov I.G., Abdullayeva A.J.

Keywords: *boundary value problem, hyperbolic equations, equations with non-smooth coefficients, equations with dominant derivative, multidimensional problems*

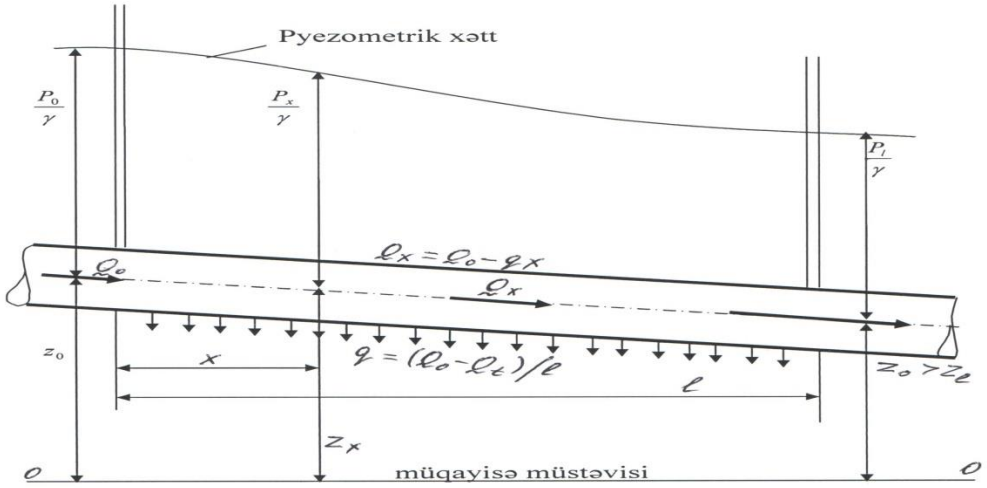
This paper demonstrates a multidimensional boundary value problem defined in the middle of a domain for a hyperbolic equation with a high order, a dominant mixed derivative, and non-smooth coefficients. The correct solvability of the boundary value problem under consideration is proved and an integral representation of the solution is given with the help of the constructed fundamental solution.

MAİLİ BORULARDA SƏRFİ FASİLƏSİZ AZALAN MAYENİN HƏRƏKƏTİ

[1]Məmmədova Ş.H., [2]İsmayılova Ş.H.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, 1-dosent, 2-baş müəllim
samama-mamedova@mail.ru , shahla.ismayilova.71@mail.ru

Açar sözlər: *sərfin intensivliyi, müqavimət zonaları, hidravlik maillik, laminar rejim, turbulent rejim, ikifazalı maye.*

Hidravlik qurğularda (sistemlərdə) sərfi fasiləsiz azalan boru horizontal və ya maili konstruksiya edilə bilər. Borunun mailliyi onun başlanğıc və son nöqtələrinin səviyyələrinin fərqi nəticəsində meydana çıxır (əgər borunun başlanğıc və son nöqtələrinin səviyyələri eyni olarsa maillik sıfır olur).



Şəkil. *Maili borularda sərfi fasiləsiz azalan mayenin hərəkət sxemi*

Maili borularda (şəkil) sərfi fasiləsiz dəyişən maye axını tənliyini aşağıdakı kimi yazaq [1, 2]

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{\alpha_0 \upsilon^2}{2g}+\frac{P}{\rho g}+z\right)+\frac{dh_f}{dx}+\frac{(\alpha_0\upsilon-\upsilon_*)\upsilon}{gQ}q, \qquad (1)$$

$$\frac{dQ}{dx}=q\ , \qquad (2)$$

$$\frac{dh_f}{dx} = i_f = \frac{\lambda}{d}\frac{\upsilon^2}{2g} \qquad (3)$$

(1) – (3) tənliklər sistemində $\alpha_0 = const$, $\upsilon_* = k\upsilon$, $Q = \upsilon\omega$ $(\omega = const)$ qəbul etsək, alarq

$$-dP = (2\alpha_0 - k)\rho\upsilon d\upsilon + \rho g dz + \frac{\lambda}{d}\frac{\upsilon^2}{2}\rho dx. \qquad (4)$$

Bu tənlikdə $\upsilon = Q/\omega$, $Q = Q_0(1-\alpha x)$, $\upsilon = \upsilon_0(1-\alpha x)$, $\lambda = \frac{A}{\mathrm{Re}^n} + B\,\mathrm{Re}^m$, $\alpha = q/Q_0$, $\mathrm{Re} = \frac{\upsilon d}{\nu} = \frac{\upsilon_0 d}{\nu}(1-\alpha x)$, $q = Q_p/l$, $Q_p = Q_0 - Q_T$ nəzərə alsaq və müvafiq çevirmələr etsək

$$-dP = (2\alpha_0 - k)\frac{\rho Q}{\omega^2}dQ + \rho g dz + \frac{\rho A Q^{2-n}}{2d\left(\frac{d}{\nu}\right)^n \omega^{2-n}}dx + \frac{\rho B\left(\frac{d}{\nu}\right)^m Q^{2+m}}{2d\omega^{2+m}}dx \qquad (5)$$

alarıq və yaxud

$$-dP = -(2\alpha_0 - k)\frac{\rho Q_0^2 \alpha}{\omega^2}(1-\alpha x)^2 dx + \rho g dz +$$

$$+\frac{\rho A Q^{2-n}}{2d\left(\frac{d}{\nu}\right)^n \omega^{2-n}}(1-\alpha x)^{2-n}dx + \frac{\rho B\left(\frac{d}{\nu}\right)^m Q_0^{2+m}}{2d\omega^{2+m}}(1-\alpha x)^{2+m}dx \qquad (6)$$

Bu tənliyi (0,x) intervalında inteqrallasaq, yaza bilərik

$$P_x = P_0 + (2\alpha_0 - k)\frac{\rho Q_0^2}{2\omega^2}\left[1-(1-\alpha x)^2\right] + \rho g(z_x - z_0) -$$

$$-\frac{A}{2d(3-n)\alpha\,\mathrm{Re}_0^n}\frac{\rho Q_0^2}{\omega^2}\left[1-(1-\alpha x)^{3-n}\right] - \frac{B\,\mathrm{Re}_0^m}{2d(3+m)\alpha}\frac{\rho Q_0^2}{\omega^2}\left[1-(1-\alpha x)^{3+m}\right] \qquad (7)$$

burada z_0, z_x - borunun başlanğıcında və x məsafəsində həndəsi hündürlüklər (şək.1); Q_0 - borunun başlanğıcında mayenin sərfi; $\alpha = q/Q$, $q = Q_p/l$; q – borunun vahid uzunluğunda maye sərfinin intensivliyi; $Q_p = Q_0 - Q_t$; Q_p, Q_t - mayenin axın boyu paylanan və tranzit sərfi; ω - borunun en kəsik sahəsi; Re_0 - mayenin borunun başlanğıcında Reynolds ədədi, $\mathrm{Re} = \upsilon_o d/\nu$.

(7) düsturunu aşağıdakı kimi yazaq

$$\frac{2(P_x - P_0)}{\rho\upsilon_0^2} = (2\alpha_0 - k)\left[1-(1-\alpha x)^2\right] + 2g(z_x - z_0)/\upsilon_0^2 -$$

$$-\frac{A}{d(3-n)\alpha\,\mathrm{Re}_0^n}\left[1-(1-\alpha x)^{3-n}\right] - \frac{B\,\mathrm{Re}_0^m}{d(3+m)\alpha}\left[1-(1-\alpha x)^{3+m}\right], \qquad (8)$$

burada υ_0 - borunun başlanğıcında maye axınının orta sürəti, $\upsilon_0 = Q_0/\omega$.

Bu tənlikdə $z_x = z_0$ qəbul etsək və horizontal boruya baxsaq, asanlıqla

$$P_x = P_0 + \left[(2\alpha_0 - k)(1-\varphi_*^2) - \frac{A}{(3-n)\alpha d\,\mathrm{Re}_0^n}(1-\varphi_*^{3-n}) - \right.$$

$$\left. -\frac{B\,\mathrm{Re}_0^m}{(3+m)\alpha d}(1-\varphi_*^{3+m})\right]\frac{\rho\upsilon_0^2}{2}$$

düsturunu alarıq.

$$\frac{2(P_x - P_0)}{\rho \upsilon_0^2} = (2\alpha_0 - k)(1 - z_*^2) - \frac{A}{d(3-n)\alpha \operatorname{Re}_0^n}(1 - \varphi_*^{3-n}) -$$

$$- \frac{B \operatorname{Re}_0^m}{d(3+m)\alpha}(1 - \varphi_*^{3+m}), \qquad (9)$$

burada $\varphi_* = 1 - \alpha x$.

(8) və ya (9) tənliklərinə daxil olan *A,B* əmsalları və *n,m* üstləri maye axınının rejimindən və müqavimət zonasından asılı olaraq

$$A = \lambda = 0{,}1\left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0{,}25}, n = 0, B = 0, m = 0;$$

$$A = 0{,}1\left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0{,}25}, n = 0; B = 2\Big/\left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0{,}75}, m = -1$$

$$A = 0{,}316, n = 0{,}25; B = 6{,}3 \cdot 10^{-6}\frac{\Delta}{d}, m = 0{,}75;$$

$$A = 0{,}316, n = 0{,}25; B = 0, m = 0;$$

$$A = 0{,}0025, n = -1/3; B = 0, m = 0;$$

$$A = 64, n = 1; B = 0, m = 0.$$

ifadələrindən tapıla bilər. Sürətin qeyribərabər paylanması əmsalı α_0, laminar rejimli axında $\alpha_0 = 1{,}33$, turbulent rejimli axında $\alpha_0 = 1{,}02 - 1{,}06$ qəbul olunur [3, 5]. (8) və ya (9) tənliklərində *k* əmsalı isə təcrübi yolla təyin oluna bilər [1]. Bu tənliklərin çıxarılışında maye bir fazalı (bircinsli) kimi qəbul edilmişdir. İkifazalı mayelərin (məsələn su + bərk hissəciklər sisteminin) axınında yaranan basqı itgisi (yaxud hidravlik maillik *i*) mövcud tədqiqatların ümumiləşdirilməsi nəticəsində, aşağıdakı düsturla təyin oluna bilər [5, 6-9]

$$i = i_0(1 + c_T \varphi), \qquad (10)$$

burada φ - bərk hissəciklərin həcmi konsentrasiyası; i_0 - su axınının (bərk hissəciklərsiz) hidravlik mailliyi; c_T - əmsal, A.E.Smoldıryevə görə [4]

$$c_T = c_0(\rho_s - 1), \qquad (11)$$

ρ_s - bərk hissəciklərin (qarışığın) sıxlığı; $c_0 = 0{,}85 \div 1{,}15$ [4].

Beləliklə, (10) düsturunu, (8) və ya (9) tənliklərində nəzərə alsaq, ikifazalı maye axını üçün yaza bilərik

$$\frac{2(P_x - P_0)}{\rho \upsilon_0^2} = (2\alpha_0 - k)(1 - \varphi_*^2) -$$

$$- \left[\frac{A}{d(3-n)\alpha \operatorname{Re}_0^n}(1 - \varphi_*^{3-n}) + \frac{B \operatorname{Re}_0^m}{d(3+m)\alpha}(1 - \varphi_*^{3+m})\right](1 + c_T \varphi) \qquad (12)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, ikifazalı mayelərin axınında bərk hissəciklərin miqdarı 5% - dən az (yəni $\varphi = 0{,}05$)olarsa, bu halda ikifazalı mayeyə bircinsli kimi baxmaq olar və praktiki hesabatlarda (9) tənliyindən istifadə etmək olar.

Ədəbiyyat

1. Гахраманов П.Ф., Исмайлов Р.Ш., Исмайлова Ш.Г. К вопросы гидродинамики одномерного течения среды с непрерывным изменением расхода. Техника и технология. № 2, 2009. с. 50-57.
2. ГахрамановП.Ф., Исмайлова Ш.Г., ИсмайловР.Ш. Вопросы механики сплошных сред в тепломассообменных аппаратах. Фундаментальные и прикладные проблемы науки, том 2, материалы VI Международного симпозиума, РАН, М., 2011, с.24-38.
3. Богомолов А.И., Михайлов К.А. Гидравлика. М., 1972, 648 с.
4. Примеры гидравлических расчетов. Авторы: Н.М.Константинов, Н.А.Петров, В.А.Александров и др. М., 1987, 440 с.
5. Məmmədova T. Hidravlika. Bakı, 1982, 282 s.

6. İsmayılova Ş.H., Cumalıyeva İ.C., İsmayılov R.Ş. Boru kəmərlərinin girişində maye axınının riyazi modeli. Riyaziyyatın nəzəri və tətbiqi problemləri. Beynəlxalq Elmi Konfrans SDU,AMEA, Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu, 25-26 may 2017-ci il, s. 105-106.
7. İsmayılovR.Ş, İsgəndərov Ə.Ə., İsmayılova Ş.H. Qərarlaşmış axın tənliklərinin su təchizatı sistemlərinin avtomatlaşdırılmasına tətbiqi. Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları. II Respublika Elmi konfransının materialları. Sumqayıt Dövlət Universiteti – 2012, s.106-107.
8. İsmayılovR.Ş.,HacıyevÇ.C., İsmayılova (Məmmədova) Ş.H. Kütlə mübadiləli çoxfazalı mayelərin hərəkət tənlikləri. "Su ehtiyatlarının səmərəli və kompleks istifadəsinin müasir problemləri",Azərbaycan Su Problemləri Elmi - tədqiqat İnstitutu, Bakı-2000, s.104-108.
9. Məmmədov K.M.,Musayev Z.S.,Mahmudov T.M., Hidrotexniki qurğular. Bakı, 2008, 406 s.

РЕЗЮМЕ

ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ, РАСХОД КОТОРОЙ НЕПРЕРЫВНО УМЕНЬШАЕТСЯ В НАКЛОННЫХ ТРУБАХ

Мамедова Ш. Г., Исмаилова Ш. Г.

Ключевые слова: *интенсивность течения, зоны сопротивления, гидравлический градиент, ламинарный режим, турбулентный режим, двухфазная жидкость.*

В статье исследовано движение двухфазной жидкости с непрерывно уменьшающимся расходом в наклонных трубах и установлено, что основным фактором, влияющим на движение, является расход (масса). С учетом изменения расхода записывается уравнение движения двухфазной жидкости с непрерывно уменьшающимся расходом.

SUMMARY

MOVEMENT OF FLUID WITH CONTINUOUS DECREASING CONSUMPTION IN INCLINED PIPES

Mammadova Sh.Q., Ismayilova Sh.Q.

Key words: *flow intensity, resistance zones, hydraulic gradient, laminar regime, turbulent regime, two-phase fluid.*

In the article, the movement of a two-phase fluid with continuously decreasing consumption in inclined pipes was studied, and it was determined that the main factor affecting the movement is the consumption (mass). Taking into account the change in consumption, the equation of motion of a two-phase fluid with continuously decreasing consumption is written.

PİLLƏVARİ STOXASTİK BOLSA MƏSƏLƏSİNDƏ OPTİMALLIQ ÜÇÜN XƏTTİLƏŞDİRİLMİŞ MAKSİMUM PRİNSİPİ

[1]Məstəliyev R.O., [2]Əliyeva X.V.

[1]Azərbaycan Universiteti, Bakı, Azərbaycan

[2] İdarəetmə Sistemləri İnstitutu

rashad.mastaliyev@au.edu.az, aliyevakhanim22@gmail.com

Açar sözlər: *stoxastik Bolsa məsələsi, dəyişən strukturlu stoxastik model, standart Viner prosesi, optimallıq üçün zəruri şərt, xəttiləşdirilmiş maksimum prinsipi.*

Təqdim olunan işdə bir pilləvari stoxastik Bolsa məsələsinə baxılır belə ki, öyrənilən proses müxtəlif zaman intervallarında fərqli tənliklərlə təsvir olunur. Baxılan optimal idarəetmə məsələsində idarəedicilər diffuziya əmsallarına daxil deyillər. Prosesin keyfiyyəti Bolsa tipli funksionalların cəminin riyazi gözləməsinin minimallaşdırılması ilə təyin edilmişdir. Mümkün idarəedicilər çoxluğunun qabarıqlığı şərtləri daxilində optimallıq üçün xəttiləşdirilmiş maksimum prinsipi tipli birinci tərtib zəruri şərt tapılmışdır. Nəticənin alınmasında artım üsulunun stoxastik analoqundan istifadə olunur.

Müxtəlif ədəbiyyatlarda dəyişən strukturlu, pilləvari, mürəkkəb strukturlu idarəetmə məsələləri kimi adlandırılan optimal idarəetmə məsələləri determinik halda [1-2] və s. işlərində öyrənilmişdir. Sonralar belə modellərin stoxastik analoqları öyrənilməyə başlanılmışdır [3]. Təqdim olunan işdə bir pilləvari stoxastik Bolsa məsələsinə baxılmış və optimallıq üçün birinci tərtib zəruri şərt(xəttiləşdirilmiş maksimum prinsipi) alınmışdır.

Tutaq ki, (Ω, F, P) – tam ehtimal fəzasıdır. Fərz edək ki, idarəolunan proses aşağıdakı kimi stoxastik İto tənliklər sistemi ilə təsvir olunur:

$$\begin{gathered} dx(t) = f\big(t, x(t), u(t)\big)dt + a(t, x(t))dw(t), t \in [t_0, t_1], \\ x(t_0) = x_0, \\ dy(t) = g\big(t, x(t), v(t)\big)dt + b(t, y(t))dw(t), t \in [t_1, t_2], \\ y(t_1) = G(x(t_1)). \end{gathered} \tag{1}$$

Burada $f(t,x(t),u(t))$ $\left(g(t,x(t),v(t))\right)-$ sürüşmə əmsalları olub verilmiş $n(m)-$ölçülü arqumentlərinə nəzərən kəsilməz funksiyalar, $a(t,x(t))$ $(b(t,y(t)))-$verilmiş $(n\times m)$ $\left((m\times n)\right)-$ölçülü diffuziya əmsalları olan matris funksiyalar, x_0-verilmiş sabit, $G(x)-$isə verilmiş $m-$ölçülü kəsilməz vektor funksiyadır. $w(t)-n-$ölçülü standart Viner prosesidir [4], $u(t)$ $\left(v(t)\right)-r(s)$ ölçülü boş olmayan $U(V)$ məhdud qabarıq çoxluqlarından qiymət alan idarəedicilərdilər, yəni

$$u(t)\in U\subset R^r, t\in[t_0,t_1],$$
$$v(t)\in V\subset R^s, t\in[t_1,t_2]. \quad (2)$$

Belə məhdudiyyətləri ödəyən $\left(u(t),v(t)\right)$ cütlərinə mümkün idarəedicilər deyəcəyik.

Prosesin keyfiyyətini belə bir Bolsa tipli funksionalla qiymətləndirək:

$$S(u,v)=E\{\varphi_1\left(x(t_1)\right)+\varphi_2(y(t_2))+\int_{t_0}^{t_1}f_0\left(t,x(t),u(t)\right)dt+\int_{t_1}^{t_2}g_0(t,y(t),v(t))dt\}. \quad (3)$$

Burada $E-$təsadüfi kəmiyyətin riyazi gözləməsi, $\varphi_1(x)$ $\left(\varphi_2(y)\right), f_0(t,x,u)$ $(g_0(t,y,v))-$ verilmiş kəsilməz skalyar funksiyalardır. Məqsədimiz (2) şərtlərini ödəyən elə $\left(u(t),v(t)\right)-$mümkün idarəedicilər cütünü tapmaqdır ki, (1) sisteminin həlləri üzərində (3) $-$funksionalı özünün ən kiçik mümkün qiymətini alsın. Baxılan $(1)-(3)$ məsələsində artım üsulunun köməyi ilə məsələnin stoxastik xüsusiyyəti nəzərə alınmaqla optimallıq üçün xəttiləşdirilmiş maxsimum prinsipi tipli zəruri şərt tapılmışdır [5]. Qeyd edək ki, qurulmuş optimallıq şərti baxılan məsələ üçün Pontryaginin maksimum prinsipinin nəticəsi olaraqda alınır.

Ədəbiyyat

1. Sheng-Chao Huang. Optimal control problems with a systems of integral equations and restricted phase coordinates // SIAM Journ. Control. 1972., V.10., №1, pp.14-36.
2. Абдуллаев А.А., Мансимов К.Б. Необходимые условия оптималности в процессах, описываемых системов интегральных уравнений типа Вольтерра. Баку.: Элм, 2013, 224 с.
3. Agayeva C.A., Abushov Q.U. The maximum principle for some nonlinear stochastic control system with variable structure // Theory Stoch. Process., 2010, 16(32)., pp.1-11.
4. Леваков А.А. Стохастические дифференциальные уравнения. БГУ. Минск, 2009, 231 с.
5. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Принцип максимума в теории оптимального управления. Москва: URSS, 2011, 272 с.

РЕЗЮМЕ

ЛИНЕАРИЗОВАННЫЙ ПРИНЦИП МАКСИМУМА В СТОХАСТИЧЕСКОЙ СТУПЕНЧАТОЙ ЗАДАЧЕ БОЛЬЦА

Масталиев Р.О., Алиева Х.В.

Ключевые слова: *стохастическая задача Больца, стохастическая модель с переменной структурой, стандартный винеровский процесс, необходимое условие оптимальности, линеаризованный принцип максимума.*

В предлагаемой работе рассматривается одно ступенчатая стохастическая задача Больца, которая описывается разными уравнениями в разные интервалы времени. В рассматриваемой задаче оптимального управления управляющей функции не входят в коэффициенты диффузии. Качество процесса определяется минимизацией математического ожидания суммы функционалов типа Больца. Найдено необходимое условие оптимальности первого порядка в линеаризованной форме типа принципа максимума при условиях выпуклости множества допустимых управляющих. Для получения результата используется стохастический аналог метода приращений.

SUMMARY

LINEARIZED MAXIMUM PRINCIPLE IN THE STOCHASTIC STEP BOLTZ PROBLEM

Mastaliyev R. O., Aliyeva Kh.V.

Keywords: *stochastic Boltz problem, stochastic variable structure model, standard Wiener process, necessary optimality condition, linearized maximum principle.*

In the proposed work, a step stochastic Boltz problem is considered, which the process under study is described by different equations in different time intervals. In the optimal control problem under consideration, the control functions are not included in the diffusion coefficients. The quality of the process is determined by minimizing the mathematical expectation of the sum of Boltz-type functional. A necessary first-order optimality condition in a linearized form of the maximum principle type under conditions of convexity of the set of admissible controls is found. To obtain the result, a stochastic analogue of the increment method is used.

PRESIZION DETALLARIN KOMPLEKS DİFFUZİYA METALLAŞDIRILMASI İLƏ BƏRPASI

Mustafayeva N.İ., Quliyeva H.G.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
nigar.mustafayeva.78@mail.ru, humay.sdu@gmail.com

Açar sözlər: *presizion, buxarfazalı, diffuziya, konteyner, vakuumlu çökdürmə, konteyner.*

Presizion detalların bərpası üçün iki üsul seçilmişdir: qazfazlı və buxar fazlı. Çökdürmə üsulunun hər ikisi həm kontakt, həm də qeyri-kontakt üsulu ilə aparıla bilər. Ovuntularda paladin qazfazalı kontakt diffuziya çökdürmə texnoloji cəhətdən sadə olaraq təmir müəssisələri üçün ən münasib üsul hesab olunur. Buxarfazalı vakuumlu çökdürmə üsulundan istifadə olunması daha məqsədə uyğundur. Bu onunla izah edilir ki, alınan örtük yüksək səthi keyfiyyətinə görə fərqlənir.

Dəmir-karbon ərintilərindən hazırlanmış detalların səthlərində örtüklərin alınmasının bir çox üsulları mövcuddur. Örtüklərin təsnifatına görə bir neçə növü var.

Diffuziya örtüklərinə görə bu təsnifat Q.N.Dubinin tərəfindən işlənmişdir. Bu təsnifatın əsasını mühitin fiziki-kimyəvi xarakteristikaları təşkil edir.

Presizion detalların bərpası üçün iki üsul seçilmişdir: qazfazlı və buxar fazlı. Çökdürmə üsulunun hər ikisi həm kontakt, həm də qeyri-kontakt üsulu ilə aparıla bilər. Bu üsullardan ən məhsuldar hesab olunan kontakt çökdürmə üsuludur.

Buxarfazalı çökdürmə üsulunun aparılması, məsələn vakkuumda titanlama aparmaq daha səmərəlidir.

Ovuntularda paladin qazfazalı kontakt diffuziya çökdürmə texnoloji cəhətdən sadə olaraq təmir müəssisələri üçün ən yaxşı üsul hesab olunur. O fərdi və seriyalı istehsalatlar üçün iqtisadi cəhətdən səmərəlidir və çox dəyərli avadanlıq tələb etmir. Alının örtüklər detalların xətti ölçülərinin ən böyük artmını təmin edir. İşçi qarışğın hazırlanması (materialların xırdalanması, qarışdışdırılması, qurudulması), detalların qablaşdırılması, proses qutardıqdan sonra konteynerlərin sökülməsi, prosesin əmək tutumunu artıran onun çatışmayan cəhətidir. Proses oksidləşdirici atmosferləri sobalarda apardıqda etibarlı əriyən cəftənin yaradılmasını tələb edir. Qoruyucu atmosferli sobalarda reaksiya sahəsinin hermetikləşdirilməsi tələb olunmur [2].

Bu prosesin aparılması zamanı çökdürülən element (hazır halda və ya ferroərintidə) və aktivləşdirici-hidrogenin halloid birləşməşi (HCI, NH_2CI, NH_4F və s.) olan ovuntu qarışığından istifadə olunur. Çökdürülən qarışıq (konteynerdə) qızdırıldıqda kimyəvi reaksiya nəticəsində tərkibində çökdürülən element halloid olan qaz mühiti yaranır.

NH_4Cl qızdırıldıqda parçalanır. Reaksiya nəticəsində amonium qazı (NH_4) və hidrogen-xlorid (HCl) yaranır. Temperaturun sonrakı artımı kimyəvi cəhətdən aktivliyi yüksək olan xlor atomlarının yaranmasına səbəb ola bilər. Aktivliyi yüksək olan xlor atomları xromla birləşərək $CrCl_2$ əmələ gətirir. Temperatur təqribən 1050^0C-yə çatdıqda xrom 2-xlorid parçalanır və ondan aktivliyi çox yüksək olan xrom atomları ayrılır. Nəticədə aktivliyi digər xrom atomlarına nisbətən yüksək olan bu atomlar ovuntunun tərkibində olan atomların səthə diffuziyasını sürətləndirir. Səthə diffuziya etmiş bu xrom atomlarının bir hissəsi metalın tərkibindəki karbonla qarşılıqlı təsirdə olaraq karbidlər, digər hissəsi isə ovuntunun tərkibindən səthə diffuziya edən silisiumla birləşərək silsidlər əmələ gətirir. Buna görə də ehtimal olunur ki, qarışıqda miqdarı silisiuma nisbətən çox olan xrom atomları həm karbidlərin, həm də silsidlərin əmələ gəlməsində mühüm rol oynayır.

Buxarfazalı vakuumlu çökdürmə üsulundan istifadə olunması daha məqsədə uyğundur. Bu onunla izah edilir ki, alınan örtük yüksək səthi keyfiyyətinə görə fərqlənir. Çökdürülən elementin buxarlarının alınması üçün elektrik müqaviməti, induksiyalı və ya electron şüalanmalı qızdırıcı qurğulardan istifadə oluna bilər.

Bu üsul ekoloji cəhətdən təmizdir, çünki qaz kontaktlı üsuldan fərqli olaraq o çökdürülən qarışığın hazırlanması və konteynerin hermetikləşdirilməsi ilə əlaqəli deyil.

Deyilnləri nəzərə alaraq, maşın və aparatların detallarının bərpası texnoloji prosesinin işlənməsi üçün kontaktlı qazfazalı və vakumda buxarfazalı çökdürmə üsullarından istifadə olunmalıdır.

Hər bir üsul özünəməxsus texnoloji xüsusiyyətlərə malikdir və detalların bərpası, möhkəmləndirilməsi üçün prosesin texnoloji parametrləri işlənilib dəqiqləşdirilməlidir.

Maşın və aparatların detallarının səthlərinə elementlərin kompleks şəkildə çökdürülməsi zamanı əsasən elementlərinin yenidən paylaşdırılması baş verir.

Diffuziya edən elementlərin aşağı tutumunda diffuziya bir fazalı sistemdə axması kimi baxıla bilər. Bundan başka karbonun çökdürülən elementinin yenidən paylaşdırılıması təsiri ilə baxilmalıdır. Onda diffuziyanın təsvir edilməsi üçün aşağıdakı tənliklər sistemindən istifadə oluna bilər [1, 3].

$$\frac{dC}{dt} = \frac{t}{dx}\left[D_{11}\frac{dC_1}{dx} + D_{12}\frac{dC_2}{dx}\right]$$

$$\frac{dC_2}{dt} = \frac{d}{dx}\left[D_{22}\frac{dC_2}{dx}\right]$$

Burada C_1- karbonun konsentrasiyası;

C_2 – çökdürülən elementin konsentrasiyası;

D_{11}, D_{12}, D_{22}- diffuziya əmsalları;

x- koordinat; t- vaxt.

Yuxarıdakı diferensial tənliklər diffuziya potensialını təsvir edir və Fikin II qanunu adlandırılır.

Bu tənliklər konkret ilkin və sərhəd şərtlərlə birlikdə diffuziya məsələsinin üç komponentli sistemdə həlli üçün ilkin məlumatdır:

$C_1(x>0;\ t=0)=C_1^0(const);$

$C_2(x>0;\ t=0)=0$

Diffuziya çökdürülən örtüyün və əsas metalın elementlərinin yenidən paylanmasına axınların qarşılıqlı əlaqəsində baxılmalıdır. Çünki bir elementin yenidən paylanması digər elementlərin diffuziya yerini dəyişməsinə gətirib çıxara bilər.

Ədəbiyyat

1. Антропов Б., Слабов Е. Еще раз о пылевом износе // Автомобильный транспорт, 2001, № 9, с.35-38.
2. Аллер Ю.Л., Марков Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске опти-мальных условий. М.: Наука, 1976, 279с.
3. Асадов Ш.Н. Исследование повышения долговечности пары: седлошар клапанного узла глубинных скважинных насосов, изготовленных из различных материалов / Aspirant və gənc tədqiqatçıların elmi-texniki konfransın məruzə materialları (2-ci hissə) Bakı 2005, c 253-256.

РЕЗЮМЕ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРЕССОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ ПУТЕМ КОМПЛЕКСНОЙ ДИФФУЗИОННОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ

Мустафаева Н. И., Кулиева Х. Г.

Ключевые слова: *прецизионность, паровая фаза, диффузия, контейнер, вакуумное осаждение, контейнер.*

Для восстановления прессованных деталей были выбраны два метода: газофазный и парофазный. Способ напыления может быть как контактным, так и бесконтактным. Газофазное контактно-диффузионное нанесение палладия в царапины технологически просто и считается наиболее подходящим методом для ремонтных предприятий. Более целесообразно использовать метод вакуумного осаждения из паровой фазы. Это объясняется тем, что полученное покрытие отличается высоким качеством поверхности

SUMMARY

RESTORATION OF PRESSED PARTS BY COMPLEX DIFFUSION METALLIZATION

Mustafayeva N. I., Guliyeva H.G.

Keywords: *precision, vapor phase, diffusion, container, vacuum deposition, container.*

Two methods were selected for the restoration of precision details: gas phase and vapor phase. The deposition method can be both contact and non-contact. Gas-phase contact diffusion deposition of palladium in scratches is technologically simple and considered the most suitable method for repair facilities. It is more appropriate to use the vapor phase vacuum deposition method. This is explained by the fact that the obtained coating is distinguished by its high surface quality.

ÖZ –ÖZÜNƏ QOŞMA DİFERENSİAL İFADƏLƏRİN DOĞURDUĞU L_0 OPERATORU SINQULYAR HALDA

Namazova N.M.

Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan, Azərbaycan

nailadeniz@mail.ru

Açar sözlər: *öz- özünə qoşma diferensial ifadə, defekt indeksi, sinqulyar, maksimal çoxobrazlı*

Öz- özünə qoşma diferensial ifadənin doğurduğu operatorun sinqulyar halına baxılmışdır. Uc nöqtələrindən biri sinqulyar olduğu halda öz- özünə qoşma diferensial ifadənin doğurduğu operatoruna baxılıb. Uc nöqtələrdən biri requlyar, digəri sinqulyar olduğu halda L_0 operatorunun defekt indeksi araşdırılmış.

Tutaq ki, $l(y)$ baxılan (a,b) intervalında özü-özünə qoşma diferensial ifadədir; $l(y)$ ifadəsindən operator almaq üçün (a,b) intervalında kvadratları ilə cəmlənən və bütün ölçülən $y(x)$ funksiyalarının əmələ gətirdiyi $L^2(a,b)$ Hilbet fəzasını daxil edək.

Sadəlik üçün bu fəzanı $\wp$ ilə işarə edək. Daha sonra $\boldsymbol{D}$ ilə $\wp$ −dan olan elə $y(x)$ funksiyaları çoxluğunu işarə edək ki,bu funksiyaların $(2n-1)$ −ci tərtib də daxil olmaqla kvazitörəmələri mütləq kəsilməzdir,$y^{[2n]}$ kvazitörəməsi isə $\wp-$ ya mənsubdur.

Aşkardır ki, $\boldsymbol{D}$ $\wp$ −nın xəttu çoxobrazlısıdır. $\wp$ −da L operatorunu aşağıdakı qaydada təyin edək: L operatorunun təyin oblastı $\boldsymbol{D}$-dir və $y \in \boldsymbol{D}$ üçün

$$Ly = l(y) \tag{1}$$

Aşkardır ki,bu cür təyin olunan operator üçün $\boldsymbol{D}$ $\wp$ −da maksimal çoxobrazlıdır.

L təyin oblastı sıx olan qapalı operatordur; Məhz biz göstərəcəyik ki, L operatoru gələcəkdə quracağımız hər-hansı simmetrik operatorla qoşmadır.

Başqa bir özü-özünə qoşma operatora baxaq. $\boldsymbol{D}$ çoxobrazlısının hər –hansı $[\alpha,\beta] \subset (a,b)$ intervalı xaricində sıfıra bərabər olan bütün y funksiyaları çoxluğunu D_0' −ilə işarə edək. Nəzərə almaq lazımdır ki,müxtəlif $y(x)$ funksiyaları üçün $[\alpha,\beta]$ parçaları müxtəlif ola bilər. L operatorunun D_0' −də daralmasını L_0'ilə işarə edək.Başqa sözlə L_0' təyin oblastı D_0' olan və $y \in D_0'$ üçün

$$L_0'y = Ly = l(y) \tag{2}$$

şərtini ödəyən operatordur. Beləliklə, L_0' operatorunun tərifinə görə

$$L_0' \subset L \tag{3}$$

Tutaq ki $l(y)$ diferensial ifadəsi [a,b] intervalında requlyardır. $\boldsymbol{D}$-dən olub

$$y^{[k]}|_{x=a} = y^{[k]}|_{x=b} = 0, \qquad k = \overline{0.2n-1} \tag{4}$$

şərtlərini ödəyən bütün $y(x)$ funksiyaları çoxluğunu D_0 ilə işarə edək.Aşkardır ki,

$$D_0' \subset D_0 \tag{5}$$

Xassə 1′. L_0' operatorunun D_0' təyin oblastı $\wp$-da sıxdır.

Aşkardır ki, D_0'-ə ortoqanal olan istənilən $h(x) \in \wp$ elementinin sıfıra bərabər olduğunu isbat etmək kifayətdir.Tutaq ki, $h(x)$ belə elementdir və tutaq ki, $\Delta = [\alpha,\beta]$ bütünlükdə (a,b) intervalında yerləşən fiksə edilmiş qapalı intervaldır. İstənilən $y \in D_{0,\Delta}$ elementinə D_0'-dən olan element kimi baxmaq olar; deməli h $D_{0,\Delta}$-ya ortoqanaldır.Lakin, $D_{0,\Delta}$ $\wp_\Delta$-da sıx olduğundan; deməli, Δ intervalında baxılan $h(x)$ funksiyası Δ intervalında sanki hər yerində sıfıra bərabərdir. $\Delta \subset (a,b)$ intervalının ixtiyari olması şərtinə əsasən alırıq ki, (a,b) intervalının sanki hər yerində $h(x) = 0$.

L_0' operatoru simmetrik operatordur.Deməli, o qapana bilir. L_0' operatorunun qapanmasını L_0 ilə işarə edək, yəni,

$$\tilde{L}_0' = L_0$$

Buradan alınır ki, L_0 operatoru qapalı simmetrik operatordur;

İndi L_0 operatorunun bəzi xassələrinə və onun L operatoru ilə əlaqəsinə baxaq.

Xassə 1. L operatoru L_0 operatoruna qoşma operatordur.Yəni,

$$L_0^{\,*} = L \tag{6}$$

$\tilde{L}_0' = L_0$ olduğundan , onda $L_0'^{\,*} = L_0^{\,*}$; ona görə də

$$L_0'^{\,*} = L$$

olduğunu isbat etmək kifayətdir. Lakin $L \subset L_0'^{\,*}$ olduğundan bizə yalnız

$$L \supset L_0'^{\,*}$$

münasibətini isbat etmək qalır.

Tutaq ki, z $L_0'^{\,*}$ operatorunun $D_0'^{\,*}$ təyin oblastından götürülmüş ixtiyari elementdir və tutaq ki, $\Delta = [\alpha,\beta]$ tamamilə (a,b) intervalının daxilində yerləşən fiksə edilmiş sonlu intervaldır. Bütün $y \in D_{0,\Delta}$-lar üçün ,

$$\left(\left(L_0'^{\,*}z\right)_\Delta, y\right)_\Delta = \left(z_\Delta, L_{0,\Delta}y\right)_\Delta$$

alarıq. Buradan $z_\Delta \in D_\Delta$ və

$$\left(L_0'^{\,*}z\right)_\Delta = L_\Delta z_\Delta = \left(l(z)\right)_\Delta$$

alırıq.

$\Delta \subset (a,b)$ intervalının ixtiyarı olmasını nəzərə alsaq

$$z \in \Delta \quad \text{və} \quad L_0'^{*} z = l(z) = Lz$$

bu o deməkdir ki,

$$L_0'^{*} \supset L.$$

Göründüyü kimi L operatoru qapalı operatordur.

Xassə 2. L_0 operatorunun defekt indeksi $0 \le m \le 2n$ olmaqla (m, m) şəklindədir.

Tutaq ki, λ yuxarı yarımmüstəvidə yerləşən ixtiyari ədəddir.Birinci defect ədədini m ilə işarə etsək, onda bu ədəd $\wp$ fəzasının $L_0^* z = \lambda z$ tənliyinin,yəni, $Lz = \lambda z$ tənliyinin həlli olan və xətti asılı olmayan z elementlərinin sayına bərabərdir.Başqa sözlə, m $l(z) = \lambda z$ tənliyinin $\wp = L^2(a, b)$ fəzasına daxil olan xətti asılı olmayan həllərin maksimal sayıdır.Lakin bu tənliyin ümumiyyətlə xətti asılı olmayan həllərin ümumi sayı $2n$-ə bərabərdir; onlardan bəziləri (a, b) intervalında kvadratı ilə inteqrallanan olmaya bilər.

Ona görə də $m \le 2n$.

$l(y)$ diferensial ifadəsinin $p_1, p_2, \dots, p_n$ əmsalları şərtə əsasən həqiqi olduqlarına görə $l(y) = \lambda y$ tənliyinin hər bir $z(x)$ həllinə bu tənliyin $\overline{z(x)}$ həlli uyğun gəlir. Əgər bu zaman $z(x) \in L^2(a, b)$ olarsa, onda $\overline{z(x)} \in L^2(a, b)$ və tərsinə.Ona görə də hər iki defekt ədədi bir-birinə bərabərdir. Bütün bu nəticələri birləşdirərək aşağıdakı nəticəyə gəlirik:

***Teorem* 1.** L_0 operatoru $0 \le m \le 2n$ olmaqla (m, m) şəklində defekt indeksinə malik qapalı simmetrik operatordur. L operatoru L_0 operatoruna qoşma operatordur ,yəni ,

$$L_0^* = L$$

Yuxarıda biz L_0 operatorunu L_0' operatorunun qapanması kimi təyin etmişdik; İndi isə L_0 operatorunu bilavasitə təyin edək. Bunun üçün əvvəlcə aşağıdakı kimi qeydləri edək:

Xassə 3. İxtiyari iki $y, z \in D$ elementləri üçün,

$$[y, z]_a = \lim_{x \to a}[y, z], \quad [y, z]_b = \lim_{x \to b}[y, z]$$

mövcuddur.

y və z funksiyalarına $[\alpha, \beta] \subset (a, b)$ intervalında Laqranj düsturunu tətbiq etsək ,

$$\int_\alpha^\beta l(y)\bar{z}\, dx = [y, z]_\beta - [y, z]_\alpha + \int_\alpha^\beta y\overline{l(z)}\, dx \tag{7}$$

alarıq. Burada yazılan inteqrallar $\beta \to b$ şərtində limitə malikdirlər, ona görə də (7)-dən alınır ki, $\lim_{\beta \to b}[y, z]_\beta$ limiti də həmçinin mövcuddur. Analoji olaraq $\lim_{\alpha \to a}[y, z]_\alpha$ limiti də mövcuddur. (7)-da $\alpha \to a,\ \beta \to b$ şərtində limitə keçsək,

$$\int_a^b l(y)\bar{z}\, dx = [y, z]_b - [y, z]_a + \int_a^b y\overline{l(z)}\, dx \tag{8}$$

alarıq. (8) düsturu istənilən iki $y, z \in D$ funksiyası üçün doğrudur.

Xassə 4. L_0 operatorunun D_0 tətin oblastı yalnız və yalnız bütün $z \in \boldsymbol{D}$ funksiyaları üçün ,

$$[y, z]_b - [y, z]_a = 0 \tag{9}$$

şərtini ödəyən $y \in D$ funksiyalarından ibarətdir.

L_0 operatoru qapalı operator olduğuna görə (6)-ə əsasən

$$L_0 = L_0^{**} = L_0^*$$

Ona görə də D_0 yalnız və yalnız bütün $z \in \boldsymbol{D}$ funksiyaları üçün

$$(y, Lz) = (Ly, z) \tag{10}$$

şərtini ödəyən $y \in D$ funksiyalarından ibarətdir. (8) düsturuna əsasən bu münasibət (9) münasibətinə ekvivalentdir.

Xassə 4 –ü aşağidakı qayda ilə gücləndirmək olar: L_0 operatorunun $\bar{\lambda}$ həqiqi olmayan ədədinə uyğun defekt altfəzasını $\mathfrak{I}_\lambda$ ilə işarə edək. $\mathfrak{I}_\lambda$ $l(y) - \bar{\lambda}y = 0$ tənliyinin

$$\wp = L^2(a, b)$$

fəzasına daxil olan bütün həlləri çoxluğudur.

Xassə 5. L_0 operatorunun D_0təyin oblastı yalnız və yalnız λ həqiqi olmayan ədədi qeyd olunduğu zaman bütün $\varphi \in \mathfrak{I}_\lambda + \mathfrak{I}_{\bar{\lambda}}$ funksiyaları üçün

$$[y, \varphi]_b - [y, \varphi]_a = 0 \tag{11}$$

şərtini ödəyən $y \in D$ funksiyalarından ibarətdir.

$\mathfrak{I}_\lambda + \mathfrak{I}_{\bar{\lambda}} \subset \boldsymbol{D}$ olduğundan, (11) şərti zəruridir.

Tərsinə, tutaq ki, (11) şərtləri ödənir; isbat edək ki, bu halda $y \in D_0$.

Xassə 4-ə əsasən (9) şərtinin ödəndiyini göstərmək kifayətdir.İstənilən $z \in D$ funksiyasını

$$z = y_1 + \varphi, \qquad y_1 \in D_0, \qquad \varphi \in \mathfrak{I}_\lambda + \mathfrak{I}_{\bar{\lambda}}$$

şəklində göstərmək olar. $y \in \boldsymbol{D}$, $y_1 \in D_0$ olduğuna görə Xassə 4-ə əsasən,

$$[y,y_1]_b - [y,y_1]_a = 0$$

Buradan və (11)-dən bilavasitə

$$[y,z]_b - [y,z]_a = 0$$

alınır.

Uc nöqtələrdən biri sinqulyar olduğu hal.

Əgər (a,b) intervalının uc nöqtələrindən birinin requlyar, ikincisinin isə sinqulyar olduğu məlumdursa, onda L_0 operatorunun sinqulyar olduğu halı daha da gücləndirmək olar.

Müəyyənlik üçün fərz edək ki,parçanın a ucu requlyar, b isə sinqulyardır. Əks hala isə analoji baxılır. Belə olduğu halda aşağıdakı xassə doğrudur.

Xassə 6. L_0 operatorunun D_0 təyin oblastı yalnız və yalnız

1. $y^{[k]}\big|_{x=a} = 0, \quad k = \overline{0,2n-1}$
2. $[y,z]_b = 0$ bütün $z \in D$-lər üçün

şərtlərini ödəyən $y \in D$ funksiyalarından ibarətdir.

Bu şərtlərin zəruriliyini isbat edək. Tutaq ki, $y \in D_0$ və tutaq ki, z funksiyası D-dən olub sonlu $[\alpha,\beta] \subset (a,b)$ intervalı xaricində sıfıra bərabərdir. Xassə $4-$ ə əsasən

$$[y,z]_b - [y,z]_a = 0$$

$[\alpha,\beta]$ intervalı xaricində $z(x) = 0$ olduğuna görə $[y,z]_b = 0$,ona görə də istənilən belə $z(x)$ funksiyası üçün

$$[y,z]_a = 0 \tag{12}$$

$x = a$ olduqda belə $z(x)$ funksiyasının və onun $z^{[k]}(x), k = \overline{1,2n-1}$ kvazitörəmələrinin qiymətləri istənilən cür ola bilər; Ona görə də (12) bərabərliyi yalnız və yalnız

$$y^{[k]}\big|_{x=a} = 0, \quad k = \overline{1,2n-1}$$

şərtləri ödəndikdə mümkündür.

Buradan ixtiyari $y \in D$ funksiyası üçün $[y,z]_a = 0$ alınır; Ona görə də (9) şərti istənilən $z \in \boldsymbol{D}$ funksiyası üçün $[y,z]_b = 0$ şəklinə düşür. Bununla da Xassə 6-nın 1. və 2. şərtlərinin zəruriliyi isbat olundu. Tərsinə,əgər bu şərtlər ödənirsə, onda (9) bərabərliyi doğrudur, deməli $y \in D_0$.

Xassə 5-ə əsasən yalnız bütün $z \in \mathfrak{I}_\lambda + \mathfrak{I}_{\bar{\lambda}}$ funksiyaları üçün $[y,z]_b = 0$ şərtinin ödənməsini tələb etməklə Xassə $6-$nın 2) şərtini yüngülləşdirmək olar.

Xassə 7. Uc nöqtələrdən biri requlyar, digəri sinqulyar olduğu halda L_0 operatorunun defekt indeksi $n \le m \le 2n$ olmaqla (m,m) şəklindədir.Xassə 2-nin isbatındakı kimi mühakimə aparmaqla alırıq ki, $n \le m$ bərabərsizliyini isbat etmək kifayətdir.Bunun üçün

$$D = D_0 + \mathfrak{I}_\lambda + \mathfrak{I}_{\bar{\lambda}} \tag{13}$$

düz cəmə ayrılışından istifadə etmək olar.

Bu ayrılışa əsasən $\boldsymbol{D}$- nin D_0 moduluna nəzərən xətti asılı olmayan elementlərinin maksimal sayı $2m$-ə bərabərdir. Ona görə də $\boldsymbol{D}$- də D_0 moduluna nəzərən xətti asılı olmayan $2n$ sayda elementin mövcudluğunu göstərmək kifayətdir; doğrudan da bu halda $2n$ ədədi $\boldsymbol{D}$-dən olub D_0 moduluna nəzərən xətti asılı olmayan elementlərinin maksimal sayını aşmır, yəni $2n \le 2m$. Lakin həmin $2n$ element $\boldsymbol{D}$-dən olub

$$\det\left(y_\mu^{[\nu-1]}(a)\right) \neq 0 \tag{14}$$

şərtlərini ödəyən istənilən $y_1, y_2, \dots, y_{2n}$ elementləri ola bilər. Doğrudan da, əgər

$$c_1 y_1 + c_2 y_2 + \cdots + c_{2n} y_{2n} \in D_0$$

olarsa, onda Xassə 6-nın 1) şərtinə əsasən

$$c_1 y_1^{[k]}(a) + c_2 y_2^{[k]}(a) + \cdots + c_{2n} y_{2n}^{[k]}(a) = 0, \qquad k = \overline{0,2n-1}$$

olmalıdır.

$c_1, c_2, \dots, c_{2n}$ -ə nəzərən bu bircins tənliklər sistemi yalnız $c_1 = c_2 = \cdots = c_{2n} = 0$ trival həllinə malikdir, çünki (14)- ə əsasən bu sistemin determinantı sıfırdan fərqlidir.

Hər iki uc nöqtəsi sinqulyar olduğu hal üçün L_0 operatorunun defekt indeksi təyin edilməsini uc nöqtələrdən biri sinqulyar olduğu hala gətirmək olar. Doğurdan da, tutaq ki, c (a,b) intervalının ixtiyari nöqtəsidir. L_0^- və L_0^+ ilə uyğun olaraq (a,c) və (c,b) intervallarında eyni bir $l(y)$ diferensial ifadəsinin doğurduğu L_0 operatorunu işarə edək. Aşkardır ki, L_0^-və L_0^+ operatorları artıq uyğun olaraq bir $x = a$ və $x = b$ sinqulyar uc nöqtəyə malik operatorlar olacaqdır.

Xassə 8. L_0 operatorunun $\operatorname{def} L_0$ defekt ədədi

$$\operatorname{def} L_0 = \operatorname{def} L_0^- + \operatorname{def} L_0^+ - 2n$$

düsturu ilə təyin olunur.

İsbat: $f \in D'$ funksiyaları üzərinə əlavə olaraq

$$f^{[v]}(c) = 0,\ v = \overline{0,2n-1} \tag{16}$$

şərtlərini qoymaqla L_0' operatorunu məhdudlaşdıraq.

Nəticədə alınmış operatoru A' ilə, onun qapanmasını isə A ilə işarə edirik. Aşkardır ki, qapanma zamanı bütün $f \in \boldsymbol{D_A}$ funksiyaları üçün (16) şərtləri saxlanılır, ona görə də $\boldsymbol{D_{L_0}}$- da, sıfır kombinasiyasından başqa heç bir kombinasiyası $\boldsymbol{D_A}$-ya daxil olmayan $2n$ sayda xətti asılı olmayan funksiya mövcuddur. Bu o deməkdir ki,

$$dim_{D_A}\, \boldsymbol{D}_{L_0} = 2n$$

deməli,

$$defA = def\, L_0 + 2n$$

Digər tərəfdən A operatoru L_0^- və L_0^+ operatorlarının düz cəmidir və ona görə də

$$\mathrm{def}\, A = \mathrm{def}\, L_0^- + def L_0^+$$

Son iki bərabərliyi müqayisə etsək (15) düsturunu alarıq.

Ədəbiyyat

1. Наймарк М. А. Линейные дифференциальные операторы. М.: Наука, 1969.
2. Данфорд. Н., Швору Дж.Т. Линейные операторы. Спектральная теория. М.: Мир, 1976.
3. Гельфанд И.М. Лекции по линейной алгебре. М.: Hayka, 1971.

РЕЗЮМЕ

ОПЕРАТОР L_0 , ПОРОЖДЕННЫЙ САМОСОПРЯЖЁННЫМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ ВЫРАЖЕНИЕМ В СИНГУЛЯРНОМ СЛУЧАЕ

Намазова Н. М

Ключевые слова: *самосопряженное дифференциальное выражение, индекс дефекта, сингулярность, максимальное многообразие*

Рассмотрен сингулярный случай оператора, порожденного самосопряженным дифференциальным выражением. Если один из концов сингулярный, рассматривается оператор, порожденный самосопряженным дифференциальным выражением. Если один из концов регулярный, а другой сингулярный, исследуется индекс дефекта оператора L_0.

SUMMARY

L_0 OPERATOR MADE OF SELF –JOINT DIFERENTIAL EXPRESSIONS IN SINGULAR CASE

Namazova N.M.

Key words: *self-joint differential expression, defect index, singular, maximal poly figurative*

Singular form of operator made of self-joint differential expression was stated. The operator made of self-joint differential expression was explained in case of having one of the singular apex points. Defect index of L_0 operator was searched in case of having either one of the regular or singular apex points.

BİR SEMİ-MARKOV DOLAŞMA PROSESİNİN SƏRHƏD FUNKSİONALININ MOMENTLƏRİNİN TAPILMASI

Nəsirova T.H., İbayev E.A., Ömərova K.K.

İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

elshanibayev@gmail.com , omarovakonulk@gmail.com

Açar sözlər: *doğuran funksiya, təsadüfi kəmiyyət, semi-Markov dolaşma prosesi, kəsr tərtib diferensial tənlik.*

İşdə mənfi sıçrayışlı, müsbət axınlı semi-Markov dolaşma prosesi tədqiq olunmuşdur. Birinci dəfə "0" səviyyəsinə çatmaq üçün atılan addımlar sayı adlanan təsadüfi kəmiyyət daxil edilmişdir. Daxil edilmiş təsadüfi kəmiyyətin doğuran funksiyası üçün inteqral tənlik qurulmuşdur. Qurulmuş inteqral tənlik xüsusi paylanmalar sinfində kəsr tərtib sabit əmsallı diferensial tənliyə gətirilir.

Tutaq ki, (Ω, F, P) ehtimal fəzasında $\{\xi_k, \zeta_k\}_{k\geq 1}$ əsadüfi kəmiyyətlərin cütləri ardıcıllığı verilmişdir. Belə ki, ξ_k və ζ_k, $k = \overline{1,\infty}$ müsbət, asılı olmayan təsadüfi kəmiyyətlərdir. Bu təsadüfi kəmiyyətlərdən istifadə edərək, aşağıdakı semi-Markov dolaşma prosesini quraq:

$$X_z(t)=z+t-\sum_{i=0}^{k-1}\zeta_i,\quad \text{əgər}\quad \sum_{i=0}^{k-1}\xi_i\le t<\sum_{i=0}^{k}\xi_i,\quad k=\overline{1,\infty},$$

burada $\xi_0=\zeta_0=0$. $X_z(t)$ prosesi mənfi sıçrayışlı, müsbət axınlı semi-Markov dolaşma prosesi adlanır.

Aşağıdakı kimi təsadüfi kəmiyyət daxil edək:

$$\nu_1^0=\min\left\{k: z+\sum_{i=1}^{k}(\xi_i-\zeta_i)\le 0\right\}.$$

ν_1^0 (sərhəd funksionalı) baxılan prosesin birinci dəfə sıfır səviyyəsinə çatma anına qədər atılan addımlar sayıdır.

Bu işdə əsas məqsəd ν_1^0-ın şərti paylanmasının doğuran funksiyasından istifadə edərək momentləri tapmaqdan ibarətdir.

Məlumdur ki, ν_1^0-ın şərti paylanmasının doğuran funksiyası aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$\psi(u\,|\,z)=E\left(u^{\nu_1^0}\,\middle|\,X_z(0)=z\right)=\sum_{k=1}^{\infty}u^k P\left\{\nu_1^0=k\middle|X_z(0)=z\right\}\quad 0<u\le 1.$$

Tam ehtimal düsturundan istifadə etsək alarıq:

$$\begin{aligned}\psi(u|z)&=uP\{z+\xi_1-\zeta_1\le 0\}+\\&+u\int_{y=0}^{\infty}\psi(u|y)P\{z+\xi_1-\zeta_1>0;\,z+\xi_1-\zeta_1\in dy\}\end{aligned}\tag{1}$$

(1) tənliyini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\begin{aligned}\psi(u|z)&=u\int_0^{\infty}P\{\zeta_1>z+x\}p_{\xi_1}(x)dx-\\&-u\int_z^{\infty}\psi(u|y)\int_{y-z}^{\infty}p_{\xi_1}(s)p_{\zeta_1}(z+s-y)dsdy-\\&-u\int_0^{z}\psi(u|y)\int_0^{\infty}p_{\xi_1}(s)p_{\zeta_1}(z+s-y)dsdy.\end{aligned}\tag{2}$$

Fərz edək ki, ξ_1 təsadüfi kəmiyyəti $\alpha>0$ və $\beta>0$ parametrli Qamma paylanmasına, ζ_1 təsadüfi kəmiyyəti isə μ parametrli eksponensial paylanmaya malik təsadüfi kəmiyyətlərdir:

$$\rho_{\xi_1}(x)=\begin{cases}\dfrac{\beta^{\alpha}}{\Gamma(\alpha)}\cdot x^{\alpha-1}e^{-\beta x},\ x>0,\\0,\ x\le 0.\end{cases}\qquad \rho_{\zeta_1}(x)=\begin{cases}\mu e^{-\mu x},\ x\ge 0,\\0,\ x<0,\end{cases}$$

Bu paylanmalar sinfində (2) inteqral tənliyi aşağıdakı şəkildə yazılır:

$$\begin{aligned}\psi(u|z)&=\frac{u\beta^{\alpha}e^{-\mu z}}{\Gamma(\alpha)}\int_0^{\infty}e^{-(\mu+\beta)x}x^{\alpha-1}dx-\\&-\frac{u\mu\beta^{\alpha}e^{-\mu z}}{\Gamma(\alpha)}\int_z^{\infty}e^{\mu y}\psi(u|y)\int_{y-z}^{\infty}e^{-(\mu+\beta)s}s^{\alpha-1}dsdy-\\&-\frac{u\mu\beta^{\alpha}e^{-\mu z}}{\Gamma(\alpha)}\int_0^{z}e^{\mu y}\psi(u|y)\int_0^{\infty}e^{-(\mu+\beta)s}s^{\alpha-1}dsdy.\end{aligned}\tag{3}$$

(3) tənliyi üzərində müəyyən çevirmələr aparmaqla

$$e^{-\beta z}\psi'(u|z)+\mu e^{-\beta z}\psi(u|z)=-\frac{\beta^{\alpha}\mu u}{\Gamma(\alpha)}\int_z^{\infty}e^{-\beta y}\psi(u|y)(y-z)^{\alpha-1}dy.\tag{4}$$

tənliyini alırıq.

Aşağıdakı kimi işarələmə qəbul edək:

$$Q(u|z) = e^{-\beta z}\psi(u|z) \tag{5}$$

Onda (4) tənliyindən alarıq:

$$Q'(u|z) + (\mu+\beta)Q(u|z) + \frac{\beta^{\alpha}\mu u}{\Gamma(\alpha)}\int_{z}^{\infty} Q(u|y)(y-z)^{\alpha-1}\,dy = 0. \tag{6}$$

Məlumdur ki, Veyl mənada kəsr tərtib inteqral aşağıdakı kimi verilir:

$$I^{\alpha}(Q(u|z)) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)}\int_{z}^{\infty} Q(u|y)(y-z)^{\alpha-1}dy.$$

Sonuncu bərabərliyi (6) tənliyində nəzərə alsaq aşağıdakı tənliyi alarıq:

$$Q'(u|z) + (\mu+\beta)Q(u|z) + \beta^{\alpha}\mu u I^{\alpha}(Q(u|z)) = 0. \tag{7}$$

(7) tənliyinin hər iki tərəfinə Veyl mənada α tərtib kəsr törəməni tətbiq edək.Onda aşağıdakı tənliyi alarıq:

$$D_z^{\alpha+1}(Q(u|z)) + (\mu+\beta)D_z^{\alpha}(Q(u|z)) - \mu\beta^{\alpha}uQ(u|z) = 0.$$

Bu tənliyin həllindən istifadə edərək ν_1^0 -nin şərti paylanmasının riyazi gözləməsini və dispersiyasını hesablaya bilərik.

Ədəbiyyat

1. Borovkov A.A. “On the Asymptotic Behavior of the Distributions of First-Passage,” Mathematics and Statistics, Vol. 75, No. 1, 2004, pp. 24-39.doi:10.1023/B:MATN.0000015019.37128.cb.
2. R. Metzler and J. Klafter, The random walk’s guide to anomalous diffusion: a fractional dynamics approach. Phys Rep. 339(1), 2000, 1-77.
3. Насирова Т.И. Процессы полумарковского блуждания. Баку, Элм, 1984, 163 с.
4. T. A. Aliyeva, K. M. Cafarov. The distribution of the first moment of escaping of a condition zero point of the process of semi-Markov random walk with positive and negative drifts, with delaying screein zero point // Mathematics, International ecoenergy academy, 1. 2004, p. 15-20.

РЕЗЮМЕ

НАХОЖДЕНИЯ МОМЕНТОВ ГРАНИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛА ОДНОГО ПРОЦЕССА ПОЛУМАРКОВСКОГО БЛУЖДАНИЯ

Насирова Т.И., Ибаев Э.А., Омарова К.К.

Ключевые слова: *производящая функция, случайная величина, процесс полумарковского блуждания, дифференциальные уравнения дробного порядка.*

В данной работе исследован процесс по лумарковского блуждания с отрицательным скачком и положительным сносом. Первый раз была введена случайная величина, называемая число шагов, предпринятых для достижения уровня «нуль». Построено интегральное уравнение для введенной случайной величины. Построенное интегральное уравнение в частном классе распределений приводится в дифференциальное уравнение дробного порядка с постоянными коэффициентами.

SUMMARY

FINDING THE MOMENTS OF THE BOUNDARY FUNCTIONAL DISTRIBUTION OF A SEMI-MARKOV RANDOM WALK PROCESS

Nasirova T. I., Ibayev E. A., Omarova K.K.

Keywords: *generating function, random variable, semi-Markov random walk process, fractional order differential equation*

In this paper, the semi-Markov random walk processes with positive drift and negative jumps is investigated. The random variable – the numbers of the steps for the first moment of reaching condition “0” is introduced. Integral equation for the generating function of the distribution of this random variable is obtained. The Integral equation is reduced to a fractional order differential equation with constant coefficients.

HEURISTIC ALGORITHM FOR SOLVING TRAVELLING SALESMAN PROBLEM: ADDING VERTEX TO QUADRILATERAL CENTER

Nuriyeva F.

[1]*Dokuz Eylul University, Department of Computer Science, Izmir, Turkey*

nuriyevafidan@gmail.com

Keywords: *travelling salesman problem, heuristics, insertion heuristic, nearest neighbor, greedy method*

In this study, a method based on the Insertion Heuristic is proposed to solve the Travelling Salesman Problem. In the proposed method, firstly, four vertices that are further from each other are selected and a quadrilateral initial tour passing through these vertices is created. Then this tour is extended to the tour that passes through all verties in two options: in the first case, the furthest and in the second case, the nearest vertices are added to the initial tour, respectively and two different tours are generated. The best of these two solutions is considered as the final solution. Computational experiments were performed with the proposed method. The results of these computational experiments show that the proposed method is efficient.

INTRODUCTION

Travelling Salesman Problem (TSP) is one of the well-known combinatorial optimization problems studied in the fields of operations research and computer science [1]. TSP can be defined as given a set of cities and the cost of travel (or distance) between each possible pairs, the aim of the problem is to find the most optimal way of visiting all the cities and returning to the starting point that minimize the travel cost (or travel distance).

In a graph theory, the problem can be stated as to find the shortest Hamiltonian cycle from a complete weighted graph, G (V, E), where V is the set of vertices, and E is the set of edges, also a distance matrix D = (d_{ij}) associated with E. The distance from one city to another is same as its reverse order i.e., $d_{ij} = d_{ji}$ for the symmetric problem, whereas the asymmetric problem corresponds to the case with $d_{ij} \neq d_{ji}$ for at least one edge in E. In this study we consider a symmetric TSP [3].

Nearest Neighbor, Greedy Method and Insertion Heuristic is a well known heuristic approaches for solving TSP.

Nearest Neighbor (NN) is the simplest and the most straightforward algorithm for solving TSP. The key to this approach is to always visit the closest city [2, 4].

The Greedy method for solving TSP constructs a tour by repeatedly selecting the shortest edge and adding it to the tour as long as it doesn't create a cycle with less than N edges, or increases the degree of any node to more than 2. We must not add the same edge twice.

Insertion heuristics are quite straight forward, and there are many variations of this algorithm. The basics of insertion heuristics is to start with a tour of a subset of all cities, and then inserting the rest by some heuristic. The initial sub tour is often a triangle. One can also start with a single edge as sub tour.

In this study, an algorithm based on the insertion heuristic is proposed to solve the TSP. In the proposed algorithm, firstly the four vertices that are furthest from each other are determined. Then, initial quadrilateral tour passing through these four vertices is generated. After that, two options are proposed to generate the tour. One of them is adding the furthest vertices from the center and the other one is adding the vertices nearest to the center to the current tour. The best result out of these two options is chosen as the final solution.

MATHEMATICAL FORMULATION OF THE PROBLEM

According to the definition of the symmetric TSP, its mathematical description is as follows [1].

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{if the traveller goes from city } i \text{ to city } j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

d_{ij} : Travel distance from city i to city j

n : Number of cities

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} d_{ij}x_{ij} \rightarrow min \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1, j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1; \forall i, j = 1, 2, \dots, n; i \neq j; u_k \geq 0; \forall k = 1, 2, \dots, n; \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}; i, \ j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

The objective function (1) aims to minimize the total cost of the tour. Constraint (2) says that we arrive at city j from exactly one other city. Equation (3) says that we leave city i to go to exactly one other city. Constraint (4) is sub tour elimination constraint. Finally, constraint (5) impose binary conditions on the variables.

DETERMINING THE CENTER AND GENERATING THE INITIAL TOUR

Let G = (V, E) be our graph, V be a set of vertices and E be a set of edges [V] = n.

The steps of the algorithm are given below:

1. Determine the center $O(x, y)$ with following formulas $x = (\sum_{i=1}^{n} x_i)/n$, $y = (\sum_{i=1}^{n} y_i)/n$.
2. Select the vertex furthest from the center. Let this point be $A_1(x_1,y_1)$.
3. Choose the vertex furthest from A_1. Let it be $A_2(x_2,y_2)$. (the edge that has longest distance from vertex A_1).
4. Choose the vertex furthest from the vertices A_1 and A_2. Let this vertex be $A_3(x_3,y_3)$. (Here, it is desired that A_1A_3 be approximately equal to A_3A_2 and $(A_1A_3 + A_3A_2) - (A_1A_3 - A_3A_2) = max$. In order to select the vertex A_3 that meets these conditions, the furthest vertices from O should be tried).
5. Choose the vertex furthest from A_1, A_2 and A_3. Let this vertex be $A_4(x_4,y_4)$. (For this step, the edge that has longest distance from vertex A_3 is selected. Here, A_1A_4 should be approximately equal to A_4A_2 and $(A_1A_4 + A_4A_2 + A_3A_4) - (A_1A_4 - A_4A_2) = max$).
6. Generate the initial tour $A_1A_3A_2A_4A_1$ passing through these four vertices for the given graph. (For this step, the vertex A_3 is connected with A_1 and A_2, and then A_4 is connected with A_1 and A_2, thus we get tour $A_1A_3A_2A_4A_1$). Then, delete the vertices A_1, A_2, A_3, A_4 from the set V. ($k = 5$)

FINDING THE SOLUTION BY ADDING THE VERTICES FURTHEST FROM THE CENTER

The steps of the algorithm are given below:

1. Find the city that is not in the sub tour and furthest from the center. Let this city be A_k.
2. Find the edge (A_l, A_m) in the tour with endpoints (A_l) and (A_m) where the difference between the sum of the distances between the end points and the length of the edge (A_l, A_m) is minimized for the city (A_k) to be added.
   This edge (A_l, A_m) is deleted from the tour and the edges A_lA_k and A_kA_m are added. Here, the vertex A_k is selected from the condition $A_lA_k + A_kA_m - A_lA_m = min$. Delete the vertex A_k from the set of V $(k = k + 1)$.
3. Go to step 1 until there are no more cities to add $(k > n)$.
4. Stop.

FINDING THE SOLUTION BY ADDING THE NEAREST VERTICES FROM THE CENTER

The steps of the MU Algorithm are given below:

1. Find the nearest city from the center which is not in the sub tour. Let this city be A_k.
2. Find the edge (A_l, A_m) in the tour with endpoints (A_l) and (A_m) where the difference between the sum of the distances between the end points and the length of the edge (A_l, A_m) is minimized for the city (A_k) to be added.
   This edge (A_l, A_m) is deleted from the tour and the edges A_lA_k and A_kA_m are added. Here, the vertex A_k is selected from the condition $A_lA_k + A_kA_m - A_lA_m = min$. Delete the vertex A_k from the set of V $(k = k + 1)$.
3. Go to step 1 until there are no more cities to add (ie $k > n$).
4. Stop.

COMPUTATIONAL EXPERIMENTS

The experimental results of 15 different TSP instances are presented in Table. The algorithm proposed in this study is a promising heuristic technique that provides solutions within a reasonable computational time. In this research, two well known algorithms such as Nearest Neighbor and Greedy Method are considered to compare the results of the proposed algorithm. The comparison results of the proposed algorithm with Nearest Neighbor and Greedy Method for the 15 selected symmetric instances are presented in Table. Cells coloured with gray is the best solutions for given problem. Last column of the table represents best solution out of two options of the proposed algorithm and coloured with green if it is the best solution and coloured with orange if it is the second best solution for the given problem.

Table.

Computational Experiments

G	Optimal	NN Time(s)	Greedy Time(s)	Quadliteral furthest	Quadliteral nearest	Best Solution get with proposed algorithm
ulysses16	74.108	78.127	88.923	74.922775 0.000000	74.826965 0.000000	74.826965 0.000000
ulysses22	75.665	86.906	89.436	76.150269 0.000000	76.185715 0.000000	76.150269 0.000000

eil51	426	505.774 0.016	481.518 0.125	546.630310 0.000000	516.005432 0.000000	516.005432 0.000000
st70	675	761.689 0.000	746.044 0.485	825.801270 0.000000	783.560181 0.000000	783.560181 0.000000
kroC100	20749	23566.403 0.015	25313.671 2.610	23150.091797 0.000000	22697.845703 0.000000	22697.845703 0.000000
eil101	629	736.368 0.015	789.112 2.609	760.598450 0.000000	727.182983 0.000000	727.182983 0.000000
pr107	44303	46678.154 0.016	48261.816 2.109	47320.218750 0.000000	47523.304688 0.000000	47320.218750 0.000000
ch130	6110	7198.741 0.016	7142.045 7.688	7514.743652 0.000000	7075.195801 0.000000	7075.195801 0.000000
kroA150	26524	31482.020 0.047	31442.994 11.094	30883.306641 0.000000	29690.337891 0.000000	29690.337891 0.000000
rat195	2323	2628.561 0.109	2957.176 29.719	2839.092285 0.000000	2856.108643 0.015000	2839.092285 0.000000
kroA200	29368	34547.691 0.125	37650.812 45	38699.324219 0.015000	37073.945313 0.000000	37073.945313 0.000000
ch150	6528	7078.444551 0.015000	7631.288086 4.187000	8235.477539 0.000000	8325.479492 0.000000	8235.477539 0.000000
pr226	80369	92552.742645 0.031000	89949.671875 19.158001	92121.414063 0.000000	94763.398438 0.000000	92121.414063 0.000000
pr264	49135	54491.481781 0.062000	55897.992188 30.385000	55767.066406 0.000000	55147.523438 0.000000	55147.523438 0.000000
pr299	48191	58288.147527 0.078000	59405.507813 71.565002	56500.800781 0.000000	56841.265625 0.015000	56500.800781 0.000000

CONCLUSION

In this study, heuristic approach based on insertion heuristic is proposed for solving TSP. Computational experiments have been made using benchmarks from the TSPLIB [5] and have been compared with Nearest Neighbor Algoirthm and Greedy Method. The experimental data reveals that the proposed heuristic exhibits good performance on some of the examined instances.

References

1. Johnson, D. S. and McGeoch, L. A. The Traveling Salesman Problem: A Case Study, Local Search in Combinatorial Optimization. John Wiley & Sons, 1997, p. 215-310.
2. Kızılateş G., Nuriyeva F., On the Nearest Neighbour Algorithms for the Traveling Salesman Problem. Advances in Computational Science. Engineering and Information Technology. Springer, London/Berlin, Berlin, 2013, p.111-118,
3. Lawler, E. L., Lenstra, J. K., Rinnoy, Kan A. H. G., Shmoys D. B. The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization, John Wiley & Sons. 1986.
4. Reinelt, G. The Traveling Salesman: Computational Solutions for TSP Applications. Springer-Verlag, Germany, 1994.
5. TSPLIB, http://comopt.ifi.uni-heidelberg.de/software/TSPLIB95/

XÜLASƏ

SƏYYAR SATICI PROBLEMİNİN HƏLLİ ÜÇÜN EVRİSTİK ALQORİTM: DÖRDBUCAĞIN MƏRKƏZİNƏ VERTEX ƏLAVƏ ETMƏK

Nuriyeva F.

Açar sözlər: *tacir problemi, evristik algoritm, əlavətmə evristiyi, ən yaxın qonşu, acgöz üsul*

Bu işdə tacir problemini həll etmək üçün əlavətmə evristiyinə əsaslanan üsul təklif edilmiştir. Təklif edilən üsulda əvvəlcə bir-birilərindən ən uzaq dörd təpə nöqtəsi seçilərək bu nöqtələrdən keçən dördbucaqlı başlanğıc marşrut təşkil olunur. Sonra bu marşrut iki yolla bütün təpələrdən keçən marşruta qədər genişləndirilir: birinci halda ən uzaq və ikinci halda isə ən yaxın təpələr sırası ilə başlanğıc marşruta əlavə edilərək iki fərqli həll tapılır. Bu iki həldən ən yaxşısı son həll olaraq qəbul edilir. Təklif olunan üsul ilə hesablama eksperimentləri edilmişdir. Bu hesablama eksperimentlərinin nəticələri təklif edilən üsulun effektiv olduğunu göstərir.

РЕЗЮМЕ

ЭВРИСТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОММИВОЯЖЕРА: ДОБАВЛЕНИЕ ВЕРШИНЫ К ЦЕНТРУ ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНИКА

Нуриева Ф.

Ключевые слова: *задача коммивояжера, эвристический алгоритм, эвристика добавления, ближайший сосед, жадный метод.*

В этой работе для решения задачи коммивояжера предлагаются алгоритмы, основанные на эвристике добавления. В предлагаемом методе сначала определяются 4 вершины, наиболее удаленные друг от друга и создается четырехстороний стартовый маршрут, проходящий через эти точки. Существующий маршрут затем расширяется двумя способами: в первом случае к существующему маршруту добавляются самые дальние точки, а во втором — самые близкие. Для предложенного алгоритма были проведены вычислительные эксперименты. Данные вычислительных экспериментов показывают, что предложенный алгоритм работает эффективно.

SÜZÜLMƏ PARAMETRLƏRİNİN QİYMƏTLƏRİNİN VƏ SABİTLİK OBLASTLARININ SƏRHƏDLƏRİNİN TƏYİNİ MƏSƏLƏSİNİN HƏLLİNƏ YANAŞMA

Rəhimov A.B.
İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
anar_r@yahoo.com

Açar sözlər: *şəbəkə strukturlu məsələ, parametrik identifikasiya, süzülmənin riyazi modeli, funksionalın qradiyenti, optimallaşdırma üsulları, ədədi üsullar.*

İşdə neftin süzülmə prosesinin ikiölçülü riyazi modelinin parametrlərinin təyini məsələsinin ədədi həllinə yanaşma təklif olunur. İdentifikasiya olunan parametrlər hissə-hissə sabit funksiyalar sinfindəndir. Parametrlərdən başqa bu əmsalların sabitlik sərhədləri də identifikasiya olunur. Yanaşma ilkin məsələnin sonluölçülü şəbəkə struturlu optimallaşdırma məsələsinə gətirilməsinə əsaslanır və diskretləşdirilmiş məsələnin funksionalının qradiyentinin optimallaşdırılan parametrlərə görə ifadəsi alınmışdır ki, bu da birinci tərtib optimallaşdırma üsullarını tətbiq etməyə imkan verir.

İşdə fərz olunur ki, neft yatağı üfiqi, birfazalıdır, neft zəif sıxılmaya malikdir, neftin süzülməsi prosesini isə ikiölçülü qəbul etmək olar [1]. Məsaməli mühitdə baxılan süzülmə prosesinin riyazi modeli aşağıdakı parabolik tip tənliyə nəzərən başlanğıc-sərhəd məsələsi ilə kifayət qədər adekvat təsvir olunur [1]:

$$b(x,y)\frac{\partial p}{\partial t} - \operatorname{div}(a(x,y)\operatorname{grad} p) + \\ + \sum_{l=1}^{N} q_l(t)\delta\left(x-x^l, y-y^l\right) = 0, \quad (x,y)\in D, \quad t\in(0,T], \tag{1}$$

$$p(x,y,0) = p_0(x,y), \quad (x,y)\in D,$$
$$p(x,y,t)|_{(x,y)\in\Gamma_1} = \varphi(x,y,t),$$
$$\left.\frac{dp(x,y,t)}{dn}\right|_{(x,y)\in\Gamma_2} = \psi(x,y,t), \quad t\in(0,T], \tag{2}$$

$$a(x,y) = \sigma(x,y)H(x,y)/\mu, \qquad b(x,y) = H(m_0\beta_l + \beta_m).$$

Burada $p = p(x,y,t)$ – $(x,y)\in D$ nöqtəsində və t zaman anında təzyiq sahəsini təyin edən funksiya; $D \subset E^2$ – süzülmə oblastı; $\Gamma = \Gamma_1 \cup \Gamma_2$, $\Gamma_1 \cap \Gamma_2 = \varnothing$ – D oblastının sərhədi; $p_0(x,y)$, $\varphi(x,y,t)$, $\psi(x,y,t)$ – məsələnin başlanğıc-sərhəd şərtlərini təyin edən, verilmiş kifayət qədər hamar funksiyalar; $\sigma(x,y)$ – keçiricilik əmsalı; $H(x,y)$ – $(x,y)\in D$ nöqtəsində yatağın gücü; μ – neftin özlülük əmsalı; m_0 – məsaməlilik əmsalı; β_l, β_m – uyğun olaraq mayenin və məsaməli mühitin sıxıla bilmə əmsalı; N – quyuların ümumi sayı; (x^l, y^l) və $q_l(t)$ – uyğun olaraq l-ci quyunun koordinatı və debiti, belə ki, neft çıxarılan quyular üçün $q_l(t) > 0$, neft vurulan quyular üçün isə $q_l(t) < 0$, $l = 1, \ldots, N$; $\delta(\cdot,\cdot)$ – ikiölçülü Dirak funksiyasıdır.

Fərz edək ki, D oblastı mğəyyən qayda ilə $y = d^{\tau}(x, \mathbf{A}^{\tau})$, $\tau = 1, \ldots, s$ əyrilərilə bir-birilə kəsişməyən D_j, $j = 1, \ldots, \nu$ oblastları na bülğnğb, daha doğrusu,

$$D = \bigcup_{j=1}^{\nu} D_j, \quad D_j \cap D_i = \emptyset, \quad j \neq i,$$
$$D_j = \left\{ (x,y)\in D : y - d^{\tau_i}(x, \mathbf{A}^{\tau_i}) \le 0, \ i = 1, \ldots, m_j \right\}, \tag{3}$$
$$d^{\tau}(x, \mathbf{A}^{\tau}) = \sum_{r=1}^{L} A_r^{\tau}\xi_r(x), \quad \tau = 1, \ldots, s; \quad i,j = 1, \ldots, \nu.$$

Keçiriciliyin identifikasiya olunan əmsalları hər bir altobastlarda aşağıdakı şəkildə təyin olunan verilmiş funksiyalar sinfinə daxildir:

$$\sigma(x,y) = \sigma_j(x,y),$$
$$\sigma_j(x,y) = \sum_{i=1}^{K} c_i^j \chi_i(x,y), \qquad (x,y) \in D_j, \quad j = 1, \ldots, \nu. \tag{4}$$

Burada $\mathbf{A} = (\mathbf{A^1}, \ldots, \mathbf{A^s}) = (A_1^1, \ldots, A_L^1, \ldots, A_1^s, \ldots, A_L^s)$ və $\mathbf{C} = (\mathbf{C^1}, \ldots, \mathbf{C^\nu}) = (c_1^1, \ldots, c_K^1, \ldots, c_1^\nu, \ldots, c_K^\nu)$ –. keçiriciliyin əmsallarını və onların sabit olduğu altoblastların sərhədlərini təyin edən funksiyaların identifikasiya olunan parametrləridir; D_j oblastlarını təyin edən $d^\tau(x, \mathbf{A^\tau})$ funksiyaları identifikasiya olunan $\mathbf{A^\tau}$ parametrlərinin qiymətlərindən asılı, verilmiş şəklə malik, kifayət qədər hamar və $x = \hat{d}^\tau(y, \mathbf{A^\tau})$ tərs funksiyasına malik funksiyalardır, $j = 1, \ldots, \nu$, $\tau = 1, \ldots, s$; c_i^j, $i = 1, \ldots, K$, $j = 1, \ldots, \nu$ sabit əmsalları $D_j, j = 1, \ldots, \nu$ oblastında $\sigma(x,y)$ keçiricilik funksiyasını təyin edir; $\chi_i(x,y)$, $i = 1, \ldots, K$, $\xi_r(x)$, $r = 1, \ldots, L$ – verilmiş bazis funksiyalardır.

Fərz edək ki, aparılan müşahidə hesabına quyuların hamısında və ya müəyyən hissəsində təzyiqin qiyməti məlumdur:

$$\hat{p}_l(t) = p\left(x^l, y^l, t\right), \qquad l \in Q \subseteq \{1, \ldots, N\}, \quad t \in [0, T], \tag{5}$$

burada Q – müşahidə aparılan quyuların çoxluğudur.

Məsələ (1)-(5) şərtlərindən $\mathbf{A}$ və $\mathbf{C}$ parametrlərinin elə qiymətlərini tapmaqdan ibarətdir ki, müşahidə aparılan quyularda (1)-(4) başlanğıc-sərhəd məsələsinin həllindən alınan təzyiqin hesablanmış qiymətləri ölçmə nəticəsində alınmış qiymətlərə yaxın olsun. Bu məqsədlə aşağıdakı kimi funksional daxil edirik:

$$I(\mathbf{A}, \mathbf{C}) = \sum_{l \in Q} \int_0^T \left[p\left(x^l, y^l, t; \mathbf{A}, \mathbf{C},\right) - \hat{p}_l(t)\right]^2 dt + \varepsilon_1 \|\mathbf{A}\|^2 + \varepsilon_2 \|\mathbf{C}\|^2, \tag{6}$$

burada $p(x, y, t; \mathbf{A}, \mathbf{C})$ – $\mathbf{A}$ və $\mathbf{C}$ parametrlərinin qiymətlərinə uyğun (1)-(4) başlanğıc-sərhəd məsələsinin həllindən təzyiqin qiymətini təyin edən funksiya; $\|\cdot\|$ – uyğun sonluölçülü fəzalarda Evklid norması; $\varepsilon_1, \varepsilon_2 > 0$ – funksionalın tənzimlənmə parametrləridir.

(1), (2) məsələsində, (3)-(5) şərtlərində və (6) funksionalında iştirak edən $\mathbf{A}$ və $\mathbf{C}$ parametrlərindən başqa bütün sabit və funksiyalar verilmiş hesab edilir.

Fərz edək ki, hər bir qeyd olunmuş mümkün $\mathbf{A}$ və $\mathbf{C}$ parametrlərinin qiymətləri üçün (1), (2) sərhəd məsələsinin həlli var və yeganədir.

$\mathbf{A}$ və $\mathbf{C}$ parametrlərinin təyininə görə (1)-(6) məsələsinə, ümumi halda, paylanmış parametrli sistemlər üçün parametrik optimal idarəetmə məsələsi kimi baxmaq olar. Belə olan halda optimallaşdırılan parametrlər ümümu ölçüsü $(Ls + K\nu)$ olan aşağıdakı sonluölçülü vektorlardır:

$$\mathbf{A} = (A_1^1, \ldots, A_L^1, \ldots, A_1^s, \ldots, A_L^s) \in E^{Ls},$$
$$\mathbf{C} = (c_1^1, \ldots, c_K^1, \ldots, c_1^\nu, \ldots, c_K^\nu) \in E^{K\nu}. \tag{7}$$

(1)-(6) məsələsinin ədədi həlli üçün onun xüsusi strukturlu sonluölçülü optimallaşdırma məsələsinə gətirilməsinə əsaslanan yanaşma istifadə olunur [2-5]. Hər hansı sonlu fərqlər aproksimasiyasını bütün məsələyə tətbiq etdikdən sonra sonluölçülü riyazi proqramlaşdırma məsələsini alırıq. Sonra alınmış riyazi proqramlaşdırma məsələsini həll etmək, yəni $\mathbf{A}$ və $\mathbf{C}$ parametrlərini təyin etmək üçün optimallaşdırmanın birinci tərtib ədədi üsullarından, xüsusi halda, qradiyent üsulundan istifadə edilmişdir:

$$\mathbf{A}^{s+1} = \mathbf{A}^s - \alpha_s \nabla_{\mathbf{A}} I(\mathbf{A}^s, \mathbf{C}^s),$$
$$\mathbf{C}^{s+1} = \mathbf{C}^s - \alpha_s \nabla_{\mathbf{C}} I(\mathbf{A}^s, \mathbf{C}^s), \qquad \alpha_s \geq 0, \quad s = 0, 1, \ldots, \tag{8}$$

burada $\mathbf{A}^0$ və $\mathbf{C}^0$ – verilmiş başlanğıc yaxınlaşma, α_s – birölçülü minimallaşdırmanın addımıdır. (8) prosedurasının tətbiqi üçün diskretləşdirilmiş məsələnin funksionalının qradiyentinin (7) optimallaşdırılan parametrlərə görə düsturu alınmışdır.

Neft yatağının parametrlərinin real qiymətlərini istifadə edən test məsələlər üzərində kompüter eksperimentləri aparılmışdır. Alınmış nəticələr təklif olunan yanaşmanın kifayət qədər effektivliyini göstərdi.

Ədəbiyyat

1. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. М.: Гостоптехиздат, 1963.
2. Айда-заде К.Р., Евтушенко Ю.Г. Быстрое автоматическое дифференцирование на ЭВМ // Математическое моделирование. 1989. Т. 1. № 1. С. 120-131.
3. Айда-заде К.Р. Исследование и численное решение конечно-разностных аппроксимаций задач управления распределенными системами // Журн. вычисл. матем. и мат. физ. 1989. Т. 29. № 3. С. 346–354.
4. Айда-заде К.Р., Рагимов А.Б. Идентификация кусочно-постоянных параметров процесса фильтрации и границ областей их постоянства // Автоматика и телемеханика, 2017. № 8. С. 60-75.
5. Рагимов А.Б. Решение задач оптимального управления при кусочно-постоянных, кусочно-линейных и кусочно-заданных на классе функций управляющих воздействиях // Проблемы управления. ИПУ РАН, 2015. № 2. С. 13-23.

РЕЗЮМЕ
ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ И ГРАНИЦ ОБЛАСТЕЙ ПОСТОЯНСТВА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ
Рагимов А.Б.

Ключевые слова: *задача сетевой структуры, параметрическая идентификация, математическая модель фильтрации, градиент функционала, методы оптимизации, численные методы.*

В работе предложен подход к численному решению задачи определения параметров двухмерной математической модели фильтрации нефти. Параметры определяются на классе кусочно-постоянных функций. Важно, что при этом определяются и сами границы постоянства параметров. Подход основан на редукции исходной задачи к конечномерной оптимизационной задаче сетевой структуры, для которой получены формулы для градиента функционала дискретизированной задачи по всем оптимизируемым параметрам, что позволяет использовать в дальнейшем эффективные методы оптимизации первого порядка.

SUMMARY
AN APPROACH TO SOLUTION OF THE PROBLEM OF DETERMINING VALUES AND BOUNDARIES OF CONSTANCY DOMAINS OF FILTRATION PARAMETERS
Rahimov A.B.

Keywords: *network structure problems, parametric identification, mathematical filtration model, gradient of functional, optimization methods, numerical methods*.

The paper proposes an approach to numerical solution to the problem of determining parameters of a two-dimensional mathematical model of oil filtration. The parameters belong to the class of piecewise constant functions. It is important that in this case the constancy boundaries of the parameters are identified. The approach is based on reduction of the initial problem to a finite-dimensional optimization problem with network structure, for which formulas for the gradient of the discretized problem functional with respect to all parameters being optimized are obtained, which allows to use effective methods of first-order optimization.

THE REGULAR SOLVABİLİTY OF OPERATOR-DİFFERENTİAL EQUATİONS İN WEİGHTED SPACE

[1,2]Humbataliev R.Z., [3]Mehmedov M. M.
[1]Azerbaijan State Marine Academy, [2]Baku State University,Baku, Azerbaijan
[3]Sumgayit State University, Sumqayit, Azerbaijan
rovshangumbataliev@rambler.ru

Keywords: *operator-differential equation, Hilbert space, regular solution, weighted space, bounded operator*

In the work under consideration, the conditions for determining the corrosion time of metals in an aggressive environment are determined for the peculiar solution of the problem in weighted space. It should be noted that these conditions were expressed by the operators participating in the main part of the issue.

It is known that the first results of the theory of operator-differential equations were obtained during the solution of the Cauchy problem in abstract space in the works of T. Kato, E. Xille, K. Iosida. It can be seen from these works that the solution of many problems of the theory of special differential equations, the theories of integro-differential and pseudo-differential equations, and the system of ordinary differential equations can be given by one method. Despite the application of the theory of operator-differential equations to the solution of many problems, the solution of these equations themselves and the boundary problem set for them is of mathematical interest in itself. Some aspects of the theory of operator-differential equations by E.Hille and R.Phillips [1], T.Kato [2], K.Iosida [3], S. G.Kreyn [4], V.I.Gorbachuk and M.L.Gorbachuk [5], S.Ya.Yakubov [6] and others. given in monographs. The great interest in the solution of the Cauchy problem or the solution of problems posed for operator-differential equations is probably due to the fact that these problems are closely related to some spectral problems of the theory of non-self-adjoint operators. This is noticeable from the first issues of the topic. In the 50s of the last century, this issue was

first shown in the first scientific work of M.V.Keldish [7], and further developed in the scientific work published in 1971 [8]. He gave the concept of -fold completeness of the system of eigenvectors of a set of operators and showed the connection of this concept with the solution of the Cauchy problem. After these works of Keldis, they investigated the manifold completeness of the system of eigenvectors of the set of operators by different methods. We can refer to these works by C.E.Allahverdiyev [9], C.E.Allahveriyev and A.M.Ahmadov [10], G.V.Radzievsky [11], A.S.Markus [12] and others. The most excellent of these methods is the method given by M.G. Gasimov. He showed the connection between the partial completeness of the set of operators corresponding to the eigenvalues of the left half-plane and the multiple completeness of the system of adjoint vectors and the solution of the boundary problem of the corresponding operator-differential equation. Later, this method was summarized by his student S.S. Mirzayev in his works [13].

Statement problems. In separabel H consider the following operator-differential equation in Hilbert space

$$Pu \equiv -\frac{d^2u(t)}{dt^2} + A^2u(t) + A_0\frac{d^2u(t)}{dt^2} + A_1\frac{du(t)}{dt} + A_2u(t) = f(t),\ t \in R = (-\infty,\infty), \quad (1)$$

here A is a positive definite self-adjoint operator, i.e. $A = A^* \geq \mu_0 E\ (\mu_9 > 0)$, operators A_0, A_1, A_2 is linear in H space, $f(x)$ and $u(x)$ are vector-valued functions that take values from the function space H.

Definition 1. If $f(t) \in L_{2,\gamma}(R;H)(\gamma \in (-\infty,\infty))$ for which satisfies equation (1) almost everywhere in R, but $u(t) \in W_{2,\gamma}^2(R;H_2)$ if is a vector-function, then $u(t)$ function is called a regular solution of equation (1).

Definition 2. If all $f(t) \in L_{2,\gamma}(R;H)$ which satisfies equation (1), for $u(t) \in W_{2,\gamma}^2(R;H_2)$ if there is a regular solution and $\|u\|_{W_{2,\gamma}^2(R;H_2)} \leq \|f\|_{L_{2,\gamma}(R;H)}$ if the condition is satisfied, then equation (1) is called a regularly solvable equation.

We will assume that the following conditions are

1) A lower limit of the spectrum of the operator μ_0 is a self-adjoint operator, i.e $D(A) = D(A^*),\ A = A^* \geq \mu_0 E,\ \mu_0 > 0$;

2) $B_j = A_j A^{-j}\ (j = \overline{0,2})$ operators are bounded in space H.

Main part.

Theorem 1. *Suppose 1) conditional and satisfy* $|\gamma| < \mu_0$. *Then*

$$P_0 u = -\frac{d^2u(t)}{dt^2} + A^2u(t),\ u(t) \in W_{2,\gamma}^2(R;H_2) \quad (2)$$

operators $u(t) \in W_{2,\gamma}^2(R;H_2)$ *when* $W_{2,\gamma}^2(R;H_2)$ *spaceı* $L_{2,\gamma}(R;H)$ *represents a one-valued isomorph to the space*.

Lemma 1. *Suppose conditions 1), 2) and* $|\gamma| < \mu_0$ *conditions is correct. Then* $P: W_{2,\gamma}^2(R;H_2) \to L_{2,\gamma}(R;H)$ *operator is uninterruptible.*

Theorem 2. *Suppose conditions 1) and* $|\gamma| < \mu_0$ *condition is correct. Then all* $u(t) \in W_{2,\gamma}^n(R;H_2)$ *for the following evaluations are true:*

$$\left\|A^2u(t)\right\|_{L_{2,\gamma}(R;H)} \leq C_0(\gamma;\mu_0)\left\|P_0u(t)\right\|_{L_{2,\gamma}(R;H)}, \quad (3)$$

$$\left\|A\frac{du(t)}{dt}\right\|_{L_{2,\gamma}(R;H)} \leq C_1(\gamma;\mu_0)\left\|P_0u(t)\right\|_{L_{2,\gamma}(R;H)}, \quad (4)$$

$$\left\|\frac{d^2u(t)}{dt^2}\right\|_{L_{2,\gamma}(R;H)} \leq C_2(\gamma;\mu_0)\left\|P_0u(t)\right\|_{L_{2,\gamma}(R;H)}.$$

Here

$$C_0(\gamma;\mu_0)=\frac{\mu_o^2}{\mu_0^2-\gamma^2}, \tag{5}$$

$$C_1(\gamma;\mu_0)=\frac{1}{2}\frac{\mu_o^2+\gamma^2}{\mu_0^2-\gamma^2}, \tag{6}$$

$$7C_2(\gamma;\mu_0)=\frac{\mu_o^2}{\mu_0^2-\gamma^2}, \tag{7}$$

Teorem 3. *Suppose conditions 1), 2) and* $|\gamma|<\mu_0$ *conditions is correct. If the following inequality holds*

$$K(\gamma;\mu_0)=C_2(\gamma;\mu_0)\|B_0\|+C_1(\gamma;\mu_0)\|B_1\|+C_0(\gamma;\mu_0)\|B_2\|<1,$$

then equation (1) is regularly solved. Here $C_0(\gamma;\mu_0)$, $C_1(\gamma;\mu_0)$, $C_2(\gamma;\mu_0)$ *numbers are determined from equations (5)-(7) respectively.*

The result. For example, A *operator is positive definite,* $B_1=A_1A^{-1}$, $B_2=A_2A^{-2}$, $B_0=A_0$ *operators bonded is in aspace* H. *Then if* $\|B_0\|+\frac{1}{2}\|B_1\|+\|B_2\|<1$ *the equation (1.1)regular solvable in* $L_2(R;H)$.

References

1. Hille E., Phillips R. Functional analysis and semi-groups. M., "IL", 1962, 829 p.
2. Kato T. Theory of perturbed linear operators. M., Mir, 1972, 742 p.
3. Iosida K. Functional analysis. M., Mir, 1967, 624 p.
4. Kreyn S.G. Linear differential equations in Banach space. M., Nauka, 1967, 464 p.
5. Gorbachuk V.I., Gorbachuk M.L. Boundary problems for differential operator equations. Kiev, Наукова думка, 1984, 284 с.
6. Yakubov S.Ya. Linear differential-operator equations and their applications. Baku, Elm, 1985, 220 p.
7. Keldysh M.V. About the properties and functions of some classes of non-self-adjoint equations. DAN USSR, 1951, vol. 77, No. 1, pp. 11-14.
8. Keldysh M.V. On the completeness of eigenfunctions of some classes of non-self-adjoint operators. UMN, 1971, p. 26, No. 4, p. 15-41.
9. Allahverdiev D. E. On the completeness of the system of own and connected elements of non-self-adjoint operators. DAN USSR, 1965, p. 160, No. 6, p. 1231-1234.
10. Allahverdiev D. E., Akhmedv A. M. Some classes of generalized spectral operators and their applications. Math. сборник, 1989, p. 180, No. 5, p. 603-625.
11. Radzievsky G.V. The problem of the completeness of root vectors in the spectral theory of operator-functions. UMN, 1982, p. 37, No. 2, p. 81-145.
12. Markus A.C. To the spectral theory of polynomial bundles in the Banach space. Siberian math. Journal, 1967, vol. 8, No. 6, pp. 1346-1369.
13. Mirzoev S.S. On the conditions of correct solvability of boundary value problems for operator-differential equations. DAN USSR, 1983, p. 273, No. 2, p. 292-295.
14. Humbataliyev R.Z. On the solvability of boundary value problems for operator-differential equations and some spectral problems. M., Nauka, 2014, 172 p.

XÜLASƏ

ÖLÇÜLMÜŞ MƏKANDA OPERATOR-DİFERENSİAL TƏNLİKLƏRİN MÜNTƏZƏM HƏLLİ

Hümbətəliyev R.Z., Mehmedov M.M.

Açar sözlər:*operator-diferensial tənlik, Hilbert fəzası, requlyar həll, çəkili fəza, məhdud operator.*

Baxılan işdə aqressiv mühitdə metalların korroziya zamanının təyin olunması üçün tapılmış məsələnin çəkili fəzada pequlyar həlli üçün şərtlər tapılır. Qeyd edək ki, bu şərtlər məsələnin baş hissəsində iştirak edən operatorlar vasitəsilə ifadə edilmişdir.

РЕЗЮМЕ

РЕГУЛЯРНАЯ РАЗРЕШИМОСТЬ ОПЕРАТОРНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВО ВЗВЕШЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Гумбаталиев Р.З., Мехмедов М.М.

Ключевые слова: *операторно-дифференциальные уравнения, гильбертово пространство, регулярное решение, весовое пространство, ограниченный оператор***.**

В рассматриваемой работе определены условия определения времени коррозии металлов в агрессивной среде для своеобразного решения задачи в взвешенном пространстве. Стоит отметить, что данные условия были озвучены операторами, участвовавшими в основной части уравнения.

АПРИОРНЫЕ ОЦЕНКИ И КАЧЕСТВЕННЫЕ СВОЙСТВА РЕШЕНИЙ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИВЕРГЕНТНЫХ ВЫРОЖДАЮЩИХСЯ УРАВНЕНИЙ ЭЛЛИПТИКО-ПАРАБОЛИЧЕСКОГО ТИПА

Зульфалиева Г.С.

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан

z.gulnara1991@mail.ru

Ключевые слова: *нелинейные уравнения, вырождающаяся эллиптическая система, граничное условие.*

Пусть Ω ограниченная область в n-мерном евклидовом пространстве R^n, с границей $\partial\Omega$. Предполагаем, что граница $\partial\Omega \subset C^2$. Пусть Q_T цилиндр $\Omega\times(0,T)$, где $T\in(0,\infty)$. В Q_T рассматривается следующая начально-краевая задача

$$\frac{\partial u}{\partial t}-\sum_{i,j=1}^{n}\frac{\partial a_{ij}}{\partial x_i}\left(a_{ij}(x,t)\frac{\partial u}{\partial x_j}\right)-\psi(x,t)\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}+\sum_{i=1}^{n}b_i(x,t)\frac{\partial u}{\partial x_i}+$$

$$+c(x,t)u=0 \tag{1}$$

$$u(x,t)=f(x,t),\ (x,t)\in\Gamma=(0,T)\times\partial\Omega \tag{2}$$

$$u(x,0)=h(x),\ x\in\Omega \tag{3}$$

Относительно коэффициентов и правых частей предполагается выполнение следующих условий: $\left\|a_{ij}(x,t)\right\|$- действительная симметрическая матрица с измеримыми в Q_T элементами, причем для любых $(x,t)\in Q_T$ и $\xi\in R^n$ верны неравенства

$$\gamma\omega(x)|\xi|^2\le\sum_{i,j=1}^{n}a_{ij}(x,t)\xi_i\xi_j\le\gamma^{-1}\omega(x)|\xi|^2\quad , \tag{4}$$

где γ-постоянная из полуинтервала $(0,1]$, $a_{ij}(x,t)$, $b_i(x,t)$, $c(x,t)$, $i,j=\overline{1,n}$ измеримые функции относительно $(x,t)\in Q_T$. Также

$$c(x,t)\le 0,\ c(x,t)\in L_{n+1}(Q_T) \tag{5}$$

$$b_i(x,t)\in L_{n+2}(Q_T),\ |b_i(x,t)|^2+k\cdot c(x,t)\le 0. \tag{6}$$

Весовая функция удовлетворяет условиям

$$\psi(x,t)=\omega(x)\cdot\lambda(\rho)\cdot\varphi(T-t),$$

где $\omega(x)-$ весовая функция типа Макенхоупта $\lambda(\rho)\geq 0$, где $\rho=dist(x,\partial\Omega)$, $\lambda(\rho)\in C^1[0,diam\Omega]$, причем

$$|\lambda'(\rho)|\leq p\sqrt{\lambda(\rho)},$$

$$\varphi(z)\geq 0,\ \varphi'(z)\geq 0,\ \varphi(z)\in C^1[0,T]$$

$$\varphi(0)=\varphi'(0)=0,\ \varphi(z)\geq\beta\cdot z\cdot\varphi'(z), \tag{7}$$

где p,β -положительные константы. Относительно правых частей (1)-(3) предполагается выполнение условий

$$f(x,t)\in L^{\infty}(Q_T)\cap L^{\infty}\left(0,T;W_2^1(\Omega)\right)\cap L^1\left(0,T;W_{\infty}^1(\Omega)\right)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t}\in L^1\left(0,T;L^{\infty}(\Omega)\right) \tag{8}$$

$$h(x)\in L^{\infty}(\Omega). \tag{9}$$

Функцию $u(x,t)\in L^2\left(0,T;W_{p,w,\psi}^{1,2}(Q_T)\right)$ назовем обобщенным решением задачи (31)- (33), если выполняется интегральное тождество

$$\int\limits_{Q_T}\frac{\partial u}{\partial t}\varphi dxdt+\int\limits_{Q_T}\left[\sum_{i,j=1}^{n}a_{ij}(x,t)\frac{\partial u}{\partial x_j}\frac{\partial\varphi}{\partial x_i}+\sum_{i=1}^{n}b_i(x,t)\frac{\partial u}{\partial x_i}\varphi+c(x,t)u\varphi\right]dxdt+$$

$$+\int_0^T\int_{\Omega}\psi(x,t)\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}\varphi dxdt=0 \tag{10}$$

для произвольной функции $\varphi\in C^{\infty}\left(\overline{Q}_T\right)$ обращающейся в нуль на границе $\Gamma(Q_T)$ и почти всюду для $\tau\in(0,T)$

$$u(x,t)-f(x,t)\in L^2\left(0,T;\overset{\circ}{W}{}_{p,w,\omega}^1\right). \tag{11}$$

Теорема 1. Пусть выполняются предположения теоремы 2.2. Тогда для произвольного $t\in[0,\tau]$, $x',x''\in\Omega$ верны оценки

$$\|u(x,t)\|_{L^{\infty}(Q_T)}\leq M_3,$$

$$|u(x',t)\omega(x')-u(x'',t)\omega(x'')|\leq M_4|x'-x''|^{\eta} \tag{12}$$

с $\eta\in(0,1)$ и константами M_3, M_4, зависящих только от известных параметров и независящих от ε.

Литература

1. Вишик М. Краевые задачи для эллиптических уравнений вырождающихся на границе области. // Математический сборник, - 1954. 35(77), - с. 513-568.
2. Келдыш, М.В. О некоторых случаях вырождения уравнений эллиптического типа на границе области. // - Москва: Доклады АН СССР, -1951. т.77, №2, - с.181-183.
3. Ландис Е.М. Уравнения второго порядка эллиптического и параболического типов. // - Москва: - 1971. -290 с.

XÜLASƏ

ELLİPTİK-PARABOLİK TİPLİ XƏTTİ OLMAYAN DİVERGENT TƏNLİKLƏR ÜÇÜN HƏLLƏRİN APREL QİYMƏTLƏRİ VƏ KEYFİYYƏT XASSƏLƏRİ

Zülfəliyeva G.S.

Açar sözlər: *qeyri-xətti tənliklər, cırlaşan elleptik, sərhəd şərtləri*

İşdə qeyri-xətti çırlaşan elleptik tip tənliklərə baxılır. Həmçinin işdə cırlaşan elliptik tip tənliklərin həllərinə də baxılır.

SUMMARY
A PRIORI ESTIMATES AND QUALITATIVE PROPERTIES OF SOLUTIONS FOR NONLINEAR DIVERGENT DEGENERATE EQUATIONS OF ELLIPTIC-PARABOLIC TYPE
Zulfalieva G.S.

Keywords: *Nonlinear equations, Degenerate elliptic, boundary condition.*

In this paper we prove of solutions of degenerate elliptic equations. We also give the solutions by elliptic parabolic equations with nonlinear boundary conditions.

WHAT HAS BIOLOGY DONE FOR MATHEMATICS

Efendiev M.A.
Helmholtz Center Munich/TUM Munich, Germany
messoud.efendiyev@gmail.com

Key words: *mathematical modelling, mitochondria swelling, biofilm, life science problem, degenerate parabolic PDEs, infinite-dimensional dynamical systems, mathematical biology, mathematical medicine.*

In this talk we are dealing with the modelling, analysis and simulation of problems arising in the life sciences, in particular, biological processes. Such problems play a very important role in many scientific and technological areas and are a truly interdisciplinary research topic. Indeed the models and results discussed in this talk are a result of very useful and intensive discussions with microbiologists, doctors and medical personnel, physicists, chemists, as well as industrial engineers. Our results give a better understanding of the problems of life sciences considered in our studies of bio-medical processes and explain their experimental findings. We especially emphasise that, due to the strong interactions with colleagues in the topics mentioned above, the governing equations of the life science models derived by us are based on the experimental data and lead to a new class of degenerate density-dependent nonlinear reaction diffusion-convective equations comprising two kinds of degeneracy: porous-medium and fast-diffusion type degeneracy. It is worth mentioning that such a class of degenerate evolution partial differential equations (PDEs), comprising simultaneously two kinds of degeneracy as well as long-time dynamics of their solutions is so far less understood in mathematical literature. This shows how useful such interdisciplinary research topics are for both mathematicians and representatives of other fields. In this talk we not only derive realistic life science models and their governing equations of the degenerate types mentioned above, but at the same time systematically study these classes of equations and their dynamics. In each concrete case we study their well-posedness, dependence of solutions on boundary conditions which reflect some properties of the environment, the large-time behaviour of solutions, and we include some numerical analysis.

References

1. Messoud Efendiev, Finite and Infinite Dimensional Attractors for Evolution Equations of Mathematical Physics, Gakkotoscho International Series, Tokyo, vol.33 , 2010, 239 p.
2. Messoud Efendiev, Evolution Equations Arising in the Modelling of Life Sciences, ISNM Series, Birkh äuser/Springer, vol.163, 2013, 217 p.
3. Messoud Efendiev, Attractors for Degenerate Parabolic type Equations, American Mathematical Society; Mathematical Surveys and Monographs, vol.192, 2013, 267 p.
4. Messoud Efendiev, Mathematical Modelling of Mitochondrial Swelling, Springer Nature Switzerland AG, 2018, 223 p.

XÜLASƏ
BİOLOGİYA RİYAZİYYAT ÜÇÜN NƏ ETDİ
Əfəndiyev M.Ə.

Açar sözlər: *riyazi modelləşdirmə, mitoxondrinin şişməsi, biofilm, həyat elminin problemləri, degenerate parabolik PDE, sonsuz ölçülü dinamik sistemlər, riyazi biologiya, riyazi tibb.*

Tezis bir çox elmi və texniki sahədə çox vacib rol oynayan və həqiqətən fənlərarası tədqiqat mövzusu olan problemləri həll edir. Bu tezisdə müzakirə olunan modellər və nəticələr mikrobioloqlar, həkimlər və tibb işçiləri, fiziklər, kimyaçılar və sənaye mühəndisləri ilə çox faydalı və sıx müzakirələrin nəticəsidir. Bundan əlavə, biofilmlərin antibiotiklərə qarşı müqavimətinin riyazi

modelləri, həmçinin mitokondrial ödəm və apoptozla əlaqələri verilir ki, bu da sonsuz ölçülü dinamik sistemlər baxımından kifayət qədər öyrənilməmiş degenerasiya olunmuş parabolik tənliklərin yeni siniflərinə səbəb olur.

Bu cür degenerasiya olunmuş parabolik PDE-lərin dinamikası polinom Kolmogorov entropiyası olan sonsuz ölçülü dinamik sistemlərdə yeni səhifələr açır.

РЕЗЮМЕ
ЧТО БИОЛОГИЯ СДЕЛАЛА ДЛЯ МАТЕМАТИКИ
Эфендиев М.А.

Ключевые слова: *математическое моделирование, отек митохондрий, биопленка, проблема науки о жизни, вырожденные параболические PDE, бесконечномерные динамические системы, математическая биология, математическая медицина.*

В тезисе рассматриваются проблемы, которые играют очень важную роль во многих научно-технических областях и являются действительно междисциплинарной исследовательской темой. Модели и результаты, обсуждаемые в этом тезисе, являются результатом очень полезных и интенсивных дискуссий с микробиологами, врачами и медицинским персоналом, физиками, химиками, а также инженерами-промышленниками. Кроме того, приводятся математические модели сопротивления биофильмов к антибиотикам, а также отёки митохондрий и их связи с апоптозом, которые ведут к новым классам вырожденных параболических уравнений, которые недостаточно были изучены с точки зрения бесконечномерных динамических систем.

Динамика таких вырожденных параболических PDE открывает новые страницы в бесконечномерных динамических системах с полиномиальной Колмогоровской энтропией.

QAZKONDENSAT LAYININ İŞLƏNMƏSİ ZAMANI QAZVARİ AGENTLƏRLƏ TƏSİRİN MODELLƏŞDİRİLMƏSİ

Talıbov S.Q., Xəlilov M.S.
Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan
saxavat@yahoo.com, khalilov_mubariz@mail.ru

Açar sözlər: *qaz-kondensat qarışıgı, riyazi model, qovma üsulu, özüllük, sıxlıq*

İşdə işlənilmənin son mərhələsində olan qazkondensat layından retroqrad kondensatın “quru” qazın tərkibində müəyyən nisbətdə qeyri-karbohidrogen qazla (azot və karbon qazı) təsiretməklə işlənməsii məsələsinə baxılmışdır.

Qazkondensat yataqları əsasən layın öz enerjisi hesabına, yəni tükənmə rejimində istismar olunur. Lay təzyiqi qazkondensat sisteminin başlanğıc kondensasiya təzyiqindən aşağı düşdüyü andan qaz fazasından ayrılan kondensat layda və quyudibi zona ətrafında çökməyə başlayır və tərpənməz olur.

İşlənilmə zamanı lay təzyiqini başlanğıc kondensasiya təzyiqi səviyyəsində saxlamaq üçün bir sıra üsullar mövcuddur:

- Sayklinq-proses, hissə-hissə Sayklinq, suvurma üsulu, “Quru” qaz və suyun birgə vurulması üsulu, qazlift üsulu və s.

Əgər layda kondensasiya təzyiqi səviyyəsi aşağş düşübsə, layda çökmüş kondensatın işlənilməyə cəlb olunması üçün çoxsaylı ikinci təsir üsulları təklif edilmişdir:

- işlənilmənin son mərhələsində laya “quru” qazla və ya maye karbohidrogenlərlə zənginləşdirilmiş qazla təsir üsulu;
- qazkondensat quyularının quyudibi zonasının “quru” qaz və ya ona müəyyən nisbətdə qeyri-karbohidrogen qaz əlavə etməklə işlənilməsi üsulu və s.

Səmərəlik baxımından həmin üsullar bir-birindən müqayisə olunacaq dərəcədə fərqlənirlər. Ona görə də qazkondensat layının işlənilməsinin son mərhələsində laya qazvari agentlərlə təsir prosesinin nəticələri praktiki əhəmiyyətlidir və bu istiqamətdə tədqiqatların aparılması aktualdır.

Bu baxımdan işlənilmənin son mərhələsində olan qazkondensat layından retroqrad kondensatın “quru” qazın tərkibində müəyyən nisbətdə qeyri-karbohidrogen qazla (azot və karbon qazı) təsirinin tədqiqi maraq kəsb etdiyindən işdə baxılan halın riyazi modelləşdirilməsi məsələsinə baxılmışdır.

Baxılan məsələnin riyazi modeli aşağıdakı kimidir:

$$div\left[\left(\frac{kf_m(s_m)\rho_m}{\mu_m}x_i+\frac{kf_q(s_q)\rho_q}{\mu_q}y_i\right)gradp\right]=\frac{\partial}{\partial t}\left[m\left(\rho_m x_i s_m+\rho_q y_i s_q\right)\right]+$$

$$+\sum_{\nu=1}^{s}Q_i(t)\delta(x-x_\nu)\delta(y-y_\nu)\delta(z-z_\nu),i=\overline{1,N}\ , \tag{1}$$

$$\sum_{i=1}^{N}x_i=1\ ,\ \sum_{i=1}^{N}y_i=1\ ,\ s_m+s_q=1\ ,\ s_m=\frac{(1-V)\rho_q M_m}{(1-V)\rho_q M_m+V\rho_m M_q},,, \tag{2}$$

$$p(x,y,z,t)\big|_{t=0}=p_0(x,y,z),\ \eta_i(x,y,z,t)\big|_{t=0}=\eta_{i0}(x,y,z), \tag{3}$$

$$\left.\frac{\partial p(x,y,z,t)}{\partial n}\right|_{\Omega}=0\ , \tag{4}$$

sistemi ilə ifadə edilir.

Burada ρ_m, ρ_q, μ_m, və μ_q funksiyaları p, T, z_1, z_1, ..., z_N dəyişənlərin-dən asılı nəməlum funksiyalar, $\eta_i=y_iV+x_iL$ - lay qarışığının tərkibi; V və $L=1-V$ - lay qarışığında uyğun olaraq qaz və maye fazalarının həcmi; Ω -süzülmə oblastının sərhədi n - süzülmə oblastının sərhədinə çəkilmiş normaldır.

Bu zaman qəbul olunur ki:

- hər bir komponent şəraitdən asılı olaraq müəyyən hissəsi həm maye, həm də qaz halında ola bilər;
- fazaların ayrılma sərhədində hər bir komponentin adsorbsiyası nəzərə alınmır;
- maye-qaz fazalarının birgə süzülməsi zamanı onlar arasında komponentlərin paylanması ümumi şəkildə tarazlıq faza paylanmasına tabedir;
- hər bir komponentin hər bir qaz-maye fazalarında hərəkəti ümumiləşmiş Darsi qanununa tabedir;
- fazalararası kapilyar təzyiq, daxili diffuziya nəzərə alınmır.

(1)-(4) tənliklər sisteminin həlli zamanı qaz-maye qarışığının fiziki xassələrini xarakterizə edən parametrlər, yəni maye (kondensat), qaz fazasının sıxlıqları

$$\begin{cases} f_{im}-f_{iq}=0,i=\overline{1,N} \\ x_iL+y_iV-z_i=0,i=\overline{1,N} \\ \sum_{i=1}^{N}y_i-1=0 \\ V+L=1 \end{cases}\ , \tag{5}$$

sisteminin və hal tənliyinin

$$p=RT\left[\frac{1}{V-b}-\frac{a}{V(V+c)}\right]\ , \tag{6}$$

birgə həlli əsasında təyin edilir.

(5) sistemində birinci (*N+1*) sayda tənliklər uyğun olaraq qaz və maye fazalarından komponentlərin uçuculuqlarının bərabərliyinə görə termodinamik tarazlıq şərtini ifadə edir. Digər (*N+1*) sayda tənliklər isə qazkondensat qarışığın balans tənliklərini ifadə edir.

(1)-(4) sistemi mürəkkəb qeyri-xətti tənlikləri özündə birləşdirir və onun həllinin təyini üçün "təzyiqə görə qeyri-aşkar, tərkibə görə isə aşkar" hesablama sxemindən istifadə edilmişdir.

Baxılan məsələnin praktiki realizasiyası işlənilmənin son mərhələsində olan Bulla-dəniz qazkondensat yatağının V blokunun VII horizontunun timsalında aparılmış və işlənilmənin texnoloji göstəriciləri proqnozlaşdırılmışdır.

Baxılan model əsasında laya qazla təsirin nəticələri aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

Vurulan qazın tərkibi	Vurulan qazın həcmi, млн.м^3	Qaz vurulmasına qədər çıxarıla bilən hasilat		Qaz vurulmasından sonra əlavə cəm hasilat	Konden-satvermə əmsalı, %
		Kondensata görə, ton	Qaza görə, min m^3	Kondensata görə,	

				mil. ton	
“Quru” qaza azotun əlavə edilməsi	2130, o cümlədən “quru”qaz-1661,4, N_2-468,6	4680	82056	3,852	31,5 45,2
“Quru” qaza karbon qazının əlavə edilməsi	2130, o cümlədən “quru”qaz -1491, CO_2-639			3,9376	45,8

Ədəbiyyat

1. Feyzullayev, Kh.A. 1992: Numerical Studying Problems of the Theory of non-Stationary Filtering of Gas and Gas-Condensate Mixture in a Porous Medium: Dis. of Can of Tech. Sciences, Baku, 164 p.
2. Zakirov S.N. Development of gas, gas condensate and oil and gas condensate fields. M. Struna, 1998, 628 p.
3. Jalalov, G. I., Guliyev, H. F., Feyzullayev, Kh. A., Damirov A.A. 2008: Parametrical Identification of the Filtration Models of Gas with Condensed Mixture. An International Journal Applied and Computational Mathematics, Vol.7, No 2, pp. 214- 222
4. Mirzadzhanzade A.Kh., Khasanov MM, Bakhtizin R.N. 2004: Modeling of Oil and Gas Production Processes. Nonlinearity, Disequilibrium, Uncertainty. M.-Izhevsk: Computer Institute Research., 368 p.
5. Abasov M.T., Dzhalalov G.I., Feyzullaev Kh.A. 2008: Identification of Parameters of the Hydrodynamic Model of a Gas-condensate Reservoir. Proceedings of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Series of Earth Sciences, No 2, pp.78-90
6. Feyzullayev, Kh.A., Khalilov M.S. 2018: Identification of a Deformed Formation Parameters that Characterize Gas Flow in the Well Bore by the Wellhead Data. Automation, Telemecanition and Communication in Oil Industry. Moscow: No 2, pp. 37-44.
7. Feyzullayev Kh.A., Khalilov M.S., Guliyev E.A., Maharramova S.D. 2018: Modelling of Gas Impact on Gas-condensate Layer on Finishing Development Stages. Automation, Telemecanition and Communication in Oil Industry. Moscow: No 2, pp. 37-44.
8. Aziz H., Settari E. 1982: Mathematical Modeling of Reservoir Systems: Trans. from English. M .: Nedra, p. 407

РЕЗЮМЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГАЗООБРАЗНЫМИ АГЕНТАМИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГАЗОКОНДЕНСАТНОГО ПЛАСТА

Талыбов С.Г., Халилов М.С.

Ключевые слова: *газоконденсатная смесь, ретроградный конденсат, пористость, проницаемость.*

В работе рассмотрен вопрос о переработке ретроградного конденсата из газоконденсатного пласта, находящегося на заключительной стадии разработки, путем воздействия на “сухой” газ с определенным содержанием углеводородного газа (азота и углекислого газа).

SUMMARY

MODELING OF THE EFFECT OF GASEOUS AGENTS IN THE TREATMENT OF A GAS CONDENSATE RESERVOIR

Talıbov S.Q., Khalilov M.S.

Key words: *gas-condensate mixture, variation problem, pressure, porosity, permeability*

The paper considers the issue of processing retrograde condensate from a gas condensate reservoir at the final stage of development by influencing a “dry” gas with a certain content of hydrocarbon gas (nitrogen and carbon dioxide).

THE BEHAVIOUR OF SOLUTION OF DEGENERATE NONLINEAR PARABOLIC EQUATIONS

Yagnaliyeva A.H.

Sumgayit State University, Sumgayit, Azerbaijan

aybaniz69@mail.ru

Keywords: *nonlinear parabolic equation, degenerate, singular, behaviour of solution.*

We study the behaviour of solutions to degenerate singular nonlinear parabolic equations in case $\frac{2n}{n+1} < p < 2$ in time-independent cylinder whose base is $C^{1,1}$-regular. The corresponding estimates valid for the heat equation, that this type of inequalities can not, in general, be expected to hold in the degenerate case $2 < p < \infty$.

The study of boundary estimates, and behaviour of solutions for nonlinear harmonic functions, $p \neq 2, 2 < p < \infty$ in nonsmooth domains, see [1]. These is have been used to solve problems concerning boundary regularity for the nonlinear operators. Let $\omega(x)$ -is a Mackenhoupt weight function, see [2]. We consider boundary estimates for solutions nonlinear parabolic operator of the type

$$u_t - div(\omega(x)|Du|^{p-2} Du) = 0 \tag{1}$$

in domains of the form $Q_T = \Omega \times (0,T) \subset R^n \times R$, where $\Omega \subset R^n, n \geq 2$, is a bounded domain.
It is well-known, that solutions to the nonlinear parabolic equations different behaviours in the parameter regimes $2 < p < \infty$, degenerate case and $1 < p < 2$ singular case. The present in the singular case solutions will go extinct. Furthermore, the singular case divided into the regimes super-critical case $\frac{2n}{n+1} < p < 2$ and sub-critical case $1 < p \leq \frac{2n}{n+1}$. The following result is due to [l]: There exist constants $1 \leq C_1, C_2 < \infty$ and $\sigma, 0 < \sigma < 1$, such that

$$\left| \frac{u(x,t)}{\upsilon(x,t)} - \frac{u(y,s)}{\upsilon(y,s)} \right| \leq C_1 \frac{u(A_r(x_0,t_0))}{\upsilon(A_r(x_0,t_0))} \left(\frac{d_p((x,t),(y,s))}{r} \right)^{\sigma} \tag{2}$$

holds whenever $(x,t),(y,s) \in (\Omega \times (0,T)) \bigcap C_{r/4}(x_0,t_0)$ and $0 < r < r_0 / C_2$, where $C_r(x,t) = B(x,r) \times (t - r^2, t + r^2)$ whenever $(x,t) \in R^{n+1}, r > 0$. $d_p((x,t),(y,s)) = \max\{|x-y|, |t-s|^{1/2}\}$ and $d_p(x,t)$-is the parabolic distance from (x,t) to $\partial\Omega \times (0,T)$.

İn case $p = 2$ our operator coincides with the heat operator.

Let $(x_0,t_0) \in \partial\Omega \times (0,T)$ and $r < \min\{r_0, C(T,t_0)\}$, where r_0 some constant and C constant depending at T, t_0. Let

$$A_r(x_0,t_0) = (x_0 + 2M_1 e_n, t_0), A_2^{\pm}(x_0,t_0) = (x_0 + 2M_1 e_n, t_0 + 2_r^2),$$

where e_n is the unit vector pointing in the positive x_n-direction and defined through the local coordinate system and constants M_1 and r_0 connected with domain.

Our results considering the time-lag generally in the parabolic Harnack inequality. However, the fact that u and υ both vanish continuously on a large portion of $\partial\Omega \times (0,T)$ enables one to establish behaviour of solutions.

Also are consider of paper [3]-[9].

İn singular case for nonlinear parabolic equation we consider p in the rage

$$\frac{2n}{n+1} < p < 2 \tag{3}$$

Let $Q_T = \Omega \times (0,T)$, where $\Omega \subset R^n$ a bounded domain and $T > 0$, and p as in (1). We suppose that u is a nonnegative and continuous weak solution to (1) in Q_T. Let $(\tilde{x}_0, \tilde{t}_0) \in Q_T, u(\tilde{x}_0, \tilde{t}_0) > 0.$

Our main result is a version the result (2) valid for p in the range (3) and in the setting of time-independent $C^{1,1}$-regular cylinders.

If $\Omega \subset R^n$ is bounded domain and $1 \leq p < \infty$, then by $W_p^1(\Omega)$, we denote the space of equivalence classes of functions f with distributional gradient $Df = (f_{r_1}, ..., f_{r_n})$, both of which arc p -th power integrable on Ω. Let

$$\|f\|_{W^1_{p,\omega}(\Omega)} = \|f\|_{L_{p,\omega}(\Omega)} + \|Df\|_{L_{p,\omega}(\Omega)}$$

be the norm in $W^1_{p,\omega}(\Omega)$. Given $t_1 < t_2$ we denote by $L_p(t_1, t_2, W^1_{p,\omega}(\Omega))$ the space of functions such that for almost every $t_1 < t < t_2$, $u(x,t)$ belongs to $W^1_{p,\omega}(\Omega)$ and

$$\|u\|_{L_p(t_1,t_2,W^1_{p,\omega}(\Omega))} = \left(\int_{t_1}^{t_2} \int_{\Omega} \omega(x)(|u(x,t)|^p + |Du(x,t)|^p) dx dt \right)^{1/p} < \infty.$$

We give definition of weak solutions to **(1)**. We say that a function u is a weak super-solution (subsolution) to **(1)** in an open set $Q_T \in R^{n+1}$ if, whenever $Q'_T = \Omega \times (t_1, t_2) \in Q_T$ with $\Omega \subset R^n$ and $t_1 < t_2$, then $u \in L_p W^1_{p,\omega}(\Omega)$ and

$$\int_{Q'_T} \left[(\omega |Du|^{p-2} Du, D\varphi) - u\varphi_1 \right] dx dt \geq (\leq) 0 \tag{4}$$

for all nonnegative $\varphi \in C_0^\infty(Q'_T)$. A weak solution is a distributional solution satisfying (4) with equality and without sign restrictions for test functions. Let given continuous boundary data $h : Q_T \to R$. We consider with boundary condition $u = h$ on ∂Q_T, here $\partial Q_T = (\overline{\Omega} \times \{0\}) \bigcup (\partial\Omega \times [0,T])$ denotes the parabolic boundary of Q_T .Thus we have problem

$$u_t - div(\omega(x)|Du|^{p-2} Du) = 0 \text{ in } Q_T \tag{5}$$
$$u = h \text{ on } \partial Q_T .$$

Let intrinsic parameters associated to *u* and *v*. For given $u, (\tilde{x}_0, \tilde{t}_0)$ and r we let Γ_u denote the set of all values of $A_u, 0 < A_u < \infty$, for which the following three restrictions hold. Let

$$(A_u)^{2-p}(10r)^p < t_0 < T - (A_u)^{2-p}(10r)^p \tag{6}$$

Under condition (6) and using the fact that $(\tilde{x}_0, \tilde{t}_0) \in Q^{\Lambda_u,+}_{5r,\varphi}(x_0, t_0), (\tilde{x}_0, \tilde{t}_0) \in Q^{\Lambda_u,+}_{5r,\varphi}(x_0, t_0)$, we see that any such Λ_u and Λ_υ must satisfy $\theta_u \leq \Lambda_u$ and $\theta_\upsilon \leq \Lambda_\upsilon$. Also we assume that $u, \upsilon, (\tilde{x}_0, \tilde{t}_0), r, T$ are such that (6) holds and

$$\Gamma_u \neq \varnothing \quad \text{and} \quad \Gamma_\upsilon \neq \varnothing \tag{7}$$

Based on (7) we in the following let Λ_u and Λ_υ denote the smallest values of Λ_u and Λ_υ and the corresponding statement for Λ_υ hold. Assume, that

$$\sup_{Q^{\Lambda_u,+}_{5r,\varphi}} \omega u = \Lambda_u, \quad \sup_{Q^{\Lambda_\upsilon,+}_{5r,\varphi}} \omega u = \Lambda_\upsilon \tag{8}$$

Theorem *Let $Q_T = \Omega \times (0,T)$, $\Omega \subset R^n$ is a bounded $C^{1,1}$-regular domain, $T > 0$. Let p as in (3) be fixed and we consider problem (1). Let $(\tilde{x}_0, \tilde{t}_0)$, (x_0, t_0) and r be as above and u, υ be weak solutions to (6). Also satisfy (6) and (8). In addition assume that there exist $\lambda_u, \lambda_\upsilon, 1 \leq \lambda_u < \infty, 1 \leq \lambda_\upsilon < \infty$ such that*

$$\theta_u \leq \Lambda_u \leq \lambda_u \theta_u, \ \theta_\upsilon \leq \Lambda_\upsilon \leq \lambda_\upsilon \theta_\upsilon .$$

Then there exist constants C_1, C_2, $1 \leq C_1 C_2 < \infty$, and $\sigma, 0 < \sigma < 1$, such that

$$\left| \frac{\omega(x)u(x,t)}{\upsilon(x,t)} - \frac{\omega(y)u(y,s)}{\upsilon(y,s)} \right| \leq C_1 \frac{\theta_u}{\theta_\upsilon} \left(\frac{|x-y|}{r} + \left(\frac{1}{\theta_{u\upsilon}} \right)^{\frac{2}{p-1}} \left(\frac{|s-t|^{1/p}}{r^p} \right) \right)^\sigma$$

holds for $(x,t), (y,s) \in Q^{\theta_{u,\upsilon},+}_{\tau/C_2,\varphi}(x_0 t_0)$, where $\theta_{u\upsilon} = \min\{\theta_u, \theta_\upsilon\}$.

Proof. Note that in case $p=2$. Theorem coincides with the linear result. Indeed, in when $p=2$ we see that if both u and υ vanish on a sufficiently large portion of the lateral boundary, ensure the validity of the forward-backward in time Harnack inequalities

$$\sup_{Q^{1,+}_{5r,\varphi}(x_0,t_0)} \omega u \le c\theta_u, \quad \sup_{Q^{1,+}_{5r,\varphi}(x_0,t_0)} \omega \upsilon \le c\theta_\upsilon$$

for some $C, 1<C<\infty$, independent of r and $(\tilde{x}_0, \tilde{t}_0)$. then

$$\Lambda_u = \sup_{Q^{1,+}_{5r,\varphi}(x_0,t_0)} \omega u \le c\theta_u, \ \Lambda_\upsilon = \sup_{Q^{1,+}_{5r,\varphi}(x_0,t_0)} \omega \upsilon \le c\theta_\upsilon .$$

Hence, the statement of Theorem reduces to

$$\left| \frac{\omega(x)u(x,t)}{\upsilon(x,t)} - \frac{\omega(y)u(y,s)}{\upsilon(y,s)} \right| \le C_1 \frac{u(\tilde{x}_0,\tilde{t}_0)}{\upsilon(x_0,t_0)} \left(\frac{d_p((x,t),(y,s))}{r} \right)^\sigma$$

whenever $(x,t),(y,s) \in Q^{1,+}_{5r,\varphi}(x_0 t_0)$.

We do intrinsic scalling parameters. A crucial ingredient in the regularity theory for the problem (5) is the use DiBenedetto' s intrinsic geometry when deriving local estimates. Lett $\Lambda_u, \Lambda_\upsilon, \lambda_u$ and λ_υ serve as intrinsic scaling parameters. Concerning the conditions in (8), focusing on u, assuming $(x_0,t_0)=(0,0), r=1, (\tilde{x}_0,\tilde{t}_0)=(In,0)$ that if we define

$$\tilde{u}(x,t) = u(x, t\Lambda_u^{2-p}) / \Lambda_u \ \text{ for } \ (x,t) \in Q^{1,+}_{5r,\varphi}(0,0)$$

then, by construction

$$\sup_{Q^{1,+}_{5r,\varphi}(0,0)} \omega \tilde{u} = 1.$$

We also can describe scaling properties of weak solutions of the problem (6) and formulate a boundary gradient estimate. Proved of Theorem used a barrier type argument at the boundary and here the assumption regular domain is important.

References

1. Fabes, E., Garofalo, N., Salsa, A.: A backward Harnack inequality and Faton theorem for non-negative solutions of parabolic equations. Illinois J.Math., 30, 536-565 (1986).
2. Fabes, E., Kenig C., Serapioni R.: The local regularity of solutions of degenerate elliptic equations. Communications in Statistics-Theory and Methods. 7 (1), 77- 116 (1982).
3. Gadjiev, T., Galandarova , Sh., Guliyev,V.: The Dirichlet boundary value problem for uniformly elliptic equations in modified local generalized Sobolev-Morrey spaces. El. Jour. of Qualitative Theory of differential equations,21,1-17 (2017)
4. Gadjiev, T., Galandarova , Sh.,Guliyev, V.: Regularity in generalized Morrey spaces of solutions to higher order nondivergence elliptic equations with VMO coefficients. El.Jour. of Qualitative Theory of differential equations, 55, 1-18 (2019)
5. Gadjiev, T., Guliyev, V., Suleymanova, K.: The Dirichlet problem for the uniformly elliptic equations in generalized weighted Morrey spaces. Studia Sientarium Mathematics, (2020)
6. Guliyev, V., Gadjiev,T., Serbetci, A.: The Dirichlet problem for the uniformly higher order elliptic equations is generalized weighted Sobolev-Morrey spaces. Noniner Studied, 26 (4),831-842 (2019).
7. Gadjiev, T., Rustamov, Y., Yagnaliyeva, A.: The behavior of solutions to degenerate double Nonlinear parabolic equations. Proceedings of the fourteenth Int.conf. on Manag. Science and Engineering Management. 1-15 (2020).
8. Gadjiev, T., Yagnaliyeva, A.: Regularity of solutions of degenerate parabolic nonlinear equations and removability of solutions. Applied Computat. Math., 6 (3), (2017)
9. Lewis, J., Nystorm, K.: Boundary behavior and the Martin boundary problem for p-harmonic functions in Lipschitz domains, Annals Math., 172, 1907-1948 (2010)

XÜLASƏ

QEYRİ-XƏTTİ DEGENERASİYA PARABOLİK TƏNLİKLƏRİN HƏLLİ DAVRANIŞI

Yaqnaliyeva A.H.

Açar sözlər: *qeyri-xətti parabolik tənlik, cırlaşma, sinqulyar, həllin özünü aparması.*

Qeyri-sabit silindr halında-müntəzəm baza ilə degenerasiya olunan tək qeyri-xətti parabolik tənliklərin həlli $\frac{2n}{n+1} < p < 2$ davranışı araşdırılır. Müvafiq qiymətləndirmələr istilik tənliyi üçün etibarlıdır, ümumiyyətlə desək $2 < p < \infty$, bu cür bərabərsizliyin degenerasiya vəziyyətində həyata keçirilməsini gözləmək olmaz.

РЕЗЮМЕ

ПОВЕДЕНИЕ РЕШЕНИЙ НЕЛИНЕЙНЫХ ВЫРОЖДАЮЩИХСЯ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

Ягналиева А.Х.

Ключевые слова: *нелинейное параболическое уравнение, вырождающееся, сингулярное, поведение решений.*

Исследуется поведение решений, вырождающихся сингулярных нелинейных параболических уравнений $\frac{2n}{n+1} < p < 2$ в случае нестационарного цилиндра $C^{1.1}$-регулярным основанием. Соответствующие оценки справедливы для уравнения теплопроводности, что нельзя, вообще говоря, ожидать, что этот тип неравенств будет выполняться в вырожденном случае $2 < p < \infty$.

STUDY OF PROBLEMS WITH NONLOCAL BOUNDARY CONDITIONS AND OPTIMAL MANAGEMENT PROBLEMS DESCRIBED BY THEM

Zamanova S.A.

Azerbaijan State University of Economics, UNEC, Baku, Azerbaijan

sevinj_zamanova@unec.edu.az

Keywords: *nonlocal boundary conditions, optimal management.*

Introduction

Many physical problems are modeled using partial differential equations (PDEs) with boundary conditions. These conditions prescribe the behavior of the solution on the boundary of the domain under consideration. In some cases, however, the behavior of the solution may depend on the values of the solution at points outside the boundary. This leads to the use of nonlocal boundary conditions (NBCs), which are characterized by their dependence on the solution outside the boundary. The use of NBCs can provide more accurate models of physical phenomena, but also leads to difficulties in solving the corresponding mathematical problems.

Optimal control problems are an important class of problems that involve NBCs. In these problems, the goal is to find a control that optimizes some objective function subject to the dynamics of the system and the nonlocal boundary conditions. The optimal control problem with NBCs is a challenging problem because the nonlocality of the boundary conditions introduces additional complexity in the problem.

In this paper, we study the problems with nonlocal boundary conditions and the optimal management problems described by them. We focus on the challenges posed by NBCs and the techniques used to overcome them. We also present some numerical results to illustrate the behavior of the solutions to problems with NBCs.

Mathematical Formulation:

We consider a general class of PDEs with NBCs of the form:

$$Lu(x) = f(x), x \in \Omega \subset R^n$$

$$\mathrm{B}u = \int \Omega K(x,y)u(y)dy = g(x), x \in \partial\Omega$$

where L is a linear differential operator, u is the solution to the PDE, f is a given function, Ω is the domain of the problem, $\partial\Omega$ is the boundary of $\Omega, \mathbf{B}$ is a linear operator defined on functions on the boundary $\partial\Omega$, K is a kernel function that describes the nonlocal behavior of the boundary conditions, and g is a given function.

The optimal management problem with NBCs is given by:

$$\min J(u,v) = \int \Omega L(u,v)dx + \psi\left(u\left(\partial\Omega\right)\right)$$

subject to:

$$Lu(x) = f(x), x \in \Omega$$
$$Bu = \int \Omega K(x, y)u(y)dy = g(x), x \in \partial\Omega$$
$$u(x,0) = u_0(x), x \in \Omega$$
$$u(x,T) = u_T(x), x \in \Omega$$
$$v(x,t) \in V, x \in \Omega, t \in [0,T]$$

where J is the objective function, L is a cost functional that depends on the state variable u and the control variable v, ψ is a boundary cost functional, T is the final time, u_0 and u_T are the initial and final states, respectively, and V is the space of admissible controls.

Challenges and Techniques

The use of NBCs introduces several challenges in solving the corresponding mathematical problems. These challenges include the nonlocality of the boundary conditions, the need for special numerical methods to handle them, and the need for appropriate regularity assumptions on the solutions to the PDEs.

One approach to solving problems with NBCs is to reformulate them as integral equations. This involves representing the nonlocal boundary conditions as integrals over the entire domain and then solving the resulting integral equations. This approach can be effective in some cases, but it can also lead to computational difficulties due to the high dimensionality of the integrals.

Another approach is to use special numerical methods designed to handle NBCs. One such method is the method of lines, which involves discretizing the PDEs in space and then solving the resulting system of ordinary differential equations in time. This approach can be effective for problems with NBCs, but it can also be computationally expensive.

Finally, appropriate regularity assumptions on the solutions to the PDEs are necessary to ensure the well-posedness of the corresponding mathematical problems. These assumptions depend on the nature of the boundary conditions and the underlying PDE. In general, smoothness and decay assumptions on the solutions are needed to ensure the existence and uniqueness of solutions to the PDEs with NBCs.

Numerical Results

To illustrate the behavior of the solutions to problems with NBCs, we present some numerical results for a simple model problem. The problem is given by the heat equation on a two-dimensional square domain with a nonlocal boundary condition:

$$\partial u/\partial t - \Delta u = f(x), x \in \Omega$$
$$u(x,t) = 0, x \in \partial\Omega$$
$$Bu = \int \Omega K(x, y)u(y)dy = g(x), x \in \partial\Omega$$

where K is a Gaussian kernel, f and g are given functions, and Ω is the unit square.

We solve this problem numerically using a finite difference method and compare the solutions with and without the nonlocal boundary condition. The results show that the nonlocal boundary condition leads to more accurate solutions, particularly near the boundary of the domain.

Conclusion

In this paper, we have studied the problems with nonlocal boundary conditions and the optimal management problems described by them. We have discussed the challenges posed by NBCs and the techniques used to overcome them. We have also presented some numerical results to illustrate the behavior of the solutions to problems with NBCs. Our results show that the use of NBCs can provide more accurate models of physical phenomena but can also lead to difficulties in solving the corresponding mathematical problems. The appropriate choice of numerical methods and regularity assumptions is crucial in addressing these challenges.

References

1. Caffarelli, L. A., & Silvestre, L. (2007). An extension problem related to the fractional Laplacian. Communications in Partial Differential Equations, 32(7-9), 1245-1260.
2. Cuesta, E., & de Teresa, L. (2006). Optimal management problems with nonlocal boundary conditions. Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications, 64(2), 345-355.
3. Li, Y., & Liang, X. (2018). Nonlocal boundary value problems of fractional differential equations: a survey. Applied Mathematics and Computation, 334, 327-342.

4. Lischke, L., & Lorz, A. (2015). Optimal control problems with nonlocal boundary conditions. Mathematical Methods of Operations Research, 81(3), 233-255.
5. McLean, W. (2000). Strongly elliptic systems and boundary integral equations. Cambridge University Press.
6. Zhou, H., Li, Y., & Liang, X. (2020). A numerical method for solving a class of fractional differential equations with nonlocal boundary conditions. Journal of Computational and Applied Mathematics, 366, 112414.
7. Zhang, Y., Liang, X., & Li, Y. (2019). Existence and uniqueness of solutions to nonlocal boundary value problems for fractional differential equations. Journal of Mathematical Analysis and Applications, 472(2), 1733-1753.

XÜLASƏ
QEYRİ-LOKAL ŞƏRTLİ SƏRHƏD MƏSƏLƏLƏRİ VƏ ONLARLA TƏSVİR OLUNAN OPTİMAL İDARƏETMƏ MƏSƏLƏLƏRİNİN TƏDQİQİ
Zamanova S.A.

Açar sözlər: *qeyri-lokal, sərhəd, optimal idaretmə.*

Bu məqalədə biz qeyri-lokal şərtli sərhəd məsələləri ilə bağlı problemləri və onların təsvir etdiyi optimal idarəetmə problemlərini araşdırdıq. Biz qeyri-lokal şərtli sərhəd məsələlərinin yaratdığı çətinlikləri və onların aradan qaldırılması üçün istifadə olunan üsulları müzakirə etdik. Qeyri-lokal şərtli sərhəd məsələləri ilə bağlı problemlərin həlli yollarını göstərmək üçün bəzi ədədi nəticələr də təqdim etdik. Nəticələrimiz göstərir ki, qeyri-lokal şərtli sərhəd məsələlərinin istifadəsi fiziki hadisələrin daha dəqiq modellərini təmin edə bilər. Ədədi metodların və qanunauyğunluq fərziyyələrinin düzgün seçilməsi bu problemlərin həllində mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

РЕЗЮМЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАДАЧ С НЕЛОКАЛЬНЫМИ КРАЕВЫМИ УСЛОВИЯМИ И ОПИСЫВАЕМЫМИ ИМИ ЗАДАЧАМИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ
Заманова С.А.

Ключевые слова: *нелокальные краевые задачи, оптимальное управление.*

В данной работе изучены задачи с нелокальными краевыми условиями и описываемые ими задачи оптимального управления. Мы обсудили проблемы, связанные с нелокальными краевыми условиями, и методы, используемые для их преодоления. Мы также представили некоторые численные результаты, чтобы проиллюстрировать поведение решений задач с нелокальными краевыми условиями. Наши результаты показывают, что использование нелокальных краевых условий может дать более точные модели физических явлений. Надлежащий выбор численных методов и предположений о регулярности имеет решающее значение для решения этих проблем.

ПРИБЛИЖЕННЫЕ МЕТОДЫ ИНТЕГРИРОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ОТКЛОНЯЮЩИМСЯ АРГУМЕНТОМ

Аббасова С.В.
Гянджинский государственный университет, Гянджа, Азербайджан
abbasovasamire@38gmail.com

Ключевые слова: *дифференциальные уравнения, численное интегрирование, приближенные методы, итерация, погрешность, аргумент, промежуток.*

Решение дифференциальных уравнений является важной и сложной задачей, возникающей при математическом моделировании различных технических задач. Поэтому в статье рассматривается применение экстрополяционных методов для численного интегрирования дифференциальных уравнений без отклонения аргумента. Для интегрирования этих уравнений на соответствующих участках могут быть использованы все известные методы численного интегрирования дифференциальных уравнений без отклонения аргумента при обычных для этих методов ограничениях.

Дифференциальные уравнения с отклоняющимся аргументом интегрируются в замкнутой форме только в совершенно исключительных случаях. Метод шагов применим для непосредственного вычисления решения лишь при условии, что число шагов для всего промежутка, на котором вычисляется решение, окажется не слишком большим, не говоря уже о том, что получающиеся при этом на каждом шаге дифференциальные уравнения без отклонений аргумента могут также не интегрироваться в замкнутой форме. Поэтому приближенные методы интегрирования уравнений с отклоняющимся аргументом приобретают первостепенное значение.

Чаще применяются различные экстраполяционные методы численного интегрирования уравнений. Сходимость построенных этими методами приближений к точному решению при стремлении шага к нулю и оценка погрешности могут быть получены совершенно так же, как и для уравнений без отклонений аргумента, поэтому вряд ли стоит на этом подробно останавливаться и целесообразнее лишь подчеркнуть некоторые особенности, возникающие при применении этих методов к уравнениям с отклоняющимся аргументом.

Рассмотрим дифференциальное уравнение с отклоняющимся аргументом

$$\dot{x}(t) = f(t, x(t)x(t-\tau)), t \geq t_0 \quad (1)$$

с одним постоянным запаздыванием $\tau \succ 0$, и пусть требуется вычислить решение основной начальной задачи для этого уравнения с начальными условиями

$$x(t) = \varphi(t), t_0 - \tau \leq t \leq t_0$$

на промежутке $t_0 \leq t \leq T.$ Точки $t_k = t_0 + k\tau \left(k = 0,1,2,..., \left[\frac{T - t_0}{\tau} \right] \right)$

разбивают промежуток [to, T] на участки, на каждом из которых, в соответствии с методом шагов, уравнение (1) заменяется дифференциальным уравнением без отклонений аргумента. Для интегрирования этих уравнений на соответствующих участках, очевидно, могут быть использованы все известные методы численного интегрирования дифференциальных уравнений без отклонений аргумента при обычных для этих методов ограничениях.

Такой подход может быть оправдан, если запаздывание τ достаточно велико. Заметим, однако, что при этом невыгодно пользоваться методами, требующими особых приемов для начала счета (например, методом Адамса), так как на каждом из отрезков $[t_k, t_{k+1}]$ счет надо начинать заново. Если вычислительная схема не связывается с методом шагов, то точки вида $t_k = t_0 + kT$ могут оказаться внутренними для промежутка, на котором работает схема. В этом случае необходимо считаться с тем, что запас гладкости решения в указанных точках может оказаться меньше, чем во внутренних точках интервалов (t_k, t_{k+1})..

Метод Эйлера и параболические методы.

Параболическими методами называют методы численного интегрирования дифференциальных уравнений, основанные на аппроксимации искомого решения дугами парабол порядка n≥2. Сюда относятся методы Адамса-Штермера, Милна и т. д. В методе Эйлера решение апроксимируется отрезками прямых. Рабочие формулы сгроятся с помощью отрезков ряда Тейлора

$$x(t_k + h). \approx x(t_k) + h\dot{x}(t_k) + ... + \frac{h^n}{n!} x^{(n)}(t_k), \quad (2)$$

где для упрощения вычислений правая часть преобразуется и обычно выражается через разности различных nорядков.

В методе Эйлера вычисление ведется по схеме

$$x_{k+1}. = x_k + q_k \quad (3)$$

где $t_k. = t_0 + kh, x_k = x(t_k), q_k = \dot{x}(t_k)h$, h- шаг вычисления. Применяя итерации, можно повысить точность вычисления.

Литература

1. Эльсгольц Л.Э., Норкин С.Б. Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом. М.: Наука,1971, 296 с.
2. Эльсгольц Л.Э. Качественные методы в математическом анализе. М.: ГТТИ, 1955, 300 с.
3. Красовский Н.Н. Теория управления движением. М.: Наука, 1968, 240 с.
4. Михлин С.Г., Смолицкий Х.Л. Приближенные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений. М.: Наука,1965, 384 с.

XÜLASƏ

YAYILAN ARQUMENTLİ DİFERENSİAL TƏNLİKLƏRİN ƏDƏDİ İNTEQRALLAMASI ÜSULLARI

Abbasova S.V.

Açar sözlər*: *diferensial tənliklər, ədədi inteqrallama,təqribi üsullar, iterasiya, xəta, arqument, parça.

Diferensial tənliklərin həlli müxtəlif texniki məsələlərin riyazi modelləşdirilməsi zamanı yaranan mühüm və mürəkkəb məsələdir. Buna görə də məqalədə arqumentdən kənara çıxmadan diferensial tənliklərin ədədi inteqrallaması üçün ekstropolyasiya üsullarından istifadə nəzərdən keçirilir.

SUMMARY

APPROXİMATE METHODS FOR İNTEGRATİON OF DİFFERENTİAL EQUATİONS WITH A DEFECTIVE ARGUMENT

Abbasova S.V.

***Keywords**: differential tones,numerical integration, approximate methods, teration, error, argument.*

The solution of differential equations is an important and complex problem that arises during the mathematical modeling of various technical problems. Evaluation of the approximations used by the numerical iteqration mixedalif extrapolation methods in the equations from the argument to the canary can be obtained in the same way. Accordingly the article considers the use of extrapolation operations for numerical inteqration of differential equations without going beyond the argument.

ОБ ОДНОЙ НАГРУЖЕННОЙ ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ НЕЛОКАЛЬНЫХ КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ ЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

[1,2]Абдуллаев В.М., [2]Джафарли С.С.

[1]*Институт систем управления, Баку, Азербайджан*

[2]*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку, Азербайджан*

vaqif_ab@rambler.ru; jafarlisoltanali@gmail.com

Ключевые слова: *оптимальное управление, нелокальные условия, сопряженная задача, многоточечные условия*

Рассматривается задача оптимизации правых частей линейных нелокальных многоточечных условий, для линейной нагруженной системой дифференциальных уравнений. Получены необходимые условия оптимальности первого порядка, позволившие использовать для численного решения рассматриваемой задачи эффективные методы первого порядка.

Рассматривается задача управления динамическим объектом, описываемого линейной нагруженной системой дифференциальных уравнений [1-3]:

$$\dot{x}(t) = A_1(t)x(t) + \sum_{j=1}^{l_2} B^j(t)x(\hat{t}^j) + A_2(t)u(t) + A_3(t),\ t \in [t_1, t_f], \tag{1}$$

с неразделенными условиями и с оптимизируемыми значениями правых частей:

$$\sum_{i=1}^{l_1} \alpha_i x(\tilde{t}^i) = \vartheta. \tag{2}$$

Здесь: $x(t) \in R^n$ – фазовая переменная; $u(t) \in U \subset R^r$ – управляющая вектор-функция из класса кусочно-непрерывных функций, допустимые значения которой принадлежат заданному выпуклому компактному множеству U. Заданными являются: непрерывные при $t \in [t_1, t_f]$ матричные функции размерности $(n \times n)$, $A_2(t)$ размерности $(n \times r)$ и n мерная вектор-функция $A_3(t)$; скалярные матрицы $\alpha_i, i = 1,2,..., l_1$, размерности $(n \times n)$; ($\tilde{t}^i \in [t^1, t^f]$ момент времени, $i = 1,2,..., l_1$, $\tilde{t}^1 < ... < \tilde{t}^{i-1} < \tilde{t}^i < ... < \tilde{t}^{l_1}$; $\hat{t}^j \in [t^1, t^f]$ заданные времена нагружения, которые $t^1 < \hat{t}^1 < ... < \hat{t}^{i-1} < \hat{t}^i < ... < \hat{t}^{l_2} < t^f$, и $t^1 = \tilde{t}^1 < \hat{t}^1, \hat{t}^{l_2} < \tilde{t}^{l_1} = t^f$; l_1, l_2 являются целыми числами.)

Оптимизируемым параметром задачи является также вектор $\vartheta \in V \subset R^n$, определяемый, как правило, воздействиями внешних источников, V – множество допустимых значений вектора параметров ϑ является компактным и выпуклым.

Целевым функционалом для нахождения оптимальных управления $u(t)$ и вектора параметров ϑ является

$$J(u, \vartheta) = \int_{t_1}^{t_f} f^0(x(t), u(t), \vartheta, t)\, dt + \Phi(\bar{x}, \vartheta) \to \min_{u(t) \in U,\, \vartheta \in V}. \tag{3}$$

Здесь $f^0(x,u,\vartheta,t)$, $\Phi(\bar{x},\vartheta)$ – заданные непрерывно дифференцируемые по $x,u,\vartheta,\bar{x}$ функции и использованы следующие обозначения:

$$\tilde{t}=(\tilde{t}^1,\tilde{t}^2,...,\tilde{t}^{l_1}),\ \hat{t}=(\hat{t}^1,\hat{t}^2,...,\hat{t}^{l_2}),\ \bar{t}=(\tilde{t}^1,\tilde{t}^2,...,\tilde{t}^{l_1},\hat{t}^1,\hat{t}^2,\hat{t}^{l_2}),$$

$$\tilde{x}=(\tilde{x}^1,\tilde{x}^2,...,\tilde{x}^{l_1})^T=(x(\tilde{t}^1),x(\tilde{t}^2),...,x(\tilde{t}^{l_1}))^T\in R^{l_1 n},$$

$$\hat{x}=(\hat{x}^1,\hat{x}^2,...,\hat{x}^{l_2})^T=(x(\hat{t}^1),x(\hat{t}^2),...,x(\hat{t}^{l_2}))^T\in R^{l_2 n},$$

$$x(\bar{t})=\bar{x}=(\bar{x}^1,\bar{x}^2,...,\bar{x}^{l_1+l_2})^T=(x(\tilde{t}^1),x(\tilde{t}^2),...,x(\tilde{t}^{l_1}),x(\hat{t}^1),...,x(\hat{t}^{l_2}))^T,$$

"T"—знак транспонирования.

Будем предполагать, что ранг расширенной матрицы $\alpha=\lfloor\alpha_0,\alpha_1,...,\alpha_{l_1}\rfloor$ размерности $(n\times l_1 n)$ равен n:

$$rang\,\alpha=rang[\alpha_1;\alpha_2;...;\alpha_{l_1}]=n. \tag{4}$$

В связи с этим будут рассмотрены следующие три возможных варианта относительно расширенной матрицы $\alpha=[\alpha_1;\alpha_2;...;\alpha_n]$ размерности $(n\times l_1 n)$, имеющей согласно (4) ранг равный *n*.

I. Матрица α_1 (или матрица α_{l_1}) имеет ранг, равный *n*, а следовательно у нее имеется обратная матрица α_1^{-1} (или $\alpha_{l_1}^{-1}$).

II. Одна из матриц $\alpha_s, s=2,3,...,l_1-1$ имеет ранг, равный *n*, т.е. имеется α_s^{-1}.

III. Все матрицы $\alpha_i,\ i=1,2,...,l_1$ имеют ранги, меньше *n*, но в силу условия (4) из расширенной матрицы α можно выбрать *n* столбцов, образующих матрицу $\hat{\alpha}$ ранга *n*.

Случай Iа. Если $rang\alpha_1=n$, а следовательно существует α_1^{-1}, для компонентов градиента функционала по управлению $u(t)$ и параметрам ϑ определяется формулами:

$$grad_u J(u,\vartheta)=-A_2^T(t)\psi(t)+\left(\frac{\partial f^0(x,u,\vartheta,t)}{\partial u}\right)^T, \tag{5}$$

$$grad_\vartheta J(u,\vartheta)=-(\alpha_1^{-1})^T\left[\psi(t_1)-\frac{\partial\Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial\bar{x}_1}\right]+\frac{\partial\Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial\vartheta}+\int_{t_1}^{t_f}\frac{\partial f^0(x,u,\vartheta,t)}{\partial\vartheta}dt, \tag{6}$$

где сопряженная краевая задача имеет вид

$$\dot{\psi}(t)=-A_1^T(t)\psi(t)-\sum_{j=1}^{l_2}\delta(t-\hat{t}_j)\int_{t^1}^{t^f}(B^j(t))^*\psi(t)dt+$$

$$+\left(\frac{\partial f^0(x,\vartheta,t)}{\partial x}\right)^T,\ t\in(\bar{t}_\mu,\bar{t}_{\mu+1}),\ \mu=1,2,...,l_1-1, \tag{7}$$

$$\alpha_L^T(\alpha_1^{-1})^T\psi(t_1)+\psi(t_f)=-\frac{\partial\Phi^T(x,\vartheta)}{\partial\bar{x}_{l_1}}+\alpha_{l_1}^T(\alpha_1^{-1})^T\frac{\partial\Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial\bar{x}_1}, \tag{8}$$

$$\psi(\tilde{t}_i^{+})=\psi(\tilde{t}_i^{-})+\alpha_i^T(\alpha_1^{-1})^T\psi(t_1)+\frac{\partial\Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial\bar{x}_i}-\alpha_i^T(\alpha_1^{-1})^T\frac{\partial\Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial x_1},\ i=2,3,...,l_1-1. \tag{9}$$

$$\psi(\hat{t}_+^i)=\psi(\hat{t}_-^i)+\frac{\partial\Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial\hat{x}^i},\ i=1,2,...,l_2. \tag{10}$$

Здесь $\psi(t_i^+)=\lim_{\varepsilon\to+0}\psi(t_i+\varepsilon)$, $\psi(t_i^-)=\lim_{\varepsilon\to+0}\psi(t_i-\varepsilon)$.

Случай Iб. Если $rang\alpha_{l_1}=n$, для компонент градиента функционала по ϑ имеет место формула:

$$grad_{\vartheta} J(u,\vartheta) = -(\alpha_{l_1}^{-1})^T \left[\psi(t_f) - \frac{\partial \Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_{l_1}} \right] + \frac{\partial \Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial \vartheta} + \int_{t_1}^{t_f} \frac{\partial f^0(x,\vartheta,t)}{\partial \vartheta} dt, \quad (11)$$

Вместо формул (7), (8) будем иметь:

$$\psi(t_1) + \alpha_1^T (\alpha_{l_1}^{-1})^T \psi(t_f) = \frac{\partial \Phi(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_1} - \alpha_1^T (\alpha_{l_1}^{-1})^T \frac{\partial \Phi(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_{l_1}}, \quad (12)$$

$$\psi(\tilde{t}_i^{+}) = \psi(\tilde{t}_i^{-}) - \alpha_i^T (\alpha_{l_1}^{-1})^T \psi(t_f) + \frac{\partial \Phi(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_i} - \alpha_i^T (\alpha_{l_1}^{-1})^T \frac{\partial \Phi(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_{l_1}}. \quad (13)$$

Случай II. Если обратима одна из матриц α_s, $0 < s < l_1 - 1$, то $rang\alpha_{l_1} = n$, для компонент градиента функционала по ϑ имеет место формула:

$$grad_{\vartheta} J(u,\vartheta) = -(\alpha_s^{-1})^T \left[(\psi(\bar{t}_s^{+}) - \psi(\bar{t}_s^{-})) - \frac{\partial \Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_s} \right] + \frac{\partial \Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial \vartheta} + \int_{t_1}^{t_f} \frac{\partial f^0(x,\vartheta,t)}{\partial \vartheta} dt. \quad (14)$$

Вместо формул (7), (8) будем иметь:

$$\psi(t_1) = \alpha_1^T (\alpha_s^{-1})^T (\psi(\bar{t}_s^{+}) - \psi(\bar{t}_s^{-})) + \frac{\partial \Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_1} - \alpha_1^T (\alpha_s^{-1})^T \frac{\partial \Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_s}, \quad (15)$$

$$\psi(t_f) = -\alpha_{l_1}^T (\alpha_s^{-1})^T (\psi(\bar{t}_s^{+}) - \psi(\bar{t}_s^{-})) - \frac{\partial \Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_{l_1}} + \alpha_{l_1}^T (\alpha_s^{-1})^T \frac{\partial \Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_s}, \quad (16)$$

$$\psi(\tilde{t}_i^{+}) = \psi(\tilde{t}_i^{-}) + \alpha_i^T (\alpha_s^{-1})^T (\psi(\bar{t}_s^{+}) - \psi(\bar{t}_s^{-})) + \frac{\partial \Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_i} -$$

$$- \alpha_i^T (\alpha_s^{-1})^T \frac{\partial \Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_s}, i = 2,3,...,l_1 - 1, i \neq s. \quad (17)$$

Случай III. Пусть n–мерная квадратная матрица $\hat{\alpha}$ ранга n образована n столбцами расширенной матрицы α: $rang\,\alpha = rang\bar{\alpha} = n$. Тогда для компонент градиента функционала по ϑ имеет место формула:

$$\frac{\partial J}{\partial \vartheta_k} = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{\partial \Phi(\bar{x},\vartheta)}{\partial \tilde{x}_{k_i}^{s_i}} + \Delta\psi_{k_i}(\bar{t}_{s_i}) \right] c_{ik} + \frac{\partial \Phi(\bar{x},\vartheta)}{\partial \vartheta_k} + \int_{t_1}^{t_f} \frac{\partial f^0(x,u,\vartheta,t)}{\partial \vartheta_k} dt,\ k = 1,2,...,n. \quad (18)$$

Вместо формул (7), (8) будем иметь:

$$\psi_{g_\nu}(\bar{t}_{q_\nu}^{+}) = \psi_{g_\nu}(\bar{t}_{q_\nu}^{-}) + \sum_{i=1}^{n} b_{i\nu} \left(\frac{\partial \Phi(\bar{x},\vartheta)}{\partial \tilde{x}_{k_i}^{s_i}} + \psi_{k_i}(\bar{t}_{s_i}^{-}) - \psi_{k_i}(\bar{t}_{s_i}^{+}) \right) + \frac{\partial \Phi(\bar{x},\vartheta)}{\partial \tilde{x}_{g_\nu}^{q_\nu}},\ \nu = 1,..,(l_1 - 1)n.$$

(19)

Здесь k_i является номером столбца матрицы $\alpha_{s_i}, 1 \le i \le n$, $1 \le s_i \le l_1$, $i = 1,2,...,n$, включенного в матрицу $\hat{\alpha}$, т.е. i-ый столбец $\hat{\alpha}^i$ матрицы $\hat{\alpha}$ является k_i-ым столбцом матрицы α_{s_i}. g_ν является номером столбца остаточные матрица размера $(n \times (l_1 - 1)n)$, где $(g_i, q_i) \neq (s_j, k_j)$ и $1 \le g_i \le n$ и $1 \le q_j \le l_1$ при $i, j = 1,2,...,n$. n–мерную квадратную матрицу $\hat{\alpha}^{-1}$ обозначим через C элементами c_{ij}, а матрицу $(-\hat{\alpha}^{-1}\bar{\alpha})$ размера $n \times (l_1 - 1)n$ – через B с элементами b_{ij}.

Формулы для градиента функционала в задаче (1)-(3) несколько в другой форме можно получить аналогично, введением в функцию Лагранжа задачи слагаемого для учета ограничений (2).

Пользуясь произвольностью вектор-функции $\psi(t)$ и вектора $\lambda \in R^n$, тогда $\psi(t)$ является решением сопряженного уравнения (7) и удовлетворялись следующие условия:

$$\psi(t_1) = \frac{\partial \Phi^T(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_1} + \alpha_1^T \cdot \lambda, \qquad \psi(t_f) = -\frac{\partial \Phi(\bar{x},\vartheta)}{\partial \bar{x}_L} - \alpha_L^T \cdot \lambda, \quad (20)$$

$$\psi(\tilde{t}_+^i) = \psi(\tilde{t}_-^i) + \frac{\partial \Phi(\bar{x}, \vartheta)}{\partial \tilde{x}^i} + \alpha_i^T \cdot \lambda, \ i = 2,3,\ldots, l_1 - 1, \tag{21}$$

$$\psi(\hat{t}_+^i) = \psi(\hat{t}_-^i) + \frac{\partial \Phi(\bar{x}, \vartheta)}{\partial \hat{x}^i}, \ i = 1,2,\ldots, l_2. \tag{22}$$

Тогда для компонент градиента функционала по ϑ имеет место формула:

$$grad_{\vartheta} J(u, \vartheta) = \int_{t_1}^{t_f} \frac{\partial f^0(x, u, \vartheta, t)}{\partial \vartheta} dt + \frac{\partial \Phi(\bar{x}, \vartheta)}{\partial \vartheta} - \lambda. \tag{23}$$

Литература

1. Nakhushev A. M. Loaded Equations and Applications M.: Nauka, 2012 [in Russian].
2. Abdullayev V.M., Aida-zade, K.R. Approach to the Numerical Solution of Optimal Control Problems for Loaded Differential Equations with Nonlocal Conditions // Comput. Math. and Math. Phys. 2019, Vol. 59. No. 5.
3. Aida-zade K.R., Abdullayev V.M. Solution to a class of inverse problems for system of loaded ordinary differential equations with integral conditions // J. Inverse Ill-Posed Probl., 2016. V. 24. No. 5. P. 543–558.

XÜLASƏ

XƏTTİ DİNAMİK SİSTEM ÜÇÜN BİR YÜKLƏNMİŞ MƏSƏLƏNİN QEYRİ - LOKAL ŞƏRTLƏRİNDƏ OLAN PARAMETRLƏRİN OPTİMALLAŞDIRILMASI

Abdullayev V.M., Cəfərli S.S.

Açar sözlər: *optimal idarəetmə, qeyri lokal şərtlər, qoşma məsələ, çoxnöqtəli şərtlər.*

Yüklənmiş xətti diferensial tənliklər sistemi üçün xətti qeyri-lokal çoxnöqtəli şərtlərin sağ tərəflərinin optimallaşdırılması məsələsinə baxılır. Baxılan məsələnin ədədi həlli üçün birinci tərtib effektiv üsullardan istifadə etməyə imkan verən optimallıq üçün birinci tərtibi zəruri şərtlər alınmışdır.

SUMMARY

ON A LOADED PROBLEM OF OPTIMIZING THE PARAMETERS OF NONLOCAL BOUNDARY CONDITIONS OF A LINEAR DYNAMIC SYSTEM

Abdullayev V.M., Jafarli S.S.

Keywords: *Optimal control, nonlocal conditions, conjugate problem, multipoint conditions*

The problem of optimization of the right-hand sides of linear nonlocal multipoint conditions for a linear system of loaded differential equations is considered. The first-order necessary optimality conditions are obtained, which makes it possible to use efficient first-order methods for the numerical solution of the problem under consideration.

ОБ ОДНОЙ ДИСКРЕТНОЙ ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ

Алиева С.Т.

Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан

saadata@mail.ru

Ключевые слова: *двухпараметрическая дискретная задача, допустимое управление, уравнения с запаздыванием, оптимальное управление.*

В работе рассматривается одна задача оптимального управления двухпараметрическими дискретными системами с запаздыванием. Получены необходимые условия оптимальности при выпуклости аналога множества допустимых скоростей.

К настоящему времени ряд необходимых условий оптимальности в различных системах с запаздыванием и терминальным критерием качества различными способами исследованы в работах [1–5] и др.

Рассмотрим задачу о минимуме терминального функционала

$$S(u) = \varphi\big(z(t_1, x_1)\big), \tag{1}$$

при следующих ограничениях

$$u(t, x) \in U \subset R^r, (t, x) \in D = \{t_0, t_0 + 1, \ldots, t_1 - 1\} \times \{x_0, x_0 + 1, \ldots, x_1 - 1\}, \tag{2}$$

$$z(t+1,x+1)=f\big(t,x,z(t,x),z(t-N,x),u(t,x)\big), \quad (3)$$

с начальными условиями

$$z(t,x)=a(t,x),$$
$$(t,x)\in E_{t_0}=\{t_0-N,t_0-N+1,\dots,t_0\}\times\{x_0,x_0+1,\dots,x_1-1\}$$
$$z(t,x_0)=b(t), \quad (4)$$
$$a(t,x_0)=b(t_0). \quad (6)$$

Здесь N -заданное натуральное число (запаздывание), $f(t,x,z,u)$ −заданная $n-$мерная вектор-функция, непрерывная по совокупности переменных вместе с частными производными по (z), t_0,t_1,x_0,x_1 заданы, $a(t,x)$, $b(t)-$заданная $n-$мерная дискретная вектор-функция. U −заданное, непустое и ограниченное множества, $u(t,x)-r$ мерная функция вектор управляющих воздействий.

Управляющую функцию назовем допустимым управлением, если она удовлетворяет ограничению (2).

Предполагается что, при каждом заданном допустимом управлении дискретный аналог задачи Коши, т.е. задача (5)-(6), имеет единственное решение.

Допустимое управление $u(t,x)$, доставляющее минимум функционалу (1) при ограничениях (2)–(6), называется оптимальным управлением, а пара $\big(z(t,x),u(t,x)\big)-$ оптимальным процессом.

Предположим, что вдоль допустимого процесса $u(t,x),z(t,x)$ множество

$$f(t,x,z(t,x),y(t,x),U)=\{\beta:\beta=f(t,x,z(t,x),y(t,x),v),v\in U\}$$

выпукло.

Положим $H(t,x,z,u,\psi)=\psi'(t,x)f(t,x,z,y,u)$

Функция $H(t,x,z,u,\psi)$ называется функцией Гамильтона-Понтрягина для рассматриваемой задачи (1)-(5). Здесь $\psi(t,x)$ является решением следующей системы

$$\sum_{t=t_0}^{t_1-1}\sum_{x=x_0}^{x_1-1}H_y\big(t,x,z(t,x),u(t,x)\psi(t,x)\big)\Delta z(t-N,x)=$$
$$=\sum_{t=t_0}^{t_1-1-N}\sum_{x=x_0}^{x_1-1}H_y\big(t+N,x,z(t+N,x),u(t+N,x)\psi(t+N,x)\big)\Delta z(t,x),$$
$$\psi(t-1,x-1)=H_z[t,x]+H_y[t+N,x],t=t_0,\dots,t_1-N-1,x\in X,$$
$$\psi(t_1-1,x_1-1)=-\varphi_z\big(z(t_1,x_1)\big),$$
$$\psi(t-1,x-1)=H_z[t,x],t=t_1-1-N,\dots,t_1,x\in X,$$
$$\psi(t_1-1,x-1)=0,$$
$$\psi(t-1,x_1-1)=0.$$

Теорема (Дискретный принцип максимума для системы с запаздыванием). Если в задаче (1)-(6) вдоль допустимого процесса $\big(u(t,x),z(t,x)\big)$ множество допустимых скоростей системы (3) выпукло, то для оптимальности управления $u(t,x)$ в рассматриваемой задаче необходимо, чтобы неравенство (19) выполнялось для любого $v(t,x)\in U,t\in T$.

Литература

1. Габасов Р., Кириллова Ф. М. Особые оптимальные управления, М.: Наука, 1973, ISBN 978-5-397-05730-1, 256 с.
2. Мансимов К. Б. Особые управления в системах с запаздыванием, Баку: Елм, 1999, 176 с.
3. Марданов М.Дж., Мансимов К.Б., Меликов Т.К. Исследование особых управлений и необходимые условия оптимальности второго порядка в системах с запаздыванием, Баку: Елм, 2013, 356 с.
4. Меликов Т.К., Марданов М.Д. К необходимым условиям оптимальности в системах с запаздыванием // Известия АН Азербайджанской ССР. Сер. физ. техн. и мат. наук. 1979. № 6. С. 119–125. Васильев Ф. П. Методы оптимизации, Факториал, М., 2001, ISBN 978-5-94057-707-2, 824 с.
5. Мансимов К.Б. Дискретные системы. Баку: Изд-во БГУ. 2013, 151 с.

XÜLASƏ

BİR SİNİF GECİKMƏYƏ MALİK DİSKRET İKİPARAMETRLİ OPTİMAL İDARƏETMƏ MƏSƏLƏSİ

Əliyeva S.T.

Açar sözlər: *diskret ikiparametrli məsələ, mümkün idarə, xəttiləşdirilmiş gecikməyə malik idarəetmə məsələsi, optimal idarə.*

İşdə bir sinif gecikməyə malik diskret ikiparametrli optimal idarəetmə məsələsinə baxılır. Mümkün surətlər çoxluğunun qabarıqlığı şərti daxilində optimallıq üçün zəruri şərt tapılır.

SUMMARY

ABOUT ONE DISCRETE TWO-PARAMETER OPTIMAL CONTROL PROBLEM OF WITH DELAY

Aliyeva S.T.

Keywords: *two-parameter discrete problem, admissible control, delay control, optimal control.*

The paper considers one problem of optimal control of two-parameter discrete systems with delay. Necessary optimality conditions are obtained for the convexity of the set of admissible velocities.

ОБ АСИМПТОТИЧЕСКОМ ПОВЕДЕНИИ ОБОБЩЕННЫХ РЕШЕНИЙ ОПЕРАТОРНО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ЧАСТНЫМИ ПРОИЗВОДНЫМИ

[1]Асланов Г.И., [2]Сулейманов С.Е.

[1]Институт математики и механики, Баку, Азебайджан

[2]Агджабединский филиал Азербайджанского государственного педагогического университета

aslanov-50@mail.ru

Ключевые слова: *пространства Гильберта, оператор, операторно-дифференциальные уравнения, преобразование Фурье, обобщенные решения, резольвента.*

Пусть $H_0 \supset H_1 \supset H_2 \supset ... \supset H_m$ семейства гильбертовых пространств, где все вложения компактные. Рассмотрим уравнение

$$\alpha u \equiv \sum_{|\alpha| \le m} A_\alpha D^\alpha u \equiv f(x) \tag{1}$$

где $x = x_1, x_2, ..., x_n \in R^n$, $u(x) \in H_m$, $D^\alpha = \dfrac{\partial^{|\alpha|}}{\partial x_1^{\alpha_1} \partial x_2^{\alpha_2} ... \partial x_n^{\alpha_n}}$, $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_n)$, $|\alpha| = \alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_n$, $f(x) \in H_0$, $D^\alpha u \in H_{m-|\alpha|}$, $A_\alpha : H_{m-|\alpha|} \to H_0$ - линейные ограниченные операторы. Через $R(\lambda)$ обозначаем оператор:

$$R(\lambda) = \left[\sum_{|\alpha| \le m} A_\alpha (i\lambda)^\alpha \right]^{-1}$$

действующий из H_0 в H_m. Здесь $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n)$, $\lambda_1, \lambda_2, ..., \lambda_n$ комплексные числа и $\lambda^\alpha = \lambda_1^{\alpha_1} \lambda_2^{\alpha_2} ... \lambda_n^{\alpha_n}$. Основным результатом данной работы является доказательство следующей теоремы.

Теорема: Предположим, что $R(\lambda) : H_0 \to H_m$ - ограниченный оператор при $\lambda \in R^n | 0$ причем

$$\left\| D^\alpha R(\lambda) \right\|_{H_0 \to H_m} \le c |\lambda|^{m\alpha}, \forall \alpha \tag{2}$$

при некотором $|\lambda| > 1$ и некотором *m*.

Кроме того, существует $P(\lambda)$ - однородный полинам степени к такой, что $P(\lambda) \ne 0$ при $\lambda \in R^n | 0$ и $R(\lambda)P(\lambda)$ - бесконечно дифференцируемая функция λ при $|\lambda| = 1$.

Тогда если $f(x)$ имеет компактный носитель, $D^\alpha f(x) \leftarrow H_0$ при всех α, то существует решения уравнения (1) такое, что

$$u(x) = \sum_{|\alpha| \le N} e_\alpha D^\alpha \Gamma(x) + O\left(|x|^{k-n-N} \right) \tag{3}$$

при $|x| \to \infty$, где $e_\alpha \leftarrow H_m$, $\Gamma(x) = \Phi(x)|x|^{k-n}$, $\Phi(x)$ - однородная функция степени нуль, если $k < n$ или n – нечетное, $\Gamma(x) = \Phi_1(x)\ln|x|$, $\Phi_1(x)$ - однородная функция степени нуль, если $k < n$, n – четное.

Литература

1. Асланов Г.И. О дифференциальных уравнениях с операторными коэффициентами в гильбертовых пространствах. Вестник Бакинского университета, 1993, №1, с. 83-89.

XÜLASƏ

XÜSUSİ TÖRƏMƏLİ OPERATOR-DİFERENSİAL TƏNLİYİN ÜMUMİLƏŞMİŞ HƏLLİNİN ASİMPTOTİKASI HAQQINDA

Aslanov H.İ., Süleymanov S.E.

Açar sözlər: *Hilbert fəzası, operator, operator-diferensial tənlik, Furye çevirməsi, ümumiləşmiş həll, rezolventa.*

Məqalədə Hilbert fəzasında yüksək tərtibli operator-diferensial tənlik nəzərdən keçirilir. Verilmiş tənliyin ümumiləşmiş həllinin asimptotikası haqqında teorem isbat edilmişdir.

SUMMARY

ON ASIMPTOTICS OF THE GENERALIZED SOLUTIONS OF PARTIAL OPERATOR-DIFFERENTIAL EQUATION

Aslanov H.I., Suleymanov S.E.

Keywords: *Hilbert space, operator, operator-differential equation, Fourier transformation, generalized solution, rezolvent.*

In this paper, the higher order operator-differential equation is considered in Hilbert space. The theorem about the asymptote representation of the solution of the given equation is proved.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ И БАРИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ИЗВЕСТНЯКОВ

[1,2]Бейбалаев В.Д., [1,2]Аливердиев А.А.

[1] *ИПГВЭ ОИВТ РАН, Махачкала, Россия*

[2] *Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия*

kaspij_03@mail.ru, aliverdi@mail.ru

Ключевые слова: *теплопроводность, горные породы, эмпирическое уравнение, статистический анализ.*

В работе на основе полученных экспериментальных данных по теплопроводности известняка в диапазоне температур 273*К* – 523 *К* и давлений до 400 *МПа*, характерных для природных условий, выведены эмпирические уравнения для расчета теплопроводности известняка. Проведено статистическое исследование полученного уравнения и показана согласованность экспериментальных данных с эмпирическими данными.

Описание температурно-барической зависимости эффективной теплопроводности горных пород является ключевым для осуществления расчета температурных полей в широком диапазоне приложений [1,2].

Для расчета эффективной теплопроводности может быть применено уравнение вида:

$$\lambda(T,P) = f(\lambda_0, P_{np}) \cdot \left(\frac{T}{T_0}\right)^{n(P_{np})}, \qquad (1)$$

где $P_{np} = \frac{P}{P_0}, P_0 = 0.1$, $f(\lambda_0, P_{np}) = \lambda_0 \cdot C(T_0, P_{np})$, коэффициент C и показатель n являются безразмерными величинами, зависящими от давления и не зависящими от выбора фиксированной температуры T_0, а функция $f(\lambda_0, P_{np})$ имеет размерность теплопроводности. [2,3]

Функциональные коэффициенты $n(P_{пр})$ и $C(P_{пр})$ на основе данных экспериментальной температурно-барической зависимости для газонасыщенного известняка (месторождение Солтан-Гаша, Южно-Сухокумск, глубина залегания 2685 м, плотность ρ=2.38·10^3 кг/м^3, пористость *k*=5% [4]), аппроксимированы в виде:

$$n(P) = b\ln(P) + a, \quad (2)$$

$$C(P) = c \cdot P_{пр}^{d}, \quad (3)$$

где коэффициенты *a*, *b*, *c* и *d* определяются методом наименьших квадратов по экспериментальным данным. Для газонасыщенного известняка получаем $a = -0.3821,\ b = 0.0111,\ c = 0.9984,\ d = 0.02$ Для определения согласованности экспериментальных данных с эмпирическими уравнениями, найдены ошибку аппроксимации и индекс детерминации. Статистическая значимость коэффициента детерминации определена по критерию Фишера.

На рис. 1 и 2 приведены графики зависимости теплопроводности газонасыщенного известняка от давления при различных значениях температуры и от температуры при различных значениях давления согласно уравнению (1) и экспериментальным данным. Как мы видим из рис. 1 и 2, экспериментальные данные хорошо согласуются с эмпирическими.

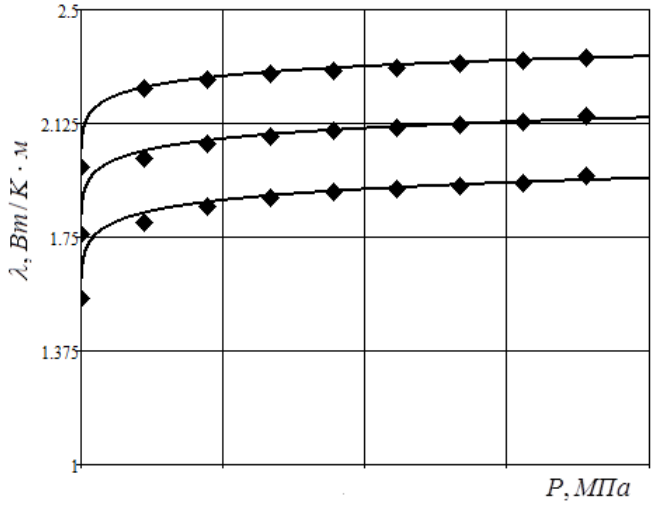


Рис. 1. *Зависимость теплопроводности газонасыщенного известняка от давления при различных температурах*

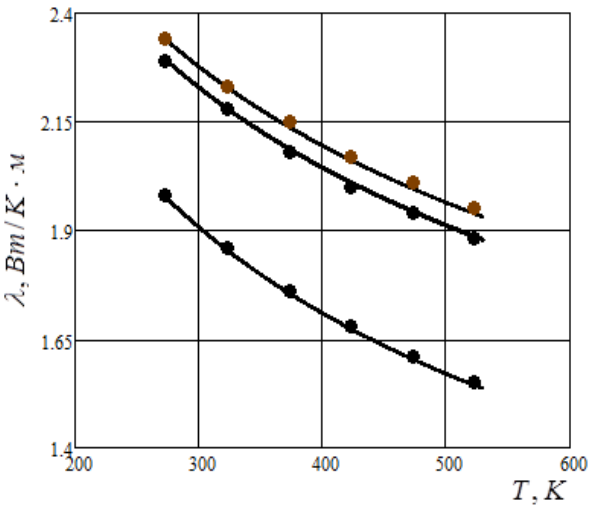


Рис. 2. *Зависимость теплопроводности газонасыщенного известняка от температуры при различных значениях давления.*

Выводы. Таким образом, результаты исследований показали, что температурная зависимость теплопроводности на всем барическом диапазоне следует степенному закону $\lambda \sim T^n$. Барическая зависимость проявляет резкий нелинейный рост до 100 МПа, сопровождающийся существенным изменением значения степенного показателя.

Литература

1. Kämmlein, M.; Stollhofen, H. (2019) Pore-fluid-dependent controls of matrix and bulk thermal conductivity of mineralogically heterogeneous sandstones. Geotherm Energy, 7(13). https://doi.org/10.1186/s40517-019-0129-4
2. Emirov, S.; Aliverdiev, A.; Beybalaev, V.; Amirova A. (2021) On the temperature and pressure dependences of the effective thermal conductivity of granites. Thermal Science, 25 (4A), 2493-2501 https://doi.org/10.2298/TSCI200408176E
3. Emirov, S.N.; Aliverdiev, A.A.; Beybalaev, V.D.; Aliev, R.M.; Ramazanova, E.N.; Amirova, A.A. (2021) Effect of Pressure on the Temperature Dependence of the Thermal Conductivity of Arsenic Chalcogenide with Different Ordering. Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. 85 (9), 979-982 https://doi.org/10.3103/S1062873821090094.
4. Эмиров, С.Н.; Аливердиев, А.А.; Заричняк, Ю.П.; Бейбалаев, В.Д.; Алиев, Р.М.; Амирова, А.А. (2022) Влияние флюидонасыщения на эффективную теплопроводность осадочных пород. XII

Международная научная конференция «Химическая термодинамика и кинетика»: Сборник научных трудов – Тверь, Тверской государственный университет, 337-338.

XÜLASƏ
TEMPERATUR VƏ BARİK TƏDQİQİ ZƏNGLƏRİN İSTİLİK KEÇİRİCİLİYİNDƏKİ DƏYİŞİKLİKLƏRİN QANUNAUYĞUNLUQLARI
Baybalayev V.D., Əliverdiyev A.A.

Açar sözlər: *istilikkeçiricilik, cinslər, empirik tənlik, statistik analiz.*

273 K-523 K temperatur diapazonundakı kirpinin istilikkeçiriciliyi və təbii şəraitə xas olan 400 MPa-ya qədər təzyiqlər haqqında alınan eksperimental məlumatlar əsasında ohidin istilikkeçiriciliyinin hesablanması üçün empirik tənliklər çıxarılmışdır. Nəticəli tənliyin statistik tədqiqi yerinə yetirilir və eksperimental məlumatlar və empirik məlumatlar arasında razılıq göstərilir.

SUMMARY
STUDY OF TEMPERATURE AND BARICPATTERNS OF CHANGES IN THE THERMAL CONDUCTIVITY OF LIMESTONES
Baybalaev V.D., Aliverdiyev A.A.

Keywords. *Thermal conductivity, rocks, empirical equation, statistical analysis.*

Based on the obtained experimental data on the thermal conductivity of limestone in the temperature range of 273 K - 523 K and pressures up to 400 MPa, typical for natural conditions, empirical equations are derived for calculating the thermal conductivity of limestone. A statistical study of the resulting equation is carried out and the agreement between experimental data and empirical data is shown.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДАМИ ОПТИМИЗАЦИИ ОБРАТНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ ВТОРОГО ПОРЯДКА

Зейналлы С.М., Зейналлы Ф.М.
Гянджинский государственный университет, Гянджа, Азербайджан
zeynallisubhiyya@gmail.com, farahzeynalli@rambler.ru

Ключевые слова: *алгоритм, функция, обратная граничная задача, условие оптимальности, сопряжённая задача, градиент функционала.*

Обратные задачи для дифференциальных уравнений заключаются в поиске коэффициентов рассматриваемых уравнений или коэффициентов краевых условий при наличии дополнительных информаций. Такие задачи возникают в областях геофизики, сейсмологии, гидродинамики и т.д., поэтому исследование таких задач является актуальной задачей современной математики.

В настоящей работе рассматривается обратная граничная задача для линейного гиперболического уравнения второго порядка и поиск неизвестной граничной функции приводится к задаче минимизации некоторого функционала, построенного с помощью дополнительного данного, получается градиент функционала и предлагается численный алгоритм для нахождения неизвестной граничной функции.

1. Постановка задачи. В цилиндре $Q_T = \Omega \times (0,T)$ рассматривается краевая задача

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + Au = 0,\ (x,t) \in Q_T, \tag{1}$$

$$u|_{t=0} = 0, \left.\frac{\partial u}{\partial t}\right|_{t=0} = 0, x \in \Omega, \tag{2}$$

$$\left.\frac{\partial u}{\partial \nu_A}\right|_{S_T^1} = 0, \quad \left.\frac{\partial u}{\partial \nu_A}\right|_{S_T^2} = \mathbf{V}(s,t), (s,t) \in S_T^2, \tag{3}$$

где Ω - ограниченная область в R^n $(n \geq 2)$ с гладкой границей Γ, $S_T = \Gamma \times (0,T)$ - боковая поверхность цилиндра Q_T, $S_T = S_T^1 \cup S_T^2$, $S_T^1 = \Gamma_1 \times (0,T), S_T^2 = \Gamma_2 \times (0,T), \Gamma = \Gamma_1 \cup \Gamma_2, \Gamma_1 \cap \Gamma_2 = \varnothing$, $mesS_T^i > 0$, $i = 1,2$,

$$Au = -\sum_{i,j=1}^{n} \frac{\partial}{\partial x_i}\left(a_{ij}(x) \frac{\partial u}{\partial x_j} \right),$$

причем $a_{ij}(x)$ - заданные функции из $C^1(\overline{\Omega})$, $\forall \xi \in R^n$ и для всех $x \in \overline{\Omega}$

$$\sum_{i,j=1}^{n} a_{ij}(x)\xi_i\xi_j \geq \alpha \sum_{i=1}^{n} \xi_i^2,\ \alpha = const > 0,$$

$$a_{ij}(x) = a_{ji}(x),\ i, j = 1,...n,$$

$\frac{\partial u}{\partial \nu_A} \equiv \sum_{i,j=1}^{n} a_{ij} \frac{\partial u}{\partial x_i} \cos(\nu, x_i)$ - конормальная производная, а ν - внешняя нормаль к границе Γ области Ω, $T > 0$ - заданное постоянное.

В (3) $\mathbf{V}(s,t)$ - неизвестная граничная функция. Для определения неизвестной функции $\mathbf{V}(s,t)$, имеется дополнительная информация (условие переопределения)

$$u|_{S_T^1} = a(s,t),\ (s,t) \in S_T^1, \tag{4}$$

где $a(s,t) \in L_2(S_T^1)$ - заданная функция. Мы сводим эту задачу к постановке задачи минимизации функционала, т.е. на решениях задачи (1)-(3) минимизируем функционал

$$J(\mathbf{V}) = \frac{1}{2} \int_{S_T^1} [u(s,t;\mathbf{V}) - a(s,t)]^2 ds dt, \tag{5}$$

где $u(x,t;\mathbf{V})$ является решением задачи (1)-(3), которое соответствует функции $\mathbf{V}(s,t)$. Предполагается, что $\mathbf{V}(s,t) \in L_2(S_T^2)$.

Предположим, что при каждом фиксированном управлении $\mathbf{V}(s,t)$ краевая задача (1)-(3) имеет единственное обобщенное решение из $W_2^1(Q_T)$ [7].

Если мы найдем функцию $\mathbf{V}(s,t)$, которая доставляет функционалу (5) нулевое значение, тогда дополнительная информация (4) выполняется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абашеева Н.Л.Линейная обратная задача для операторно-дифференциального уравнения с параметром // Неклассические уравнения математической физики.Новосибирск:Ин-т математики, 2007, с.5-14.
2. Anikonov Yu.E. Selected Formulas of the Theory of İnverse Problems // Journal of İnverse and İLL-Posed Problems, 15 (2007), p.549-568.
3. Васильев Ф.П.Методы решения экстремальных задач.М.: Наука, 1981, 400 с.
4. Кабанихин С.И., Искаков Т.К. Оптимизационные методы решения коэффициентных обратных задач.Новосибирск:Наука,2001, 315 с.
5. Кабанихин С.И.Обратные и некоректные задачи.М.: Издательский центр, 2008, 345 с.
6. Кожанов **А**.И.,Валитов И.Р. О разрешимости некоторых гиперболических обратных задач с двумя неизвестными коэффициентами // Мат. Заметки ЯГУ,14(2007), с.3-16.
7. Ладыженская О.А.Краевые задачи математической физики.: Наука, 1973,408 с.
8. Латтес Р., Лионс Ж.-Л.Метод квазиобращения и его приложения.М.: Мир, 1970, 336 с.
9. Лионс Ж.-Л. Оптимальное управление системами, описываемыми уравнениями с частными производными.М.: Мир. 1972, 415 с.
10. Романов В.Г. Некоторые обратные задачи для уравнений гиперболического типа. Новосибирск: Наука, 1972, 164 с.

XÜLASƏ

İKİTƏRTİBLİ HİPERBOLİK TƏNLİKLƏR ÜÇÜN TƏRS SƏRHƏD MƏSƏLƏLƏRİNİN OPTİMALLAŞDIRILMASININ TƏDQİQİ ÜSULLARI

Zeynallı S.M., Zeynallı F.M.

Açar sözlər: *tərs sərhəd məsələsi, optimallıq şərti, qoşma məsələ, funksionalın qradienti.*

Diferensial tənliklər üçün tərs məsələlər əlavə informasiyalar olduqda baxılan tənliklərin və ya sərhəd şərtlərinin əmsallarının tapılmasından ibarətdir. Belə məsələlər geofizika, seysmologiya, hidrodinamika və s. sahələrdə meydana çıxır, ona görə də belə məsələlərin tədqiqi müasir riyaziyyatın aktual məsələsidir.

SUMMARY
RESEARCH BY THE METHODS OF OPTİMİZATİON OF REVERSE BORDER TASK FOR HYPERBOLİC EQUALİZATİON THE SECOND ORDER
Zeynalli S.M., Zeynalli F.M.

Keywords: *inverse boundary problem, optimality condition, adjoint problem, gradient of the functional.*

Inverse problems for the differential eguations or boundary conditions under some additional conditions.Since such problems arise in geophysics, seismology, hidrodynamics etc. The investigation of these problems is an actual problems of the modern mathematics. Diferensial Geofizikanın ağ problemləri, seysmologiya, hidrodinamika və s. düzgün yaranır, ona görə də belə Problemlərin öyrənilməsi müasir riyaziyyatın aktual vəzifəsidir.

УСТОЙЧИВОСТЬ РЕШЕНИЙ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ ИТО С ДРОБНЫМ ВРЕМЕНЕМ И С ЗАПАЗДЫВАНИЯМИ

Кадиев Р.И.
Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН,
Дагестанский государственный университет, Махачкала, Российская Федерация
kadiev_r@mail.ru

Ключевые слова: *устойчивость решений, уравнение ИТО с дробным временем, метод вспомогательных или модельных уравнений.*

Дробное исчисление пременяется для моделирования различных процессов, которые, как оказалось, лучше всего описываются дробным дифференциальным уравнением. Отметим, что стандартные математические модели производных целого порядка, включая нелинейные модели, во многих случаях работают неадекватно. В последние годы дробное исчисление играет очень важную роль в различных областях, таких как механика, электричество, химия, биология, экономика, особенно теория управления, а также обработка сигналов и изображений.

Стохастические дифференциальные уравнения с дробным временем последнее время стали популярными в приложениях. Для того, чтобы обойти некоторые недостатки, связанные с классическим определением дробной производной Римана-Лиувилля, было использовано альтернативное понятие для дробных производных. Одна из таких альтернатив называется производной типа Жюмари, которая является просто альтернативой определению дробной производной Римана-Лиувилля.

Модели, основанные на производной типа Жюмари, имеют множество применений, см., например, [1], [2], [3]. В литературе дробные случайные процессы свободно классифицируются как дробные по времени (с использованием производной по времени Капуто или Римана-Лиувилля) или дробные по шуму (дробный шум Винера или Леви).

Пусть: $(\Omega, \Im, (\Im_t)_{t\geq 0}, P)$ - стохастический базис; k^n - линейное пространство n-мерных $\Im_0$-измеримых случайных величин; $B_i, i = 2,...,m$ - скалярные независимые стандартные винеровские процессы; $1 \leq p < \infty$; E - символ математического ожидания; $|.|$ - норма в R^n; μ - мера Лебега на $[0,\infty[$.

Исследуются вопросы устойчивости для системы линейных уравнений Ито вида

$$dx(t) = -\sum_{j=1}^{m_1} A_{1j}(t)x(h_{1j}(t))(dt)^{\alpha_j} + \sum_{i=2}^{m}\sum_{j=1}^{m_i} A_{ij}(t)x(h_{ij}(t))dB_i(t) \ \ (t \geq 0) \tag{1}$$

относительно начальных данных

$$x(\tau) = \varphi(\tau)\ (\tau < 0), \tag{1a}$$

$$x(0) = b, \tag{1b}$$

где:

- $x(t)=col(x_1(t),...,x_n(t))$ $(t\geq 0)$ - n-мерный неизвестный прогрессивно измеримый случайный процесс;

- A_{ij} - $n\times n$-матрица при $i=1,...,m$, $j=1,...,m_i$, элементами матриц A_{1j}, $j=1,...,m_1$ являются прогрессивно измеримые скалярные случайные процессы, траектории которых п.н. локально суммируемы, а элементами матриц A_{ij}, $i=2,...,m$, $j=1,...,m_i$ являются прогрессивно измеримые скалярные случайные процессы, траектории которых п.н. локально суммируемы с квадратом;

- h_{ij}, $i=1,...,m$, $j=1,...,m_i$ - измеримые по Лебегу функции, заданные на $[0,\infty[$, такие, что $h_{ij}(t)\leq t$ $(t\in[0,\infty[)$ μ-почти всюду при $i=1,...,m$, $j=1,...,m_i$;

- $0<\alpha_j\leq 1$, $j=1,...,m_1$;

- $\varphi(\tau)=col(\varphi_1(\tau),...,\varphi_n(\tau))$ - n-мерный $\Im_0$- измеримый случайный процесс, заданный на $(-\infty.0)$;

- $b=col(b_1,...,b_n)\in k^n$.

Под решением системы (1), удовлетворяющим условиям (1a), (1b), понимается случайный процесс $x(t)$ $(t\in(-\infty,\infty))$, прогрессивно измеримый при $t\geq 0$, $x(\tau)=\varphi(\tau)$ $(\tau<0)$, $x(0)=b$, и который удовлетворяет системе

$$x(t)=-\sum_{j=1}^{m_1}\int_0^t\alpha_j(t-s)^{\alpha_j-1}A_{1j}(s)x(h_{1j}(s))ds+\sum_{i=2}^{m}\sum_{j=1}^{m_i}\int_0^t A_{ij}(s)x(h_{ij}(s))dB_i(s)\quad(t\geq 0)$$

P-почти всюду, где первый интеграл - интеграл Лебега, а второй - интеграл Ито.

Решение задачи (1), (1a), (1b) обозначим через $x(t,b,\varphi)$ $(t\in(-\infty,+\infty))$.

Определение. Систему (1) назовем:

- p-*устойчивым* относительно начальных данных, если для любого $\varepsilon>0$ найдется такое $\delta(\varepsilon)>0$, что для любых b, φ таких, что $\left(E|b|^p\right)^{1/p}+vrai\sup_{\tau<0}\left(E|\varphi(\tau))|^p\right)^{1/p}<\delta$ будет выполнено неравенство $(E|x(t,b,\varphi)|^p)^{1/p}\leq\varepsilon$ для любого $t\geq 0$;

- *асимптотически* p-*устойчивым* относительно начальных данных, если оно p-устойчиво относительно начальных данных, и, кроме того, для любых b, φ таких, что $\left(E|b|^p\right)^{1/p}+vrai\sup_{\tau<0}\left(E|\varphi(\tau))|^p\right)^{1/p}<\delta$ будет выполнено соотношение $\lim_{t\to+\infty}(E|x(t,b,\varphi)|^p)^{1/p}=0$;

- *экспоненциально* p-*устойчивым* относительно начальных данных, если найдутся такие числа $\bar{c}>0$, $\beta>0$ что выполнено неравенство $(E|x(t,b,\varphi)|^p)^{1/p}\leq\bar{c}(\left(E|b|^p\right)^{1/p}+vrai\sup_{\tau<0}\left(E|\varphi(\tau))|^p\right)^{1/p}{}_{L_p^2})\exp\{-\beta t\}$ $(t\geq 0)$.

Для исследования вопросов моментной устойчивости системы (1) развит метод вспомогательных или модельных уравнений [4].

Литература

1. Abouagwa M., Liu J., Li J. Carathreodory approximations and stability of solutions to non-Lipschitz stochastic fractional differential equations of Itˆo-Doob type. Applied Mathematics and Computation (2018), 329, 143-153.
2. Ding X.-L., Nieto J.J., Analytical solutions for multi-time scale fractional stochastic differential equations driven by fractional Brownian motion and their applications. Entropy (2018), 20, 63.
3. Pedjeu J.-C., Ladde G.S. Stochastic fractional differential equations: Modeling, method and analysis, Chaos, Solitons & Fractals, 45 (2012), 279-293.
4. Kadiev R., Ponosov A. The W-transform in stability analysis for stochastic linear functional difference equations. J. Mathem. Analysis and Appl, Vol. 389, Issue 2 (2012), pp. 1239-1250.

KƏSİRLİ VAXT VƏ GECİKMƏ İLƏ ITO XƏTTİ TƏNLİKLƏR SİSTEMLƏRİNİN HƏLLƏRİNİN SABİTLİYİ
Kadiyev R.İ.

***Açar sözlər**: həllərin sabitliyi, kəsirli vaxt Ito tənlikləri, köməkçi və ya model tənliklər metodu.*
Kəsirli vaxt və gecikmələrlə Ito xətti tənliklər sistemlərinin həllərinin sabitliyi məsələləri araşdırılır. Qeyd olunan sistemlərin həllərinin dayanıqlığı məsələlərinin öyrənilməsi ilə əlaqədar tənzimləmə metodu hazırlanmışdır.

SUMMARY
STABILITY OF SOLUTIONS OF SYSTEMS OF LINEAR ITO EQUATIONS WITH FRACTIONAL TIME AND WITH DELAYS
Kadiyev R.I.

***Keywords**: stability of solutions, Ito equations with fractional time, method of auxiliary or model equations.*
The problems of stability of solutions of systems of linear Ito equations with fractional time and with delays are investigated. The regularization method has been developed in relation to the study of the stability of solutions of the mentioned systems.

ЗАДАЧА ГРАНИЧНОЙ УПРАВЛЯЕМОСТИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ ТОНКОЙ ПЛАСТИНЫ

[1]Кулиев Г.Ф., [2]Сейфуллаева Х.И.
[1]Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан
[2]Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
hamletquliyev51@gmail.com, xeyaleseyfullayeva82@mail.com

***Ключевые слова:** тонкая пластина, обобщенное решение, управляемость, наблюдаемость.*

В представленной работе рассматривается краевая задача с граничным управлением для уравнения колебаний тонкой пластины. Известно, что многие практические задачи описываются уравнением колебаний тонкой пластины, но проблемы управляемости этим уравнением практически никогда не изучались. Один из таких вопросов исследован в рассматриваемой работе. После определения управляемости с помощью введения вспомогательной краевой задачи и с использованием результатов теоремы Хана-Банаха доказана управляемость рассматриваемой системы.

Известно, что ряд процессов описывается дифференциальными уравнениями с частными производными четвертого порядка. Например, уравнения колебаний стержня, камертона, упругой пластины, тонкой пластины и т.д. являются такими уравнениями [1], [2]. Поэтому, исследования задач оптимального управления и управляемости в процессах, описываемых такими уравнениями, являются важными задачами [3]. Когда управляющие функции являются граничными функциями, изучение задач управления слишком усложняется. Но отметим, что задача граничного управления с теоретической и практической точек зрения более естественна по сравнению с задачами с распределенными управлениями. Отметим, что в работах [4]-[6] рассмотрены некоторые близкие задачи управления.

Пусть управляемый процесс описывается уравнением колебаний тонкой пластины

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + a^2 \Delta^2 u = 0 \text{ в } Q = \Omega \times (0,T),\ \Omega = (0,l_1)\times(0,l_2) \tag{1}$$

с начальными

$$u(x_1,x_2,0) = \varphi_0(x_1,x_2),\ \frac{\partial u(x_1,x_2,0)}{\partial t} = \varphi_1(x_1,x_2),\ (x_1,x_2)\in\Omega \tag{2}$$

и граничными условиями

$$\begin{gathered} u(0,x_2,t) = 0,\ u(l_1,x_2,t) = \upsilon(x_2,t),\ \frac{\partial u(0,x_2,t)}{\partial x_1} = 0,\ \frac{\partial u(l_1,x_2,t)}{\partial x_1} = 0,\ (x_2,t)\in(0,l_2)\times(0,T), \\ u(x_1,0,t) = 0,\ u(x_1,l_2,t) = 0,\ \frac{\partial u(x_1,0,t)}{\partial x_2} = 0,\ \frac{\partial u(x_1,l_2,t)}{\partial x_2} = 0,\ (x_1,t)\in(0,l_1)\times(0,T), \end{gathered} \tag{3}$$

где a^2, l_1, l_2, T -заданные положительные числа, $\upsilon(x_2,t)$- граничная управляющая функция, $\varphi_0(x_1,x_2) \in W_2^2(\Omega)$, $\varphi_1(x_1,x_2) \in L_2(\Omega)$-заданные функции, Δ-оператор Лапласа по x_1, x_2.

Рассмотрим пространство управлений $H = W_2^{4,2}\left((0,l_2)\times(0,T)\right)$.

За класс допустимых управлений U_{ad} берется множество функций $\upsilon(x_2,t)$ из H, для которых $\upsilon(0,t) = \upsilon(l_2,t) = 0, \quad \dfrac{\partial\upsilon(0,t)}{\partial x_2} = \dfrac{\partial\upsilon(l_2,t)}{\partial x_2} = 0, \quad \upsilon(x_2,0) = \dfrac{\partial\upsilon(x_2,0)}{\partial t} = 0$, причем $\left\|\dfrac{\partial^4\upsilon}{\partial x_2^4}\right\|_{L_2((0,l_2)\times(0,T))} \le M$, $\left\|\dfrac{\partial^2\upsilon}{\partial t^2}\right\|_{L_2((0,l_2)\times(0,T))} \le M$, где M -заданное число.

Предполагается, что функции $\varphi_0(x_1,x_2)$ и $\upsilon(x_2,t)$ удовлетворяют естественным условиям согласования.

Определение. Система, состояние которой определяется как решение задачи (1)-(3), называется управляемой, если наблюдение $u(x_1,x_2,T)$ заметает пространство $L_2(\Omega)$, когда управление $\upsilon(x_2,t)$ пробегает все пространство управлений $H = W_2^{4,2}\left((0,l_2)\times(0,T)\right)$.

Под решением задачи (1)-(3) для каждого фиксированного допустимого управления $\upsilon(x_2,t)$ понимается такая функция $u(x_1,x_2,t) \in W_2^{2,1}(Q)$, которая для любой функции $\eta \in W_2^{2,1}(Q)$, $\eta(x_1,x_2,T) = 0$,

$$\eta(0,x_2,t) = 0,\ \eta(l_1,x_2,t) = 0,\ \frac{\partial\eta(0,x_2,t)}{\partial x_1} = 0,\ \frac{\partial\eta(l_1,x_2,t)}{\partial x_1} = 0,$$

$$\eta(x_1,0,t) = 0,\ \eta(x_1,l_2,t) = 0,\ \frac{\partial\eta(x_1,0,t)}{\partial x_2} = 0,\ \frac{\partial\eta(x_1,l_2,t)}{\partial x_2} = 0$$

удовлетворяет интегральному тождеству

$$\int_Q \left[-\frac{\partial u}{\partial t}\cdot\frac{\partial\eta}{\partial t} + a^2\Delta u\Delta\eta\right]dx_1dx_2dt - \int_\Omega \varphi_1(x_1,x_2)\eta(x_1,x_2,0)dx_1dx_2 = 0$$

и условиям

$$u(x_1,x_2,0) = \varphi_0(x_1,x_2),\ u(l_1,x_2,t) = \upsilon(x_2,t).$$

В работе показывается при выше налагаемых условиях на данные задачи (1)-(3), эта система управляема.

Литература

1. Арман Ж.-Л.П. Приложения теории оптимального управления системами с распределенными параметрами к задачам оптимизации конструкций. М.: «Мир», 1977, 144 стр.
2. Комков В. Теория оптимального управления демпфированием колебаний простых упругих систем. М.: «Мир», 1975, 158 стр.
3. Лионс Ж.-Л. Оптимальное управление системами, описываемыми уравнениями с частными производными. М.: «Мир», 1972, 416 стр.
4. Fengyan Yang, Bandar Bin-Mohsin, Goong Chen, Pengfei Yao. Exact-approximate boundary controllability of the thermoelastic plate with a curved middle surface // Journal of Mathematical Analysis and Applications, Volume 451, Issue 1, 1 July 2017, pp. 405-433.
5. Guy Bouchitte, Ilaria Fragala. Optimality conditions for mass design problems and applications ti thin plates // Archive Rational Machanics and Analysis. Vol. 184, 2007, pp. 257-284.
6. Isabel Narra Figueiredo, Enrique Zuazua. Exact controllability and asymptotic limit for thin plates // Asymtotic Analysis. Vol.12, April 1996, pp. 213-252.

XÜLASƏ

NAZİK LÖVHƏNİN RƏQSLƏRİ TƏNLİYİ ÜÇÜN SƏRHƏD İDARƏOLUNMA MƏSƏLƏSİ

Quliyev H.F., Seyfullayeva X.İ.

Açar sözlər: *nazik lövhə, ümumiləşmiş həll, idarəolunma, müşahidəolunma.*

Təqdim olunan işdə nazik lövhənin rəqsləri tənliyi üçün sərhəd idarəolunma məsələsinə baxılmışdır. Məlumdur ki, bir çox praktik məsələlər nazik lövhənin rəqsləri tənliyi ilə təsvir olunur. Lakin bu tənliklər üçün idarəolunma məsələləri praktik olaraq heç vaxt öyrənilməmişdir. Belə məsələlərdən biri baxılan işdə tədqiq olunmuşdur. İdarəolunmanın tərifi verildikdən sonra köməkçi sərhəd məsələsi daxil olunmuş və Xan-Banax teoreminin nəticələrindən istifadə olunaraq baxılan sistemin idarəolunan olması isbat olunmuşdur.

SUMMARY

BOUNDARY CONTROL PROBLEM FOR THE EQUATION VIBRATION OF A THIN PLATE

Guliyev H.F., Seyfullaeva Kh.I.

Key words: *thin plate, generalized solution, controllability, observability.*

In this paper, we consider a boundary-value problem with boundary control for the equation of vibrations of the thin-plate. It is known that many practical problems are described by the equation of oscillation of a thin plate, but the controllability problems with this equation have almost never been studied. One of these questions is investigated in the present work. After determination the controllability, by introducing an auxiliary boundary value problem and using the result of the Han-Banach theorem, the controllability of the system under consideration is proved.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОЙ ОБРАТНОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ СТРУНЫ МЕТОДОМ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

[1]Кулиев Г.Ф., [2]Исмаилова Г.Г.

[1]Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан

[2]Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан

hamletquliyev51@gmail.com, gunay_ismayilova_83@mail.ru

Ключевые слова: *уравнение колебаний, обратная задача, оптимальное управление, условия оптимальности, градиент функционала.*

В данной работе рассматривается обратная граничная задача для уравнения колебаний струны. Эта задача приводится к задаче оптимального управления и выводится необходимое и достаточное условие оптимальности.

В современной математике обратные задачи для дифференциальных уравнений, в связи с их прикладной важностью, являются актуальными проблемами, появляются новые постановки обратных задач, развивается теория нового математического моделирования, создаются численные алгоритмы и их практическая реализация. Обратные задачи возникают в областях экологии, сейсмологии, геофизики, экономики, гидродинамики, магнитной томографии и т.д. [2,5,6,7,8].

Предлагается подход к решению одной обратной граничной задачи для уравнения колебаний струны и поиск неизвестной граничной функции сводится к задаче минимизации функционала, построенного с помощью дополнительной информации, получается градиент функционала и в одном конкретном случае предлагается численный алгоритм для нахождения неизвестной граничной функции.

В области $Q = \{(x,t)|0 < x < l, 0 < t < T\}$ рассмотрим краевую задачу

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}, \quad (x,t) \in Q, \tag{1}$$

$$u\big|_{t=0} = 0, \quad \left.\frac{\partial u}{\partial t}\right|_{t=0} = 0, \quad 0 < x < l, \tag{2}$$

$$\left.\frac{\partial u}{\partial x}\right|_{x=0} = b(t), \quad \left.\frac{\partial u}{\partial x}\right|_{x=l} = v(t), \quad 0 < t < T. \tag{3}$$

где $v(t)$ неизвестная граничная функция. Для того чтобы определить $v(t)$, мы воспользуемся дополнительной информацией:

$$u\big|_{x=0} = a(t), \qquad 0 < t < T, \tag{4}$$

причем $b(t)$, $a(t) \in L_2(0,T)$, – заданные функции, $l > 0, T > 0$ - заданные постоянные.

Мы приводим эту задачу к задаче оптимального управления, т.е. на решениях задачи (1)-(3) минимизируем функционал

$$J(v) = \frac{1}{2}\int_0^T \left[\left(u(0,t;v) - a(t)\right)^2\right] dt, \tag{5}$$

где $u(x,t;v)$- является решением задачи (1)-(3), которое соответствует функцию $v(t)$. Функцию $v(t)$ назовем управлением. Предположим, что $v(t)\in U_{ad}$ где U_{ad}- выпуклое замкнутое ограниченное множество из $L_2(0,T)$, которое назовем классом допустимых управлений, причем $0\in U_{ad}$.

Если мы найдем допустимое управление $v(t)$, которое доставляет функционалу (5) нулевое значение, тогда дополнительное условие (4) выполняется. Отметим, что при каждом фиксированном допустимом управлении $v(t)$ краевая задача (1)-(3) имеет единственное обобщенное решение из $W_2^1(Q)$ [1,3].

В силу результатов из [4] справедлива следующая

Теорема 1. В задаче оптимального управления (1)-(3), (5) существует хотя бы один элемент $v^0\in U_{ad}$, что

$$J(v^0)=\inf_{v\in U_{ad}} J(v).$$

Теорема 2. Для того чтобы $v^0(t)\in U_{ad}$ было оптимальным управлением в задаче (1)-(3), (5) необходимо и достаточно выполнение неравенства

$$\int_0^T \psi(l,t;v^0)[v(t)-v^0(t)]dt\le 0 \quad \forall v\in U_{ad}. \tag{6}$$

где $\psi(x,t;v)$ является решением следующей сопряженной краевой задачи:

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}=\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2},\quad (x,t)\in Q, \tag{7}$$

$$\psi|_{t=T}=0,\frac{\partial\psi}{\partial t}\Big|_{t=T}=0,\ \ 0<x<l, \tag{8}$$

$$\frac{\partial\psi}{\partial x}\Big|_{x=0}=u(0,t;v^0)-a(t),\ \frac{\partial\psi}{\partial x}\Big|_{x=l}=0. \tag{9}$$

Из соотношений

$$\int_0^T[u(0,t;v^0)-a(t)][u(0,t;v)-u(0,t;v^0)]\,dt\ge 0,\qquad \forall v\in U_{ad}. \tag{10}$$

$$\int_0^T[u(0,t;v^0)-a(t)][u(0,t;v)-u(0,t;v^0)]dt=-\int_0^T\psi(l,t;v^0)[v(t)-v^0(t)]dt. \tag{11}$$

следует, что градиент функционала (5) в точке $v^0(t)$ имеет вид

$$J'(v^0)=-\psi(l,t;v^0). \tag{12}$$

Таким образом, для получения градиента в точке $v^0\in L_2(0,T)$ нужно последовательно решить две краевые задачи - задачу (1)-(3) и задачу (7)-(9), а затем воспользоваться формулой (12). Для численного решения задачи (1)-(3), (5) могут быть использованы различные методы минимизации. Кратко остановимся на методе проекции градиента, предполагая, что, например, множество U_{ad} состоит из управлений $v=v(t)\in L_2(0,T)$, удовлетворяющих условиям

$$\int_0^T v^2(t)dt\le R^2, \tag{13}$$

где R - заданное положительное число.

Метод проекции градиента для задачи (1)-(3), (5) (13) с учетом формулы (12) сведется к построению последовательности $\{v_k=v_k(t)\}$ по правилам

$$v_{k+1}(t)=\begin{cases} v_k(t)+\alpha_k\psi(l,t;v_k) & npu\ \ \int_0^T|v_k(t)+\alpha_k\psi(l,t;v_k)|^2dt\le R^2,\\ \dfrac{R(v_k(t)+\alpha_k\psi(b,t;v_k))}{\int_0^T|v_k(t)+\alpha_k\psi(l,t;v_k)|^2dt} & npu\ \ \int_0^T|v_k(t)+\alpha_k\psi(l,t;v_k)|^2dt>R^2,\ \ k=0,1,\ldots,\end{cases}$$

где параметр α_k выбирается одним из способов, описанных в §4, п.2 из [1].

Литература

1. Васильев Ф.П. Методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1981, 400 с.

2. Кожанов А.И., Валитов И.Р. О разрешимости некоторых гиперболических обратных задач с двумя неизвестными коэффициентами. Мат. Заметки ЯГУ, 14(2007), стр.3-16.
3. Ладыженская О.А. краевые задачи математической физики. М.: Наука, 1973, 408 с.
4. Лионс Ж.Л. Оптимальное управление системами, описываемыми уравнениями с частными производными. М.: Мир, 1972, 415 с.
5. Нещадим М.В. Некоторые вопросы конструктивных методов в теории обратных задач. Сибирский журнал индустриальной математики, 10(2007), стр.101-109.
6. Романов В.Г. Некоторые обратные задач для уравнений гиперболического типа. Новосибирск, изд-во "Наука", 1972. 164 с.
7. Abasheeva N.L. Identification of a source in parabolic and hyperbolic equations with a parameter. Journal of Inverse and ILL -Posed Problems, 11(2003), p. 439-473.
8. Anikonov Yn. E., Ayupova N.B. Table of solutions and coefficient for second-order differential equations and inverse problems. Journal of Inverse and ILL -Posed Problems, 15(2007), p.867-892.

XÜLASƏ

SİMİN RƏQSLƏRİ TƏNLİYİ ÜÇÜN BİR TƏRS SƏRHƏD MƏSƏLƏSİNİN OPTİMAL İDARƏETMƏ ÜSULU İLƏ TƏDQİQİ

Quliyev H.F., ismayılova G.Q.

Açar sözlər: *rəqslər tənliyi, tərs məsələ, optimal idarəetmə, optimallıq şərti, funksionalın qradiyenti.*

Verilən işdə simin rəqsləri tənliyi üçün tərs sərhəd məsələsinə baxılır. Bu məsələ optimal idarəetmə məsələsinə gətirilir və optimallığın zəruri və kafi şərti çıxarılır.

SUMMARY

INVESTIGATION OF ONE INVERSE BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE EQUATION OF STRING OSCILLATIONS BY THE OPTIMAL CONTROL METHOD

Guliyev H.F., Ismayilova G.G.

Keywords: *equation of oscillations, inverse problem, optimal control, optimality conditions, gradient of functional.*

In this paper, we consider an inverse boundary value problem for the string oscillations equation. This problem is reduced to an optimal control problem and a necessary and sufficient optimality condition is derived.

УПРАВЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ СО СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ НА ОСНОВЕ ТЕКУЩЕЙ И ЗАПАЗДЫВАЮЩЕЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

Кулиев С.З.

Институт систем управления, Баку, Азербайджан

azcopal@gmail.com

Ключевые слова: *синтез управления, градиент функционала, численные методы оптимизации, сосредоточенные системы, запаздывающий аргумент.*

Введение. В работе исследуются задачи синтеза оптимального управления динамическими, в общем случае, нелинейными системами со сосредоточенными параметрами, описываемые системами обыкновенных дифференциальных уравнений, на основе непрерывной и дискретной обратной связи по состоянию объекта (системы). В работе предполагается, что управляемым или контролируемым выступает только определенная часть компонент фазового вектора. Подобного рода задачи возникают, например, в случае, когда не имеется технической возможности замера некоторых параметров фазового состояния объекта в оперативном режиме, или, например, в случае, когда данные замеров характеризуются большими погрешностями. К такого рода компонентам фазового вектора можно отнести, например, скорость изменения состояния объекта по пространственным координатам, которые, как правило, замеряются косвенным путем, или получаются расчетным способом. Для расчета значений параметров синтезируемого управления предлагается использовать замеренные значения наблюдаемых компонент фазового вектора в текущий и предыдущие (прошлые) моменты времени с тем, чтобы компенсировать отсутствие возможности проведения замеров всех компонент фазового состояния объекта. В результате такого рода формирования зависимости параметров синтезируемого управления от части состояния объекта в прошлые моменты времени,

рассматриваемый процесс будет описываться обыкновенными дифференциальными уравнениями с постоянными во времени запаздывающими аргументами по фазовому состоянию. Поставленная задача синтеза управления решается численно посредством сведения ее к конечномерной задаче оптимизации с использованием техники, предложенным автором в его диссертационной работе [1]. Суть предлагаемого подхода заключается в том, что все пространство состояний объекта изначально разбивается на конечное число подмножеств (так называемых «зон»), в каждом из которых параметры управляющих воздействий, зависящие от замеренных значений части фазового состояния в текущий и прошлые моменты времени, предполагаются постоянными. Такого рода параметры синтезируемого управления будет называть «зональными». Так как количество зон фазового пространства конечно, то и число оптимизируемых параметров в редуцированной задаче будет конечным. Соответственно, в конечном итоге, исходная задача с обратной связью сводится к специфической задаче параметрического оптимального управления, а именно, к конечномерной задаче условной оптимизации.

В работе исследуется, в первую очередь, дифференцируемость целевого функционала редуцированной задачи по оптимизируемым параметрам – зональным значениям параметров обратной связи – а затем выводятся формулы компонент градиента целевого функционала. Данные формулы позволяют сформулировать необходимые условия оптимальности первого порядка, а также использовать их для численного решения тестовых модельных задач с применением методов оптимизации первого порядка. В докладе будут приведены результаты проведенных численных экспериментов.

Постановка задачи. Рассмотрим задачу управления динамическим объектом, описываемого нелинейной системой обыкновенных дифференциальных уравнений вида

$$\dot{\mathrm{x}}(t) = \mathrm{f}\big(\mathrm{x}(t), \mathrm{u}(t)\big), \qquad t \in (0, T], \qquad \mathrm{x}(t) \in \mathbb{R}^n \tag{1}$$

где n-мерная вектор-функция $\mathrm{x}(\cdot) \in \mathbb{R}^n$ представляет фазовую переменную, $\mathrm{u}(\cdot) \in \mathrm{U} \subset \mathbb{R}^r$ – кусочно-непрерывная управляющая r-мерная вектор-функция, определенная на выпуклом компактном множестве допустимых значений U, функция $\mathrm{f}\big(\mathrm{x}(.), \mathrm{u}(.)\big)$ непрерывно-дифференцируема по всем своим аргументам.

Пусть задано множество возможных начальных состояний объекта X^0:

$$\mathrm{x}(0) = \mathrm{x}^0 \in \mathrm{X}^0 \subset \mathbb{R}^n, \tag{2}$$

и соответствующая функция плотности распределения $\rho_{\mathrm{X}^0}(\mathrm{x}^0)$ начальных состояний объекта x^0 на множестве X^0 такая, что

$$0 \le \rho_{\mathrm{X}^0}(\mathrm{x}^0) \le 1, \;\; \mathrm{x}^0 \in \mathrm{X}^0, \; \int_{\mathrm{X}^0} \rho_{\mathrm{X}^0}(\mathrm{x}^0)\, \mathbb{d}\mathrm{x}^0 = 1.$$

Задается целевой функционал в виде

$$\mathrm{J}(\mathrm{u}) = \int_{\mathrm{X}^0} \left[\int_0^T f^0\big(\mathrm{x}(t), \mathrm{u}(t)\big)\, \mathbb{d}t + \Phi\big(\mathrm{x}(T)\big) \right] \mathbb{d}\mathrm{x}^0, \tag{3}$$

оценивающий качество функции управления $\mathrm{u}(t)$ объектом в среднем для всех возможных начальных состояний $\mathrm{x}^0 \in \mathrm{X}^0$.

В процессе функционирования объекта имеется возможность замерять состояние части $\tilde{\mathrm{x}}(t) \in \mathbb{R}^m$ компонент фазового вектора $\mathrm{x}(t) \in \mathbb{R}^n$, $m \le n$, непрерывно во времени. Для формирования текущего управляющего воздействия в момент времени t кроме значения состояния $\tilde{\mathrm{x}}(t)$ используем ранее замеренные значения $\tilde{\mathrm{x}}(t - \tau_j)$, $j = 1,2, \dots, s$. Выбор времен запаздывания τ_j, $j = 1,2, \dots, s$, осуществляется в зависимости от скорости изменения состояния объекта, а именно при больших скоростях времена τ_j желательно выбирать достаточно малыми. Выбор этих значений также зависит от точности производимых замеров, а именно, при малой точности τ_i выбираются достаточно большими с тем, чтобы динамика изменения состояния объекта превышала точность замеров.

Для формирования текущих значений управляющих воздействий с использованием обратной связи вводится понятие «зонального управления». Пусть $\widetilde{\Omega} \subset \mathbb{R}^m$ – множество всевозможных состояний компонент $\tilde{\mathrm{x}}(t)$ состояния объекта $\mathrm{x}(t)$, которые они могут принимать при всевозможных значениях начального состояния $\mathrm{x}^0 \in \mathrm{X}^0$ и управления $\mathrm{u}(t) \in \mathrm{U}$. Разбиваем множество $\widetilde{\Omega}$ на L заданных подмножеств (зон) $\widetilde{\Omega}^i \subset \widetilde{\Omega}, i = 1,2, \dots L$, таких, что

$$\bigcup_{i=1}^{L} \widetilde{\Omega}^i = \widetilde{\Omega}\,, \;\; \big(\widetilde{\Omega}^i\big)^0 \cap \big(\widetilde{\Omega}^j\big)^0 = \emptyset, \quad i \ne j, \qquad i, j = 1,2, \dots L,$$

т.е. внутренние части подмножеств Ω^i , $i = 1,2, \dots L$, не пересекаются.

Текущее значение управления в момент времени t будем строить в виде следующей линейной зависимости от замеренных в моменты времени t и $t-\tau_j$, $j=1,2,\dots,s$, значений компонент фазовой переменной $\tilde{\mathrm{x}}(t)$:

$$\mathrm{u}(t)=\mathrm{K}_0^i\tilde{\mathrm{x}}(t)+\mathrm{K}_1^i\tilde{\mathrm{x}}(t-\tau_1)+\mathrm{K}_2^i\tilde{\mathrm{x}}(t-\tau_1)+\cdots+\mathrm{K}_s^i\tilde{\mathrm{x}}(t-\tau_s),\quad \tilde{\mathrm{x}}(t)\in\Omega^i,\ i=1,2,\dots L. \tag{4}$$

где K_0^i, K_1^i, K_2^i, …, K_s^i – постоянные матрицы размерности $(r\times m)$, определяющие оптимизируемые параметры обратной связи, когда компоненты $\tilde{\mathrm{x}}(t)$ фазового состояния принадлежат i-му подмножеству (зоне) Ω^i. Введем следующее обозначение

$$\mathrm{K}^i=\left[\mathrm{K}_0^i,\mathrm{K}_1^i,\mathrm{K}_2^i,\dots,\mathrm{K}_s^i\right];\quad \mathrm{K}=(\mathrm{K}^1,\mathrm{K}^2,\dots,\mathrm{K}^L).$$

Управления вида (4) называются «зональными» [3, 4]. С целью упрощения вывода формул для градиента целевого функционала, в (4) предполагается, что величины τ_j достаточно малы и при $\tilde{\mathrm{x}}(t)\in\Omega^i$ выполняется условие $\tilde{\mathrm{x}}\left(t-\tau_j\right)\in\Omega^i$ хотя бы для одного индекса $j\in\{1,2,\dots,s\}$.

Для конструктивного построения подмножеств Ω^i поступим следующим образом. Пусть каждая из компонент $\tilde{x}_s(t)$ фазового вектора $\tilde{\mathrm{x}}(t)$ при всевозможных начальных условиях $\mathrm{x}^0\in\mathrm{X}^0$ и управлениях $\mathrm{u}(t)\in\mathrm{U}$ принадлежит некоторому конечному интервалу:

$$\underline{\omega}_k\le\tilde{x}_k(t)\le\bar{\omega}_k,\qquad t\in[0,T],\qquad k=1,2,\dots m. \tag{5}$$

Разобъем каждый из интервалов $\left[\underline{\omega}_k,\bar{\omega}_k\right]$ точками $\hat{x}_{kj}$, $j=0,1,..,l_k$, $\hat{x}_{k0}=\underline{\omega}_k$, $\hat{x}_{kl_k}=\bar{\omega}_k$ на l_k подинтервалов. Введем обозначение для m-мерных параллелепипедов:

$$\Omega^i=\left\{\mathrm{x}\in\mathbb{R}^m:\ \hat{x}_{ki_k-1}\le x_k\le\hat{x}_{ki_k},i_k=1,2,\dots,l_k\,,k=1,2,\dots,m\right\}, \tag{6}$$

где $i=(i_1,i_2,\dots,i_m)$ – m-мерный мультииндекс. Ясно, что

$$\Omega=\bigcup_{i_1=0}^{L_1-1}\dots\bigcup_{i_m=0}^{L_m-1}\Omega_m^i,$$

а общее число зональных областей равно $L=\prod_{i=1}^m L_i$. Подставляя управление с обратной связью в (4) с использованием значений наблюдаемых компонент $\tilde{\mathrm{x}}(t)$ в текущий и предыдущит моменты времени в систему уравнений (1), получим:

$$\dot{\mathrm{x}}(t)=\mathrm{f}\left(\mathrm{x}(t),\mathrm{K}_0^i\tilde{\mathrm{x}}(t)+\mathrm{K}_1^i\tilde{\mathrm{x}}(t-\tau_1)+\mathrm{K}_2^i\tilde{\mathrm{x}}(t-\tau_1)+\cdots+\mathrm{K}_s^i\tilde{\mathrm{x}}(t-\tau_s)\right)\quad \text{при } \tilde{\mathrm{x}}(t)\in\Omega^i,\ i=1,2,\dots,L. \tag{7}$$

Здесь и далее $\mathrm{x}(t)=\mathrm{x}(t;\mathrm{x}^0,\mathrm{K})$ является кусочно-непрерывной вектор-функцией, являющейся решением системы (7) при каких-либо заданных допустимых начальных условиях $\mathrm{x}^0\in\mathrm{X}^0$ и параметрах обратной связи K. Система дифференциальных уравнений (7) является системой с постоянными запаздывающими аргументами по фазовой переменной [2]. При принятых условиях на вектор-функцию $\mathrm{f}\left(\mathrm{x}(\cdot),\mathrm{u}(\cdot)\right)$ решение задачи Коши $\mathrm{x}(t)=\mathrm{x}(t;\mathrm{x}^0,\mathrm{K})$ при произвольно заданных постоянных параметрах обратной связи K и начальном условии $\mathrm{x}^0\in\mathrm{X}^0$ имеет решение из класса непрерывных, кусочно-дифференцируемых функций.

Обозначим через $T_{i,\mathrm{x}^0,\mathrm{K}}\subset[0,T]$ множество моментов времени t, при которых компоненты $\tilde{\mathrm{x}}(t)$ фазовой траектории $\mathrm{x}(t)$ с начальной точкой x^0 и параметрами обратной связи K принадлежат множеству (зоне) Ω^i. Возможно, что множества $T_{i,\mathrm{x}^0,\mathrm{K}}$ являются многосвязными (l^i-связными), т.е.

$$T_{i,\mathrm{x}^0,\mathrm{K}}=\sum_{j=1}^{l_i}T_{i,\mathrm{x}^0,\mathrm{K}}^j.$$

Это означает, что компоненты $\tilde{\mathrm{x}}(t)$ фазовой траектории $\mathrm{x}(t)$ в l_i отдельных интервалах времени принадлежат множеству Ω^i:

$$\tilde{\mathrm{x}}(t)\in\Omega^i,\qquad t\in T_{i,\mathrm{x}^0,\mathrm{K}}^j,\qquad j=1,2,\dots,l_i,\qquad i=1,2,\dots,L.$$

Ясно, что $T_{i,\mathrm{x}^0,\mathrm{K}}=\emptyset$ означает, что компоненты $\tilde{\mathrm{x}}(t;\mathrm{x}^0,\mathrm{K})$ при $t\in[0,T]$ область Ω^i не пересекали. Отметим, что в случае, когда допустимая область управления U имеет простую структуру, например, является r-мерным параллелепипедом

$$\mathrm{U}=\left\{\mathrm{u}\in\mathbb{R}^r:\ \underline{u}_s\le u_s(t)\le\overline{u}_s\,,\qquad s=1,2,\dots,r,\qquad t\in[0,T]\right\}, \tag{8}$$

где $\underline{u}_s,\overline{u}_s$ – заданные значения, тогда ограничения на соответствующие значения зональных параметров обратной связи также можно привести к простому виду. Для этого, прежде всего, запишем зависимость (4) в покомпонентной форме:

$$u_p(t)=\sum\nolimits_{j=1}^{m}\sum\nolimits_{l=0}^{s}k_{l;p,j}^i\,\tilde{x}_j(t-\tau_l)\,,\qquad \tilde{\mathrm{x}}(t)\in\Omega^i,\qquad p=1,2,\dots,r,$$

где, для удобства индексации, условно принято $\tau_0 = 0$, а $k^i_{l;p,j}$ являются элементами матриц K^i_0, K^i_1, K^i_2, …, K^i_s. Учитывая (5), (6), будем иметь следующие линейные ограничения на параметры обратной связи:

$$\underline{u}_p \le \sum_{j=1}^{n_i} \left(k^i_{0;p,j} + k^i_{1;p,j} + k^i_{2;p,j} + \cdots + k^i_{s;p,j}\right) \hat{x}_{i_j+1} \le \overline{u}_s, p = 1,2,\dots r, i = 1,2,\dots,L. \quad (9)$$

Учитывая, что i – есть мультииндекс, условия (9) должны выполняться во всех вершинах всех параллелепипедов $\Omega^i, i = (i_1, i_2, .., i_m),\ 1 \le i_j \le L_j,\ j = 1,2,\dots,L$.

Таким образом, исходная задача оптимального управления (1)-(3) с учетом обратной зональной связи с частью компонент фазовой переменной в виде (4) приводится к нахождению параметров обратной связи $\mathrm{K}^i = \left[\mathrm{K}^i_0, \mathrm{K}^i_1, \mathrm{K}^i_2, \dots, \mathrm{K}^i_s\right]$ – $(r \times m)$-мерных постоянных матриц, $i = 1,2,\dots,L$, удовлетворяющих линейным ограничениям (9), при которых решения задач Коши относительно системы дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом (7) с множеством начальных условий (2) минимизируют заданный функционал (3), зависящий лишь от $\mathrm{K} = (\mathrm{K}^1, \mathrm{K}^2, \dots, \mathrm{K}^L)$, т.е. $\mathrm{J} = \mathrm{J}(\mathrm{K})$. Размерность полученной задачи параметрического оптимального управления равна $r \times m \times L \times (s+1)$, т.е $\mathrm{K} \in \mathbb{R}^{r \times m \times L \times (s+1)}$. Отметим, что если даже исходная задача управления (1)-(3) выпукла, то задача управления с обратной связью (2), (3), (7), (9), несмотря на линейную зависимость (4), в общем случае может быть невыпуклой по K.

Для исследования дифференцируемости и получения формул градиента целевого функционала задачи (2), (3), (7), (9) по параметрам обратной связи используется метод приращения оптимизируемых параметров. При этом учитывается взаимная независимость начальных условий $\mathrm{x}^0 \in \mathrm{X}^0$, вследствии чего для градиента целевого функционала (3) справедливо следующее равенство

$$\mathrm{grad}_{\mathrm{K}}\,\mathrm{J}(\mathrm{K}) = \mathrm{grad} \int\limits_{\mathrm{X}^0} \left[\int_0^T f^0(\mathrm{x}(t), \mathrm{K}) \mathbb{d}t + \Phi\big(\mathrm{x}(T)\big)\right] \mathbb{d}\mathrm{x}^0 =$$

$$= \int\limits_{\mathrm{X}^0} \left\{\mathrm{grad}_{\mathrm{K}} \left[\int_0^T f^0(\mathrm{x}(t), \mathrm{K}) \mathbb{d}t + \Phi\big(\mathrm{x}(T)\big)\right]\right\} \mathbb{d}\mathrm{x}^0,$$

где вместо исходного управления $\mathrm{u}(t)$ используются параметры обратной связи K, определяющие управление $\mathrm{u}(t)$. Доказывается следующая теорема.

Теорема. При принятых предположениях на функции, участвующие в задаче синтеза оптимального управления (1)-(3), целевой функционал (3) дифференцируем по параметрам линейной обратной связи (4) с частью $\tilde{\mathrm{x}}(t)$ компонент фазового вектора $\mathrm{x}(t)$, а компоненты градиента функционала определяются формулами:

$$\mathrm{grad}_{\mathrm{K}^i_0}\,\mathrm{J}(\mathrm{K}) = \int\limits_{\mathrm{X}^0} \int_{T_{i,\mathrm{x}^0,\mathrm{K}}} \left(\frac{\partial f^0(\mathrm{x}(t), \mathrm{K})}{\partial \mathrm{u}} - \psi^*(t) \frac{\partial f^0(\mathrm{x}(t), \mathrm{K})}{\partial \mathrm{u}}\right)^* \tilde{\mathrm{x}}(t) \mathbb{d}t\, \mathbb{d}\mathrm{x}^0,$$

$$\mathrm{grad}_{\mathrm{K}^i_j}\,\mathrm{J}(\mathrm{K}) = \int\limits_{\mathrm{X}^0} \int_{T_{i,\mathrm{x}^0,\mathrm{K}}} \left(\frac{\partial f^0\big(\mathrm{x}(t+\tau_j), \mathrm{K}\big)}{\partial \mathrm{u}} - \psi^*\big(t+\tau_j\big) \frac{\partial f^0\big(\mathrm{x}(t+\tau_j), \mathrm{K}\big)}{\partial \mathrm{u}}\right)^* \tilde{\mathrm{x}}(t)\, \mathbb{d}t\, \mathbb{d}\mathrm{x}^0,$$

где $j = 1,2,\dots,s$, «$*$» – знак транспонирования, а вектор функция $\psi(t) = \psi(t; \mathrm{x}^0, \mathrm{K})$ является решением сопряженной задачи Коши, соответствующей решению $\mathrm{x}(t) = \mathrm{x}(t; \mathrm{x}^0, \mathrm{K})$ задачи Коши (2), (7) при заданных допустимых значениях начального состояния x^0 и параметров обратной связи K.

Литература

1. Кулиев С.З. Численное решение некоторых классов задач параметрической идентификации и оптимального управления: диссертация … доктора наук по математике: 1203.01. – Баку, Азербайджан, 2022. – 329 с.
4. Мышкис А.Д. Общая теория дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом. УМН, 1949, том 4, выпуск 5, с. 99–141.
2. Aida-Zade K.R., Guliyev S.Z. Hydraulic resistance coefficient identification in pipelines. Automation and Remote Control, 2016, 77 (7), pp. 1225–1239.

3. Guliyev S.Z. Numerical solution of a zonal feedback control problem for the heating process. IFAC-Papers Online, 2018, 51 (30), pp. 251-256.

XÜLASƏ
CARİ VƏ GECİKMİŞ RƏY ƏSASINDA CƏMLƏNMİŞ PARAMETRLƏRLƏ DİNAMİK SİSTEMLƏRİN İDARƏ EDİLMƏSİ
Quliyev S. Z.

Açar sözlər: *idarəetmə sintezi, funksional qradiyent, ədədi optimallaşdırma metodları, cəmlənmiş sistemlər, gecikmiş arqument*

Məqalədə obyektin (sistemin) vəziyyətinə davamlı və diskret rəy əsasında adi diferensial tənliklər sistemləri tərəfindən təsvir olunan, cəmlənmiş parametrləri olan dinamik, ümumiyyətlə qeyri-xətti sistemlər üçün geribildirim nəzarət problemləri araşdırılır. Faza vektorunun tərkib hissələrinin yalnız müəyyən bir hissəsinin idarə olunduğu güman edilir. Sintez edilmiş idarəetmə parametrlərinin dəyərlərini hesablamaq üçün cismin faza vəziyyətinin bütün komponentlərinin ölçülməsinin mümkünsüzlüyünü kompensasiya etmək üçün faza vektorunun müşahidə olunan komponentlərinin cari və əvvəlki (keçmiş) anlarında ölçülmüş dəyərlərindən istifadə etmək təklif olunur.

SUMMARY
MANAGEMENT OF DYNAMIC SYSTEMS WITH CONCENTRATED PARAMETERS BASED ON CURRENT AND DELAYED FEEDBACK
Guliyev S.Z.

Keywords: *control synthesis, functional gradient, numerical optimization methods, concentrated systems, lagging argument*

The paper studies feedback control problems for dynamic, in the general case, nonlinear systems with lumped parameters, described by systems of ordinary differential equations, based on continuous and discrete feedback on the state of an object (system). It is assumed that only a certain part of the phase vector components is controllable. To calculate the values of the parameters of the synthesized control, it is proposed to use the measured values of the observed components of the phase vector at the current and previous (past) moments of time in order to compensate for the inability to measure all the components of the phase state of the object.

НЕОБХОДИМЫЕ УСЛОВИЯ ОПТИМАЛЬНОСТИ В ОДНОЙ ДВУХЭТАПНОЙ ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ, ОПИСЫВАЕМАЯ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМ УРАВНЕНИЕМ ТИПА ВОЛЬТЕРРА

Мансимзаде А.Ф.
Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан
aygulmansimzade@gmail.com

Ключевые слова: *интегро-дифференциальное уравнение типа Вольтерра, двухэтапный процесс, ступенчатая система, допустимое управление, допустимая вариация управления, вариации функционала, необходимое условие оптимальности*

Ряд процессов в экономике, космической навигации и робототехнике являются многоэтапными [1, 2, 4-6].

Подобные процессы на различных отрезках времени или в различных областях описываются различными дифференциальными или же разностными уравнениями. Задачи оптимального управления подобными процессами называются многоэтапными или же ступенчатыми задачами управления.

Поскольку многоэтапные процессы описываются различными уравнениями, а соответствующие управляющие функции независимы друг от друга, то качественное исследование ступенчатых задач оптимального управления существенно затрудняются.

В предлагаемой работе рассматривается одна ступенчатая задача оптимального управления, описываемая системой интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра, при предположении, что управляющие функции входят в правые части уравнений, а управляющие параметры входят в начальные условия.

При предположении открытости области управления получены ряд необходимых условий оптимальности.

Постановка задачи и условия оптимальности.

Предположим, что управляемый трехэтапный процесс на фиксированных отрезках $T_i = [t_{i-1}, t_i], i = \overline{1,3}$, описывается системой обыкновенных интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра

$$\dot{x}_i(t) = \int_{t_{i-1}}^{t_i} K_i\big(t, \tau, x_i(\tau), u_i(\tau)\big)d\tau,\ i = \overline{1,3} \quad (1)$$

с начальными условиями

$$x_1(t_0) = g_1(v_1),$$
$$x_2(t_1) = g_2(x_1(t_1), v_2),$$
$$x_3(t_2) = g_3(x_2(t_2), v_3). \quad (2)$$

Здесь $K_i(t, \tau, x_i, u_i), i = \overline{1,3} -$ заданные n-мерные вектор-функции, непрерывные по совокупности переменных вместе с частными производными по $(x_i, u_i), i = \overline{1,3}$ до второго порядка включительно, $g_1(v_1), g_i(x_{i-1}(t_{i-1}), v_i), i = 2,3$ – заданные n-мерные вектор-функции, непрерывные по совокупности переменных вместе с частными производными по v_1 и $(x_{i-1}, v_i), i = 2,3$ до второго порядка включительно, $u_i(t), i = \overline{1,3}$ кусочно-непрерывные (с конечным числом точек разрыва первого рода) r -мерные, вектор-функции со значениями из заданных непустых и открытых множеств $U_i \subset R^r, i = \overline{1,3}$, т.е.

$$u_i(t) \in U_i \subset R^r, t \in T_i, i = \overline{1,3}, \quad (3)$$

а $v_i -$-мерные параметры управления, принадлежащие непустым, ограниченным и открытым множествам $V_i \subset R^r, i = \overline{1,3}$, т.е.

$$v_i \in V_i \subset R^q, \qquad i = \overline{1,3}. \quad (4)$$

Совокупность $(u_1(t), u_2(t), u_3(t), v_1, v_2, v_3) = (u(t), v)$ удовлетворяющую вышеприведенным условиям назовем допустимым управлением.

Задача оптимального управления заключается в минимизации функционала типа Майера

$$J(u, v) = \varphi\big(x(t_1), x(t_2), x(t_3)\big) \quad (4)$$

при ограничениях (1)-(3).

Здесь $\varphi(a_1, a_2, a_3) -$ заданная дважды непрерывно дифференцируемая скалярная функция.

Допустимое управление $(u(t), v)$, доставляющее минимальное значение функционалу (4), при ограничениях (1)-(3), назовем оптимальным управлением, а соответствующий процесс $\big(u(t), v, x_1(t), x_2(t), x_3(t)\big)$– оптимальным процессом.

Учитывая открытости областей управления $U_i, V_i, i = \overline{1,3}$ вычислена первая вариация функционала качества и доказано необходимое условие оптимальности первого порядка в форме аналога уравнения Эйлера [3].

Пусть $\left(u^0(t), v^0, x_1^0(t), x_2^0(t), x_3^0(t)\right) -$ некоторый допустимый процесс.

Введем обозначения

$$H_i'\left(t, x_i(t), u_i(t), \psi_i^0(t)\right) = \int_t^{t_1} \psi_i^{0\prime}(\tau) K_i\big(\tau, t, x_i(t), u_i(t)\big)dt\,, i = \overline{1,3},$$

$$\frac{\partial H_i[t]}{\partial x_i} \equiv \frac{\partial H_i\left(t, x_i(t), u_i(t), \psi_i^0(t)\right)}{\partial x_i}, i = \overline{1,3},$$

$$\frac{\partial H_i[t]}{\partial u_i} \equiv \frac{\partial H_i\left(t, x_i(t), u_i(t), \psi_i^0(t)\right)}{\partial u_i}, i = \overline{1,3},$$

$$\frac{\partial f_i[t]}{\partial x_i} \equiv \frac{\partial f_i\big(t, x_i(t), u_i(t)\big)}{\partial x_i}, i = \overline{1,3},$$

$$L_1\left(v_1, \psi_1^0(t_0)\right) = \psi_1^{0\prime}(t_0) g_1(v_1),$$

$$L_i\left(v_i, x_{i-1}(t_{i-1}), \psi_i^0(t_{i-1})\right) = \psi_i^{0\prime}(t_{i-1}) g_i\big(x_{i-1}^0(t_{i-1}), v_i\big), i = 2,3.$$

Здесь $\psi_i^0(t), i = \overline{1,3} -$ n-мерные вектор-функции, являющиеся решениями систем уравнений

$$\dot{\psi}_i^0 = -\frac{\partial H_i[t]}{\partial x_i}, i = \overline{1,3},$$

$$\psi_1^0(t_1) = -\frac{\partial\varphi\left(x_1^0(t_1), x_2^0(t_2), x_3^0(t_3)\right)}{\partial x_1} + \frac{\partial L_2\left(v_2, x_1^0(t_1), \psi_2^0(t_1)\right)}{\partial x_1},$$

$$\psi_2^0(t_2) = -\frac{\partial\varphi\left(x_1^0(t_1), x_2^0(t_2), x_3^0(t_3)\right)}{\partial x_2} + \frac{\partial L_3\left(v_3, x_2^0(t_2), \psi_3^0(t_2)\right)}{\partial x_2},$$

$$\psi_3^0(t_3) = -\frac{\partial\varphi\left(x_1^0(t_1), x_2^0(t_2), x_3^0(t_3)\right)}{\partial x_3}.$$

В рассматриваемой задаче вычислены первая и вторая вариации (в классическом смысле) (см., например, [3]) функционала.

Из условия равенства нулю первой вариации функционала получено необходимое условие оптимальности первого порядка типа аналога уравнения Эйлера.

Теорема 1. Для оптимальности допустимого управления $(u^0(t), v^0)$ в рассматриваемой задаче необходимо, чтобы выполнялись соотношения

$$\frac{\partial H_i[\theta]}{\partial x_i} = 0 \text{ для всех } \theta \in [t_{i-1}, t_i), i = \overline{1,3}, \tag{5}$$

$$\frac{\partial L_1\left(v_1^0, \psi_1^0(t_0)\right)}{\partial v_1} = 0, \tag{6}$$

$$\frac{\partial L_2\left(v_2^0, x_1^0(t_1), \psi_2^0(t_1)\right)}{\partial v_2} = 0, \tag{7}$$

$$\frac{\partial L_3\left(v_3^0, x_2^0(t_2), \psi_3^0(t_2)\right)}{\partial v_3} = 0. \tag{8}$$

Каждое допустимое управление $(u^0(t), v^0)$, удовлетворяющее условиям, следуя например, [3], назовем классической экстремалью.

В работе из условия неотрицательности второй вариации функционала вдоль оптимального управления получены конструктивно проверяемые необходимые условия оптимальности второго порядка, позволяющее существенно сузить множество классических экстремалей, подозрительных на оптимальность.

Из него, в частности получен аналог условия Лежандра-Клебша и исследованы особые, в классическом смысле [3], управления.

Литература

1. Ащепков Л.Т. Оптимальное управление разрывными системами. Н. Наука, 1987, 226 с.
2. Батурин В.А., Дыхта В.А., Москаленко А.И. и др. Методы решения задач теории управления на основе принципа расширения. Н.: Наука. Сиб. отд.-ние. 1990, 190 с.
3. Габасов Р., Кириллова Ф.М. К теории необходимых условий оптимальности высокого порядка // Дифференц. уравнения, 1970, № 4, с. 646-651.
4. Габелко К.Н. Последовательное улучшение многоэтапных процессов // Автоматика и телемеханика. 1974, № 11, с. 72-80.
5. Захаров Г.К. Оптимизация ступенчатых систем управления // Автоматика и телемеханика. 1981, № 8, с. 3-9.
6. Розова В.Н. Оптимальное управление ступенчатыми системами // Автоматика и телемеханика. 1972, №3, с. 15-23.

XÜLASƏ

VOLTERR TİPLİ İNTEQRAL DİFERENSİAL TƏNLİKLƏ TƏSVİR OLUNAN BİR İKİ ADDIMLI İDARƏETMƏ PROBLEMİNDƏ OPTİMALLIQ ÜÇÜN ZƏRURİ ŞƏRTLƏR

Mənsimzadə A.F.

Açar sözlər: *Volterr tipli inteqral-diferensial tənlik, iki mərhələli proses, pilləli sistem, icazə verilən idarəetmə, icazə verilən idarəetmə dəyişikliyi, funksional dəyişikliklər, optimallıq üçün zəruri şərt*

Təklif olunan iş, nəzarət funksiyalarının tənliklərin sağ hissələrinə, idarəetmə parametrlərinin isə ilkin şərtlərə daxil olduğu fərziyyəsi ilə Volterr tipli inteqral diferensial tənliklər sistemi tərəfindən təsvir olunan Optimal idarəetmənin bir addım problemini nəzərdən keçirir.

İdarəetmə Sahəsinin açıqlığı fərziyyəsi ilə bir sıra zəruri optimallıq şərtləri əldə edildi

SUMMARY
NECESSARY OPTIMALITY CONDITIONS IN ONE TWO-STAGE CONTROL PROBLEM DESCRIBED BY AN INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATION OF THE VOLTERRA TYPE
Mansimzadeh A.F.

Keywords: *Volterra-type integro-differential equation, two-stage process, step system, permissible control, permissible control variation, functional variations, necessary optimality condition*

In the proposed paper, we consider one step-wise optimal control problem described by a system of Volterra-type integro-differential equations, assuming that the control functions are included in the right-hand sides of the equations, and the control parameters are included in the initial conditions.

Assuming the openness of the control area, a number of necessary optimality conditions are obtained

К ОПТИМАЛЬНОСТИ ОСОБЫХ УПРАВЛЕНИЙ В СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ИТО С МНОГОТОЧЕЧНЫМ КРИТЕРИЕМ КАЧЕСТВА

[1, 2]Мансимов К.Б., [1, 3]Масталиев Р.О.
[1]Институт систем управления, Баку, Азербайджан
[2]Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан
[3]Университет "Азербайджан", Баку, Азербайджан
kamilbmansimov@gmail.com, rashad.mastaliyev@au.edu.az

Ключевые слова: *дифференциальное уравнение Ито, оптимальность, многоточечный критерий качества, особое управление, многоточечное условие оптимальности*

Рассматривается задача оптимального управления для диффузного процесса Ито. Целью работы является минимизация математического ожидания многоточечного функционала. Учитывая стохастические свойства задачи, установлено необходимое условие оптимальности первого порядка типа принцип максимума Понтрягина и исследован на оптимальность особое (в смысле принципа максимума) управление.

Рассмотрим управляющую стохастическую дифференциальную систему, состояние которой описывается нелинейным стохастическим дифференциальным уравнением Ито [1-4]

$$dx(t) = f\big(t, x(t), u(t)\big)dt + g\big(t, x(t)\big)dw(t), t \in T = [t_0, t_1], \quad (1)$$

$$x(t_0) = x_0, \quad (2)$$

где $f(t,x,u)$ −заданная n −мерная вектор-функция, непрерывная по совокупности переменных вместе с частными производными по x до второго порядка включительно; $g(t,x)\colon T \times R^n \to R^{n\times n}$ −матричная функция непрерывная по совокупности переменных вместе с частными производными по x до второго порядка включительно; $w(t) - n$ −мерный стандартный винеровский процесс; x_0 −случайная величина с известным законом распределения; $u(t) - r$ −мерный измеримый и ограниченный вектор управляющих воздействий со значениями из заданного, не пустого, ограниченного множество $U \subset R^r$ (допустимое управление), т.е.

$$u(t) \in U \subset R^r, t \in T. \quad (3)$$

Кроме этого, относительно функций сноса и диффузии $f(t,x,u)$ и $g(t,x)$ будем предполагать выполненными условиям Ито [4], обеспечивающие существование единственного решения задачи (1)-(2) для заданного допустимого управления $u(t) \in U$.

Качество управления определяется многоточечным целевым функционалом следующего вида:

$$S(u) = E\varphi\big(x(T_1), x(T_2), \dots, x(T_k)\big), \quad (4)$$

где E −знак математическая ожидания, $\varphi(z_1, z_2, \dots, z_k), z_i \in R^n, i = \overline{1,k}$ −заданная дважды непрерывно-дифференцируемая скалярная функция, а $T_i \in (t_0, t_1]$ −заданные точки, причем $t_0 < T_1 < T_2 < \cdots T_k \leq t_1$.

Задача заключается в поиске допустимого управления $u(t), t \in T$, доставляющего минимум многоточечному функционалу (4).

Цель работы–выводить необходимое условия оптимальности в форме принципа максимума Понтрягина [5] и получить многоточечное необходимое условие оптимальности особых управлений [6, 7] в рассматриваемой стохастической задаче (1)-(4).

Литература

1. Yang S. The necessary and sufficient conditions for stochastic differential systems with multy-time states cost function // Optimization and Control, 2016, pp. 1-17.
2. Yang S. The Pontryagin's maximum principle for stochastic differential systems under state constraints// Optimization and Control, 2018, pp. 1-31.
3. Mansimov K. B., Mastaliyev R.O. Optimal control of continuous stochastic systems with functional inequality constraints// Infor. and Control Problems, 2022, 42(2), pp.38-43.
4. Леваков А. А. Стохастические дифференциальные уравнения. М. : БГУ, 2009, 231с.
5. Габасов Р., Кирилова Ф.М. Принцип максимума в теории оптимального управления. М: URSS, 2011, 274с.
6. Габасов Р., Кирилова Ф.М. Особое оптимальное управления. М.: URSS, 2013, 256 с.
7. Абдуллаев А. А., Мансимов К. Б. Необходимые условия оптимальности в процессах, описываемых системой интегральных уравнений типа Вольтерра. Баку. 2013, 224с.

XÜLASƏ

ÇOXNÖQTƏLİ KEYFİYYƏT MEYARLI STOXASTİK İTO SİSTEMLƏRİNDƏ MƏXSUSİ İDARƏLƏRİN OPTİMALLIĞI HAQQINDA

Mənsimov K. B., Məstəliyev R.O.

Açar sözlər: *ITO diferensial tənliyi, optimallıq, çoxnöqtəli keyfiyyət meyarı, məxsusi idarə, çoxnöqtəli optimallıq şərtləri*

İto diffuziya prosesi üçün optimal idarəetmə problemi nəzərdən keçirilir. İşin məqsədi çoxnöqtəli funksionalın riyazi gözləməsinin minimuma endirilməsidir. Problemin stoxastik xassələrini nəzərə alaraq optimallıq üçün Pontryagin maksimum prinsipi tipli birinci tərtib zəruri şərt qurulur və məxsusi (maksimum prinsip mənasında) idarələrin optimallığı araşdırılır.

SUMMARY

ON THE OPTİMALİTY OF SİNGULAR CONTROLS İN ITO STOCHASTİC SYSTEMS WİTH A MULTİPOİNT QUALİTY CRİTERİON

Mansimov K. B., Mastaliyev R.O.

Keywords: *ITO differential equation, optimality, multipoint performance criterion, special control, multipoint optimality conditions*

Optimal control problem for the Ito diffuse process is considered. The essence of the quality criterion is the minimization of the mathematical expectation of multipoint functionals. Taking into account the stochastic properties of the problem, necessary first-order optimality conditions of the Pontryagin maximum principle type are established and the optimality of special (in the sense of the maximum principle) controls is investigated.

К ОПТИМАЛЬНОСТИ КВАЗИОСОБЫХ УПРАВЛЕНИЙ В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕГРО-ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ

[1]Марданов М.Дж., [2,3] Мансимов К.Б.

[1] Институт математики и механики, Баку, Азербайджан

[2] Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджан

[3] Институт систем управления, Баку, Азербайджан

kamilbmasimov@gmail.com

Ключевые слова: *интегро-дифференциальное уравнение, допустимое управление, линеаризованный принцип максимума, оптимальное управление.*

В работе рассматривается одна задача оптимального управления, описываемая системой интегро-дифферециальных уравнений типа Вольтерра с многоточечным функционалом качества при предположении выпуклости области управления. Доказан аналог линеаризованного принципа максимума и исследован случай его вырождения.

Основной результат теории необходимых условий оптимальности «принцип максимума» Л.С. Понтрягина достаточно полно распространен для исследования различных задач оптимального управления (см. например, [1-5]), где имеются обзоры соответствующих работ. Вместе с тем, как принцип максимума, так и его следствие для ряда задач оптимального управления, называемый

линеаризованным принципом максимума, могут, вырождаясь становиться неэффективным (см. например, [2-4]).Такие случаи называются особыми, а случай вырождения линеаризованного принципа максимума называется квазиособым (см. например, [2]).

Рассмотрим задачу о нахождении минимального значения многоэтапного функционала

$$S(u) = \varphi\big(x(T_1), x(T_2), \dots, x(T_k)\big) \tag{1}$$

при ограничениях

$$u(t) \in U \subset R^r, t \in [t_0, t_1], \tag{2}$$

$$\dot{x} = f(t,x,u) + \int_{t_0}^{t} K\big(t,\tau,x(\tau),u(\tau)\big)d\tau\,, \quad t \in [t_0, t_1], \tag{3}$$

$$x(t_0) = x_0. \tag{4}$$

Здесь $T_i \in (t_0, t_1], i = \overline{1,k}$ $(t_0 < T_1 < T_2 < \cdots < T_k \le t_1) -$ заданные точки, $\varphi(a_1, \dots, a_k) -$ заданная дважды непрерывно дифференцируемая скалярная функция, x_0 – заданный постоянный вектор, $f(t,x,u)$ и $K(t,\tau,x,u)$ – заданные *n*-мерные вектор-функции, непрерывные по совокупности переменных вместе с частными производными по (x,u) до второго порядка включительно, $U -$ заданное непустое, ограниченное и выпуклое множество, $u(t) - r$ -мерный, измеримый и ограниченный вектор управляющих воздействий (допустимое управление).

Предполагается, что каждому допустимому управлению $u(t)$ соответствует единственное, абсолютно непрерывное решение $x(t)$ задачи Коши (3)-(4).

Допустимое управление $u(t)$, доставляющее минимальное значение функционалу (1), при ограничениях (2)-(4), назовем оптимальным управлением.

Пусть $\big(u(t), x(t)\big)$ некоторый допустимый процесс, $\alpha_i(t)$ характеристическая функция отрезка $[t_0, T_i]$.

Введем аналог функции Гамильтона - Понтрягина в виде:

$$H\big(t, x(t), u(t), \psi(t)\big) = \psi'(t) f\big(t, x(t), u(t)\big) + \int_{t}^{t_1} \psi'(\tau) K\big(\tau, t, x(t), u(t)\big)\, d\tau.$$

Здесь $\psi(t)$ вектор сопряженных переменных, являющийся решением интегрального уравнения

$$\psi(t) = -\sum_{i=1}^{k} \alpha_i(t) \frac{\partial \varphi'\big(x(T_1), x(T_2), \dots, x(T_k)\big)}{\partial \alpha_i} + \int_{t}^{t_1} \frac{\partial H\big(\tau, x(\tau), u(\tau), \psi(\tau)\big)}{\partial x} d\tau.$$

Теорема 1. (Аналог линеаризованного условия максимума). Для оптимальности допустимого управления $u(t)$ необходимо, чтобы неравенство

$$\frac{\partial H'\big(\theta, x(\theta), u(\theta), \psi(\theta)\big)}{\partial u}\big(v - u(\theta)\big) \le 0$$

выполнялось для всех $v \in U$ и $\theta \in [t_0, t_1)$.

Далее рассмотрен случай вырождения линеаризованного условия максимума.

Определение. Если для всех $v \in U$ и $\theta \in [t_0, t_1)$

$$\frac{\partial H'\big(\theta, x(\theta), u(\theta), \psi(\theta)\big)}{\partial u}\big(v - u(\theta)\big) = 0,$$

то допустимое управление $u(t)$ назовем квазиособым управлением.

В работе построена специальная формула приращения второго порядка функционала качества, позволяющая получить довольно общее необходимое условие оптимальности второго порядка.

Это общее необходимое условие оптимальности, являясь конструктивным, дает возможность из него получить ряд более легко проверяемых необходимых условий оптимальности.

Литература

1. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Принцип максимума в теории оптимального управления М. Либроком, 2011, 272 с.
2. Габасов Р.Ф., Кириллова Ф. М. Особые оптимальные управления. М. Либроком. 2011. 256 с.
3. Мансимов К.Б. Особые управления в системах с запаздыванием. Баку. ЭЛМ, 1999, 176 с.

4. Марданов М.Дж. , Мансимов К.Б., Меликов Т.К. Исследование особых управлений и необходимые условия оптимальности второго порядка в системах с запаздыванием. Баку, ЭЛМ, 2013, 280 с.
5. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М.»Наука» 1986, 384 с.

XÜLASƏ
İNTEQRO-DİFERENSİAL TƏNLİKLƏRLƏ İDARƏETMƏ MƏSƏLƏSİNDƏ KVAZİMƏXSUSİ İDARƏLƏRİN OPTİMALLIĞINA DAİR
Mərdanov M.C., Mənsimov K.B.

Açar sözlər: *inteqro-diferensial tənlik, mümkün idarə, xəttiləşdirilmiş maksimum prinsipi, optimal idarə.*
İşdə idarə oblastının qabarıq olması şərti daxilində çoxnöqtəli funksional və Volterra tip inteqro-diferensial tənliklər sistemi ilə təsvir olunan bir optimal idarəetmə məsələsinə baxılır. Xəttiləşdirilmiş maksimum şərtinin analoqu isbat edilmiş və onun cırlaşdığı hal tədqiq edilmişdir.

SUMMARY
ON THE OPTIMALITY QUASI-SINGULAR CONTROLS IN THE PROBLEM OF CONTROL OF INTEGRO-DIFFERENTIAL EQUATIONS
Mardanov M.J., Mansimov K.B.

Keywords: *integro-differential equation, admissible control, linearized maximum principle, optimal control.*
The paper considers one optimal control problem described by a system of Volterra type integro-differential equations with multipoint quality functional, under the assumption of convexity of the control domain proven. The analog of the linearized maximum principle and the case of its degeneration is investigated.

О КОРРЕКТНОЙ РАЗРЕШИМОСТИ ОДНОЙ НЕКЛАССИЧЕСКОЙ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОБОБЩЕННОГО УРАВНЕНИЯ АЛЛЕРА

[1]Марданов М.Дж., [2,3]Мамедов И.Г., [3]Абдуллаева И.А.
[1]Институт математики и механики, Баку, Азербайджан
[2]Институт систем управления, Баку, Азербайджан
[3]Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
misirmardanov@yahoo.com, ilgar-mamedov-1971@mail.ru, buta.abdullayeva@gmail.com

Ключевые слова: *эквивалентное интегральное уравнение, неклассическая граничная задача, уравнение Аллера, уравнения с негладкими коэффициентами, гомеоморфизм.*

1. Постановка задачи.

Рассмотрим обобщенное уравнение Аллера [1]

$$(V_{2,1}u)(x) \equiv \left(D_1^2 + a_{1,1}(x)D_1 + a_{0,1}(x)\right)D_2u(x) + \\ + \left(a_{2,0}(x)D_1^2 + a_{1,0}(x)D_1 + a_{0,0}(x)\right)u(x) = \varphi_{2,1}(x),\ \ x = (x_1, x_2) \in G, \tag{1}$$

при следующих неклассических граничных условиях [2]

$$\begin{cases} V_{0,0}u \equiv u(\frac{x_1^0 + h_1}{2}, \frac{x_2^0 + h_2}{2}) = \varphi_{0,0}, \\ (V_{1,0}u) \equiv D_1u(\frac{x_1^0 + h_1}{2}, \frac{x_2^0 + h_2}{2}) = \varphi_{1,0}, \\ (V_{2,0}u)(x_1) \equiv D_1^2u(x_1, \frac{x_2^0 + h_2}{2}) = \varphi_{2,0}(x_1), \\ (V_{0,1}u)(x_2) \equiv D_2u(\frac{x_1^0 + h_1}{2}, x_2) = \varphi_{0,1}(x_2), \\ (V_{1,1}u)(x_2) \equiv D_1D_2u(\frac{x_1^0 + h_1}{2}, x_2) = \varphi_{1,1}(x_2), \end{cases} \tag{2}$$

где $\varphi_{0,0} \in R$ и $\varphi_{1,0} \in R$ является заданным числом, а остальные φ_{i_1,i_2} являются заданными функциями, удовлетворяющими условиям: $\varphi_{2,0}(x_1) \in L_p(G_1)$, $\varphi_{0,1}(x_2) \in L_p(G_2)$ $\varphi_{1,1}(x_2) \in L_p(G_2)$. Кроме того, $G_1 = (x_1^0, h_1), G_2 = (x_2^0, h_2), G = G_1 \times G_2$; $D_k = \partial / \partial x_k, (k = 1,2)$-оператор обобщенного дифференцирования в смысле С.Л.Соболева; $\varphi_{2,1}(x)$-заданная функция из $L_p(G)$.

В этой работе уравнение (1) исследуется общем случае, когда коэффициенты $a_{i_1,i_2}(x)$ являются негладкими функциями, удовлетворяющими лишь следующим условиям: $a_{i_1,0}(x) \in L_p(G), i_1 = 0,1;\ a_{2,0}(x) \in L_{\infty,p}^{x_1,x_2}(G);\ a_{i_1,1}(x) \in L_{p,\infty}^{x_1,x_2}(G), i_1 = 0,1.$ При этих условиях решение $u(x)$ уравнения (1) будем искать в пространстве С.Л.Соболева: $W_p^{(2,1)}(G) = \left\{u \in L_p(G) / D_1^{i_1} D_2^{i_2} u \in L_p(G);\ i_1 = 0,1,2;\ i_2 = 0,1\right\}$, где $1 \le p \le \infty$. Норму в пространстве $W_p^{(2,1)}(G)$ будем определять равенством $\|u\|_{W_p^{(2,1)}(G)} = \sum_{i_1=0}^{2} \sum_{i_2=0}^{1} \left\| D_1^{i_1} D_2^{i_2} u \right\|_{L_p(G)}$.

2. Операторный вид краевой задачи заданной на середине области

Задачу (1), (2) мы будем исследовать методом операторных уравнений и при этом будем следовать схемы работы [3]. Предварительно задачу (1), (2) запишем в виде операторного уравнения

$$Vu = \varphi, \tag{3}$$

где V есть векторный оператор, определяемый посредством равенства $V = (V_{0,0}, V_{1,0}, V_{2,0}, V_{0,1}, V_{1,1}, V_{2,1}) : W_p^{(2,1)}(G) \to \mathrm{E}_p^{(2,1)}$ а φ есть заданный вектор вида $\varphi = (\varphi_{0,0}, \varphi_{1,0}, \varphi_{2,0}, \varphi_{0,1}, \varphi_{1,1}, \varphi_{2,1})$ из пространства $\mathrm{E}_p^{(2,1)} \equiv R \times R \times L_p(G_1) \times L_p(G_2) \times \times L_p(G_2) \times L_p(G).$

Заметим, что в пространстве $\mathrm{E}_p^{(2,1)}$ норму будем определять естественным образом, при помощи равенства $\|\varphi\|_{\mathrm{E}_p^{(2,1)}} = \|\varphi_{0,0}\|_R + \|\varphi_{1,0}\|_R + \|\varphi_{2,0}\|_{L_p(G_1)} + \|\varphi_{0,1}\|_{L_p(G_2)} + + \|\varphi_{1,1}\|_{L_p(G_2)} + \|\varphi_{2,1}\|_{L_p(G)}$.

Для исследования граничной задачи (1),(2) мы будем использовать специальное интегральное представление, по которому любая функция $u(x, y, z) \in W_p^{(2,1)}(G)$ единственным образом представима в виде

$$\begin{aligned} u(x) = (Qb)(x) \equiv b_{0,0} + (x_1 - \frac{x_1^0 + h_1}{2}) b_{1,0} + \int_{\frac{x_1^0 + h_1}{2}}^{x_1} (x_1 - \alpha_1) b_{2,0}(\alpha_1, \frac{x_2^0 + h_2}{2}) d\alpha_1 + \\ + \int_{\frac{x_2^0 + h_2}{2}}^{x_2} b_{0,1}(\frac{x_1^0 + h_1}{2}, \alpha_2) d\alpha_2 + (x_1 - \frac{x_1^0 + h_1}{2}) \int_{\frac{x_2^0 + h_2}{2}}^{x_2} b_{1,1}(\frac{x_1^0 + h_1}{2}, \alpha_2) d\alpha_2 + \\ + \int_{\frac{x_1^0 + h_1}{2}}^{x_1} \int_{\frac{x_2^0 + h_2}{2}}^{x_2} (x_1 - \alpha_1) b_{2,1}(\alpha_1, \alpha_2) d\alpha_1 d\alpha_2 \end{aligned} \tag{4}$$

посредством единственного элемента $b = (b_{0,0}, b_{1,0}, b_{2,0}, b_{0,1}, b_{1,1}, b_{2,1}) \in \mathrm{E}_p^{(2,1)}$. При этом существуют положительные постоянные M_1^0 и M_2^0 такие, что

$$M_1^0 \|b\|_{\mathrm{E}_p^{(2,1)}} \le \|Qb)(x, y, z)\|_{W_p^{(2,1)}(G)} \le M_2^0 \|b\|_{\mathrm{E}_p^{(2,1)}}, \text{ для } \forall b \in \mathrm{E}_p^{(2,1)} \tag{5}$$

Очевидно, что оператор $Q : \mathrm{E}_p^{(2,1)} \to W_p^{(2,1)}(G)$ является линейным ограниченным оператором. Неравенство (5) показывает, что оператор Q имеет также ограниченный обратный оператор определенную на пространстве $W_p^{(2,1)}(G)$. Следовательно оператор Q есть гомеоморфизм между банаховыми пространствами $\mathrm{E}_p^{(2,1)}$ и $W_p^{(2,1)}(G)$. Поэтому решение уравнения (3) эквивалентно решению уравнения

$$VQb = \varphi \tag{6}$$

Уравнение (6) будем называть каноническим видом уравнения (3). Кроме того, формула (4) показывает, что любая функция $u \in W_p^{(2,1)}(G)$ имеет следы:

$u(\frac{x_1^0+h_1}{2}, \frac{x_2^0+h_2}{2})$, $D_1u(\frac{x_1^0+h_1}{2}, \frac{x_2^0+h_2}{2})$, $D_1^2u(x_1, \frac{x_2^0+h_2}{2})$, $D_2u(\frac{x_1^0+h_1}{2}, x_2)$, $D_1D_2u(\frac{x_1^0+h_1}{2}, x_2)$

и операции взятия этих следов непрерывны из $W_p^{(2,1)}(G)$ в $R, R, L_p(G_1), L_p(G_2), L_p(G_2)$ соответственно. Далее для этих следов справедливы также равенства:

$u(\frac{x_1^0+h_1}{2}, \frac{x_2^0+h_2}{2}) = b_{0,0}$, $D_1u(\frac{x_1^0+h_1}{2}, \frac{x_2^0+h_2}{2}) = b_{1,0}$,

$D_1^2u(x_1, \frac{x_2^0+h_2}{2}) = b_{2,0}(x_1)$, $D_2u(\frac{x_1^0+h_1}{2}, x_2) = b_{0,1}(x_2)$, $D_1D_2u(\frac{x_1^0+h_1}{2}, x_2) = b_{1,1}(x_2)$.

3. Эквивалентное интегральное уравнение для краевой задачи

Граничную задачу (1), (2) мы будем изучать при помощи интегрального представления (4) функций $u \in W_p^{(2,1)}(G)$. Формула (4) показывает, что функция $u \in W_p^{(2,1)}(G)$, удовлетворяющая условиям (2), имеет вид:

$$u(x) = g_0(x) + \int\limits_{\frac{x_1^0+h_1}{2}}^{h_1} \int\limits_{\frac{x_2^0+h_2}{2}}^{h_2} (x_1-\alpha_1) D_1^2 D_2 u(\alpha_1, \alpha_2) R_0(\alpha_1, \alpha_2; x_1, x_2) d\alpha_1 d\alpha_2, \text{ где}$$

$$g_0(x) = \varphi_{0,0} + (x_1 - \frac{x_1^0+h_1}{2})\varphi_{1,0} + \int\limits_{\frac{x_1^0+h_1}{2}}^{x_1} (x_1-\alpha_1)\varphi_{2,0}(\alpha_1, \frac{x_2^0+h_2}{2}) d\alpha_1 + \int\limits_{\frac{x_2^0+h_2}{2}}^{x_2} \varphi_{0,1}(\frac{x_1^0+h_1}{2}, \alpha_2) d\alpha_2 +$$

$$+ (x_1 - \frac{x_1^0+h_1}{2}) \int\limits_{\frac{x_2^0+h_2}{2}}^{x_2} \varphi_{1,1}(\frac{x_1^0+h_1}{2}, \alpha_2) d\alpha_2, \quad R_0(\alpha_1, \alpha_2; x_1, x_2) = \theta(x_1-\alpha_1)\theta(x_2-\alpha_2),$$

причем $\theta(z)$ является функцией Хевисайда на R, т.е. $\theta(z) = \begin{cases} 1, z > 0 \\ 0, z \le 0 \end{cases}$. Тогда после замены

$u = g_0 + \hat{u}$, где $\hat{u}(x) = \int\limits_{\frac{x_1^0+h_1}{2}}^{h_1} \int\limits_{\frac{x_2^0+h_2}{2}}^{h_2} (x_1-\alpha_1) R_0(\alpha_1, \alpha_2; x_1, x_2) D_1^2 D_2 u(\alpha_1, \alpha_2) d\alpha_1 d\alpha_2$, уравнение (1)

можно записать в виде

$$(V_{2,1}\hat{u})(x) = \hat{Z}(x), \tag{7}$$

где $\hat{Z} = \varphi_{2,1} - V_{2,1}g_0$.

Очевидно, что производные функции $\hat{u}$ можно вычислить посредством равенств

$$D_1\hat{u}(x) = \int\limits_{\frac{x_1^0+h_1}{2}}^{x_1} \int\limits_{\frac{x_2^0+h_2}{2}}^{x_2} D_1^2 D_2 u(\alpha_1, \alpha_2) d\alpha_1 d\alpha_2, \; D_1^2\hat{u}(x) = \int\limits_{\frac{x_2^0+h_2}{2}}^{x_2} D_1^2 D_2 u(x_1, \alpha_2) d\alpha_2,$$

$$D_2\hat{u}(x) = \int\limits_{\frac{x_1^0+h_1}{2}}^{x_1} (x_1-\alpha_1) D_1^2 D_2 u(\alpha_1, x_2) d\alpha_1, \; D_1D_2\hat{u}(x) = \int\limits_{\frac{x_1^0+h_1}{2}}^{x_1} D_1^2 D_2 u(\alpha_1, x_2) d\alpha_1, \; D_1^2 D_2\hat{u}(x) = D_1^2 D_2 u(x).$$

Теперь доминирующую производную рассмотрим как неизвестную функцию, иначе говоря, произведем замену $D_1^2 D_2 u(x) = b(x)$. Тогда уравнение (7) можно записать в виде:

$$(Nb)(x) \equiv b(x) + \int\limits_{\frac{x_1^0+h_1}{2}}^{x_1} a_{1,1}(x) b(\alpha_1, x_2) d\alpha_1 + \int\limits_{\frac{x_1^0+h_1}{2}}^{x_1} a_{0,1}(x)(x_1-\alpha_1) b(\alpha_1, x_2) d\alpha_1 + \int\limits_{\frac{x_2^0+h_2}{2}}^{x_2} a_{2,0}(x) b(x_1, \alpha_2) d\alpha_2 +$$

$$+\int\limits_{\frac{x_1^0+h_1}{2}}^{x_1}\int\limits_{\frac{x_2^0+h_2}{2}}^{x_2} a_{1,0}(x)b(\alpha_1,\alpha_2)d\alpha_1 d\alpha_2 +$$

$$+\int\limits_{\frac{x_1^0+h_1}{2}}^{h_1}\int\limits_{\frac{x_2^0+h_2}{2}}^{h_2} a_{0,0}(x)(x_1-\alpha_1)R_0(\alpha_1,\alpha_2;x_1,x_2)b(\alpha_1,\alpha_2)d\alpha_1 d\alpha_2 = \hat{Z}(x), \quad x\in G, \tag{8}$$

Определение. Если задача (1), (2) для любого $\varphi=(\varphi_{0,0},\varphi_{1,0},\varphi_{2,0},\varphi_{0,1},\varphi_{1,1},\varphi_{2,1})\in \mathrm{E}_p^{(2,1)}$ имеет единственное решение $u\in W_p^{(2,1)}(G)$ такое, что $\|u\|_{W_p^{(2,1)}(G)}\le M_1\|\varphi\|_{\mathrm{E}_p^{(2,1)}}$,то будем говорить, что оператор V краевой задачи (1), (2) (или уравнения (3)) является гомеоморфизмом из $W_p^{(2,1)}(G)$ на $\mathrm{E}_p^{(2,1)}$ или задача (1), (2) везде корректно разрешима. Здесь M_1 постоянная не зависящее от φ.

Очевидно, что если оператор V задачи (1), (2) является гомеоморфизмом из $W_p^{(2,1)}(G)$ на $\mathrm{E}_p^{(2,1)}$, то существует ограниченный обратный оператор: $V^{-1}:\mathrm{E}_p^{(2,1)}\to W_p^{(2,1)}(G)$.

Легко увидеть, что оператор N уравнения (8) линеен. Используя условия, наложенные на коэффициенты $a_{i_1,i_2}(x)$, можно доказать, что этот оператор является ограниченным оператором из $L_p(G)$ в $L_p(G)$, $1\le p\le\infty$. Кроме того, оператор N является вольтерровым оператором относительно точки $(\frac{x_1^0+h_1}{2},\frac{x_2^0+h_2}{2})$. Это означает, что если функции $b_1,b_2\in L_p(G)$ в области $G_{(x_1,x_2)}=(\frac{x_1^0+h_1}{2},x_1)\times(\frac{x_2^0+h_2}{2},x_2)$ удовлетворяют условию $b_1(\alpha_1,\alpha_2)=b_2(\alpha_1,\alpha_2)$,то выполняется также условие $(Nb_1)(\alpha_1,\alpha_2)=(Nb_2)(\alpha_1,\alpha_2)$ почти для всех $(\alpha_1,\alpha_2)\in G_{(x_1,x_2)}$, где $(x_1,x_2)\in G$ произвольная точка. Используя вольтерровость оператора N, при помощи, например, метода последовательных приближений можно доказать, что уравнение (8) для любой правой части $\hat{Z}\in L_p(G)$ имеет единственное решение $b\in L_p(G)$, где $1\le p\le\infty$, и это решение удовлетворяет условию $\|b\|_{L_p(G)}\le M_2\|\hat{Z}\|_{L_p(G)}$,где M_2 постоянное не зависящее от $\hat{Z}$. Далее, очевидно, что если $\varphi_{2,1}\in L_p(G)$, то $\hat{Z}\in L_p(G)$. Кроме того, если $b\in L_p(G)$ есть решение уравнения (8), то решение задачи (1), (2) можно найти при помощи равенства $u(x)=g_0(x)+\int\limits_{\frac{x_1^0+h_1}{2}}^{h_1}\int\limits_{\frac{x_2^0+h_2}{2}}^{h_2}(x_1-\alpha_1)b(\alpha_1,\alpha_2)R_0(\alpha_1,\alpha_2;x_1,x_2)d\alpha_1 d\alpha_2$. Поэтому справедлива

Теорема. Оператор задачи (1), (2) есть гомеоморфизмом из $W_p^{(2,1)}(G)$ на $\mathrm{E}_p^{(2,1)}$.

Литература

1. Жегалов В.И., Уткина Е. А., Шакирова И. М. Об условиях разрешимости задачи Гурса для обобщенного уравнения Аллера. Изв. вузов. Матем., 2018, № 8, С.21–26.
2. Марданов М.Д., Мамедов И.Г., Абдуллаева И.А. Об одной краевой задаче в неклассической трактовке для обобщенного уравнения Аллера. IV Республиканская научная конференция. Материалы конференции. СУМГАИТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, СУМГАИТ-2021, №9, С.16-19.
3. Мамедов И.Г., Марданов М.Д., Меликов Т.К., Бандалиев Р.А. О корректной разрешимости задачи Неймана для обобщенного уравнения Манжерона с негладкими коэффициентами. Диф. Урав., 2019, Т.55, №10, С.1405-1415.

KORREKT HƏLLOLUNMASI BARƏDƏ
Mərdanov M.C., Məmmədov İ.Q., Abdullayeva İ.A.

Açar sözlər: *ekvivalent inteqral tənlik, qeyri-klassik sərhəd məsələsi, Aller tənliyi, qeyri-hamar əmsallı tənliklər, homeomorfizm.*

İşdə S.L.Sobolev fəzasında qeyri-hamar əmsallı ümumiləşmiş Aller tənliyi üçün bir sərhəd məsələsinin korrekt həllolunanlığı isbat edilmişdir.

SUMMARY
ON THE CORRECT SOLVABILITY OF A NONCLASSICAL BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE GENERALIZED ALLER EQUATION
Mardanov M.C., Mammadov I.G., Abdullayeva I.A.

Keywords: *equivalent integral equation, nonclassical boundary value problem, Aller equation, equations with nonsmooth coefficients, homeomorphism.*

In this work, the correct solvability of a boundary value problem for the generalized Aller equation with non-smooth coefficients in S.L. Sobolev space is proved.

НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ ОПТИМАЛЬНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ БОЛЬЦА ДЛЯ ОДНОГО КЛАССА ДВОИЧНЫХ ЛИНЕЙНЫХ МОДУЛЯРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Рамазанова Л.М., Гасанлы Н.И., Халилова А.А.
Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
Lidiya.ramazanova.55@mail.ru, nicat.hsnli@mail.ru, aynur.xelilova79@mail.ru

Ключевые слова: *двоичные линейные модулярные динамические системы, задача Больца, задача терминального управления, булевые и псевдобулевые функции, необходимое условие оптимальности управлений.*

Рассматривается следующая модулярная динамическая система (МДС)

$$x[n+1]=f(x[n],u[n]),\ x[0]=a,\ 0\le n<N,\quad GF(2), \tag{1}$$

где $x[n]\in GF^m(2)$ - вектор состояния, $u[n]\in GF^r(2)$ - вектор управления. $N>1$– заданное натуральное число, $a-$ $m-$мерный заданный вектор над полем $GF(2)$, $f(\cdot)-$ заданная линейная функция. Задача оптимального управления МДС (1) заключается в определении такого $u[n]\in GF^r(2)$ который с учетом (1) минимизирует заданный псевдобулевый функционал

$$I=\Phi(x[N]). \tag{2}$$

Задача (1),(2) есть задача терминального управления. Пусть $f(\cdot)$ и $\Phi(\cdot)$ таковы, что их смешанные производные равны нулю. Пусть

$$\frac{\partial f(x[n],u[n])}{\partial x[n]}=\left(\frac{\partial f_i(x[n],u[n])}{\partial x_j[n]}\right),i=\overline{1,m},\ j=\overline{1,m},\quad \frac{\partial f(x[n],u[n])}{\partial u[n]}=\left(\frac{\partial f_i(x[n],u[n])}{\partial u_j[n]}\right),i=\overline{1,m},\ j=\overline{1,r},$$

$$\frac{\partial\Phi(x[n])}{\partial x[n]}=\left(\frac{\partial\Phi(x[n])}{\partial x_1[n]},\ldots,\frac{\partial\Phi(x[n])}{\partial x_m[n]}\right),$$

Пусть $u^*=\{u^*[0],\ldots,u^*[N-1]\}$ есть оптимальная последовательность, $x^*=\{x^*[0],\ldots,x^*[N]\}$ - соответствующая ей последовательность состояний и $\tilde{u}$ - некоторая измененная входная последовательность, такая что $\tilde{u}[k]=u^*[k],\ k\ne n,\ 0\le k\le N-1;\ \tilde{u}[n]=u^*[n]\oplus\delta u^*[n]$, где $\delta u^*[n]=(\delta u_1^*[n],\ldots,\delta u_r^*[n])$. Тогда $\tilde{x}=\{x^*[0],\ldots,x^*[n],\ \tilde{x}[n+1],\ldots,\tilde{x}[N]\}$. В силу условий, налагаемых на $f(\cdot)$ справедливо: $\tilde{x}[n+1]\oplus x^*[n+1]=\delta x^*[n+1]=\dfrac{\partial f(x^*[n],u^*[n])}{\partial u[n]}\cdot\delta u^*[n],GF(2)$. Здесь операция умножения по $\mathrm{mod}\ 2$ заменена обычной операцией умножения. Ясно, что

$$\Phi(\tilde{x}[N])-\Phi(x^*[N])=\frac{\partial\Phi(x^*[N])}{\partial x[N]}\delta x^*[N]\ge 0\ , \tag{3}$$

$$\tilde{x}[k] \oplus x^*[k] = \delta x^*[k] = \frac{\partial f(x^*[k-1], u^*[k-1])}{\partial x[k-1]} \cdot \delta x^*[k-1],\ GF(2),\ k = n+2,...,N.$$

Правую часть соотношения (3) можно переписать в следующем виде

$$\frac{\partial \Phi(x^*[N])}{\partial x[N]} \left\{ \frac{\partial f(x^*[N-1], u^*[N-1])}{\partial x[N-1]} \cdot \delta x^*[n-1] \right\} =$$

$$= \frac{\partial \Phi(x^*[N])}{\partial x[N]} \left\{ \frac{\partial f(x^*[N-1], u^*[N-1])}{\partial x[N-1]} \cdot \frac{\partial f(x^*[N-2], u^*[N-2])}{\partial x[N-2]} \cdot \delta x^*[n-2] \right\} =$$

$$= \frac{\partial \Phi(x^*[N])}{\partial x[N]} \left\{ \frac{\partial f(x^*[N-1], u^*[N-1])}{\partial x[N-1]} \cdot \frac{\partial f(x^*[N-2], u^*[N-2])}{\partial x[N-2]} \cdot \delta x^*[n-2] \cdot \ldots \right.$$

$$\left. \cdot \frac{\partial f(x^*[n+1], u^*[n+1])}{\partial x[n+1]} \cdot \delta x^*[n+1] \right\} =$$

$$= \frac{\partial \Phi(x^*[N])}{\partial x[N]} \left\{ \frac{\partial f(x^*[N-1], u^*[N-1])}{\partial x[N-1]} \cdot \ldots \cdot \frac{\partial f(x^*[n+1], u^*[n+1])}{\partial x[n+1]} \cdot \frac{\partial f(x^*[n], u^*[n])}{\partial u[n]} \cdot \delta u[n] \right\}. \quad (4)$$

Здесь операция умножения по $\mathrm{mod}\ 2$ заменена обычной операцией умножения. Введем следующую сопряженную систему

$$p[N] = \frac{\partial \Phi(x[N])}{\partial x[N]}, \quad p[n] = p[n+1] \frac{\partial f(x[n], u[n])}{\partial x[n]}, \quad n = N-2, N-3, ..., 1, 0, \quad (5)$$

где $p = (p_1, ..., p_m)$ - m-мерный вектор над $GF(2)$. Тогда (4) запишется в виде

$$p^*[n+1] \frac{\partial f(x^*[n], u^*[n])}{\partial u[n]} \delta u^*[n] \geq 0. \quad (6)$$

Введем дискретную функцию Гамильтона [26]

$$H(p^*[n+1], x^*[n], u[n]) = \sum_{i=1}^{m} p_i^*[n+1] \cdot f_i(x^*[n], u[n]). \quad (7)$$

Из (7) видно, что (6) можно записать в виде

$$\frac{\partial H(p^*[n+1], x^*[n], u^*[n])}{\partial u[n]} \delta u^*[n] \geq 0. \quad (8)$$

Теорема 1. Пусть $f(x)$ и $\Phi(x[N])$ такие, что их смешанные частные производные равны нулю; $u^* = \{u^*[0], ..., u^*[N-1]\}$ - оптимальная входная последовательность задачи (1), (2), а $x^* = \{x^*[0], ..., x^*[N]\}$ соответствующая ей последовательность состояния; $p^* = \{p^*[N], ..., p^*[0]\}$ - оптимальное решение сопряженного уравнения (5). Тогда для всех $n = 0, ..., N-1$ справедливо соотношение (8).

Пусть теперь функционал качества есть следующий функционал

$$I = \Phi(x[N]) + \sum_{k=0}^{N-1} f_0(x[k]), \quad (9)$$

где Φ и f_0 - есть сепарабельные псевдобулевые функционалы. Задача оптимального управления (1),(9), есть задача Больца. Для нахождения необходимого условия оптимальности управления задачи (1),(9), приведем ее к задаче терминального управления. Для этого введем обозначения

$$x_0[n+1] = f_0(x[n], u[n]),\ x[0] = 0,\ GF(2). \quad (10)$$

Ясно, что,

$$x_0[N] = \sum_{k=0}^{N-1} f_0(x[k], u[k]). \quad (11)$$

На основе (10),(11) введем следующие векторы: $\bar{x}[k] = (x_0[k], x_1[k], ..., x_m[k])$,

$\bar{f}(\bar{x}[k], u[k]) = (f_0(x[k], u[k]), f_1(x[k], u[k]), ..., f_m(x[k], u[k]))$.

Пусть,

$$\bar{\Phi}(\bar{x}[N]) = \Phi(x[N]) + x_0[N], \quad (12)$$

$$\bar{x}[n+1] = \bar{f}(\bar{x}[n], u[n]),\ GF(2),\ \bar{x}[0] = (0, a_1, a_2, ..., a_m) \in GF^{m+1}(2). \quad (13)$$

Таким образом, задача Больца (1),(9) приводится к задаче терминального управления (13),(12). Пусть, $u^* = \{u^*[0],...,u^*[N-1]\}$ - последовательность оптимального управления, $\bar{x}^* = \{\bar{x}^*[0],...,\bar{x}^*[N]\}$ - соответствующая ей последовательность состояния, а $\tilde{u}$ - некоторая измененная входная последовательность $\tilde{u}[k] = u^*[k]$, $\tilde{u}[n] = u^*[n] \oplus \delta u^*[n]$, где, $\delta u^*[n] = (\delta u_1^*[n],...,\delta u_r^*[n])$. Onda $\tilde{x} = \{\bar{x}^*[0],...,\bar{x}^*[n], \tilde{x}'[n+1],...,\tilde{x}'[N]\}$. В силу условий, налагаемых на $f(\cdot)$ справедливо:

$$\tilde{x}[n+1] \oplus x^*[n+1] = \delta x^*[n+1] = \frac{\partial \bar{f}(\bar{x}^*[n], u^*[n])}{\partial u[n]} \cdot \delta u^*[n],\ GF(2),$$

$$\tilde{x}'[k] \oplus \bar{x}^*[k] = \delta x^*[k] = \frac{\partial f(\bar{x}^*[k-1], u^*[k-1])}{\partial \bar{x}[k-1]} \cdot \delta \bar{x}^*[k-1],\ GF(2),\ k = n+2,...,N.$$

Здесь операция умножения по $\mathrm{mod}\ 2$ заменена обычной операцией умножения. В силу условий налагаемых на $\overline{\Phi}(\cdot)$ справедливо

$$\overline{\Phi}(\tilde{x}'[N]) - \overline{\Phi}(\bar{x}^*[N]) = \frac{\partial \overline{\Phi}(\bar{x}^*[N])}{\partial \bar{x}[N]} \delta \bar{x}^*[N] \geq 0\ . \tag{14}$$

Правую часть соотношения (14) можно переписать в следующем виде:

$$\frac{\partial \overline{\Phi}(\bar{x}^*[N])}{\partial \bar{x}[N]} \left\{ \frac{\partial \bar{f}(\bar{x}^*[N-1], u^*[N-1])}{\partial \bar{x}[N-1]} \cdot ... \cdot \frac{\partial \bar{f}(\bar{x}^*[n+1], u^*[n+1])}{\partial \bar{x}[n+1]} \times \frac{\partial \bar{f}(\bar{x}^*[n], u^*[n])}{\partial u[n]} \cdot \delta u[n] \right\}. \tag{15}$$

Здесь операция умножения по $\mathrm{mod}\ 2$ заменена обычной операцией умножения. Введем следующую сопряженную систему:

$$\bar{p}[N] = \left(\frac{\partial \overline{\Phi}(\bar{x}[N])}{\partial \bar{x}[N]} \right)^T,\ \bar{p}[n]^T = \bar{p}[n+1]^T \frac{\partial \bar{f}(\bar{x}[n], u[n])}{\partial \bar{x}[n]},\quad n = N-1, N-2,...,1,0, \tag{16}$$

где вектор $\bar{p} = (p_0, p_1,..., p_m)^T$ над $GF(2)$ есть $(m+1)$-мерный вектор. Ясно, что второе равенство формулы (16) можно записать в виде: $\bar{p}_i[n] = \sum_{j=0}^{m} \bar{p}_j[n+1] \frac{\partial \bar{f}_j(\bar{x}[n], u[n])}{\partial \bar{x}_i[n]},\ i = 0,1,...,m$.

Тогда формулы (15) можно записать в следующим виде:

$$\bar{p}^*[n+1]^T \frac{\partial \bar{f}(\bar{x}^*[n], u^*[n])}{\partial u[n]} \delta u^*[n] \geq 0\,. \tag{17}$$

Введем дискретную функцию Гамильтона:

$$\overline{H}(\bar{p}^*[n+1], \bar{x}^*[n], u[n]) = \sum_{i=0}^{m} \bar{p}_i^*[n+1] \cdot \bar{f}_i(\bar{x}^*[n], u[n])\,. \tag{18}$$

Из формулы (18) видно, что формулы (17) можно записать в виде:

$$\frac{\partial \overline{H}(\bar{p}^*[n+1], \bar{x}^*[n], u^*[n])}{\partial u[n]} \delta u^*[n] \geq 0,\ \text{где}$$

$$\frac{\partial \overline{H}(\bar{p}^*[n+1], \bar{x}^*[n], u^*[n])}{\partial u[n]} = \left(\frac{\partial \overline{H}(\bar{p}^*[n+1], \bar{x}^*[n], u^*[n])}{\partial u_1[n]}, ..., \frac{\partial \overline{H}(\bar{p}^*[n+1], \bar{x}^*[n], u^*[n])}{\partial u_r[n]} \right).$$

Ясно, что

$$\frac{\partial \overline{\Phi}(\bar{x}[N])}{\partial \bar{x}[N]} = \left(\frac{\Phi(x[N]) + x_0[N]}{\partial x_0[N]}, ..., \frac{\Phi(x[N]) + x_0[N]}{\partial x_1[N]} \right) = \left(1, \frac{\Phi(x[N])}{\partial x_1[N]}, ..., \frac{\Phi(x[N])}{\partial x_1[N]} \right) = \left(1, \frac{\Phi(x[N])}{\partial x[N]} \right).$$

Поэтому $\bar{p}[N] = col\,(1,\ p_1[N],..., p_m[N]) = col(1,\ p[N])$. Поскольку $\bar{p}[N] = \left(\frac{\partial \overline{\Phi}(\bar{x}[N])}{\partial \bar{x}[N]} \right)^T$ получим, что $p[N] = \left(\frac{\partial \Phi(x^*[N])}{\partial x[N]} \right)^T$. Если запишем выражения $\frac{\partial \bar{f}(\bar{x}[n], u[n])}{\partial \bar{x}[n]}$ в открытым виде и учтем, что $\frac{\partial f_0(x[n], u[n])}{\partial x_0[n]} = 1,\ \frac{\partial f_1(x[n], u[n])}{\partial x_0[n]} = 0, ..., \frac{\partial f_m(x[n], u[n])}{\partial x_0[n]} = 0$. Тогда получим, что

$$\frac{\partial \bar{f}(\bar{x}[n],u[n])}{\partial \bar{x}[n]}=\begin{pmatrix}1 & \frac{\partial f_0(x[n],u[n])}{\partial x_1[n]} & \dots & \frac{\partial f_0(x[n],u[n])}{\partial x_m[n]}\\ 0 & \frac{\partial f_1(x[n],u[n])}{\partial x_1[n]} & \dots & \frac{\partial f_1(x[n],u[n])}{\partial x_m[n]}\\ \dots & \dots & \dots & \dots\\ 0 & \frac{\partial f_m(x[n],u[n])}{\partial x_1[n]} & \dots & \frac{\partial f_m(x[n],u[n])}{\partial x_m[n]}\end{pmatrix}.$$

При $n=N-1,N-2,\dots,1,0$ находим выражения $\bar{p}[n]$:

$$\bar{p}[N-1]^T=\bar{p}[N]^T\,\frac{\partial \bar{f}(\bar{x}[N-1],u[N-1])}{\partial \bar{x}[N-1]}=$$

$$=(1,\,p_1[N],\dots,p_m[N])\begin{pmatrix}1 & \frac{\partial f_0(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_1[N-1]} & \dots & \frac{\partial f_0(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_m[N-1]}\\ 0 & \frac{\partial f_1(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_1[N-1]} & \dots & \frac{\partial f_1(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_m[N-1]}\\ \dots & \dots & \dots & \dots\\ 0 & \frac{\partial f_m(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_1[N-1]} & \dots & \frac{\partial f_m(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_m[N-1]}\end{pmatrix}=$$

$$=\left(1,\sum_{i=0}^{m}p_i[N]\frac{\partial f_i(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_1[N-1]},\dots,\sum_{i=0}^{m}p_i[N]\frac{\partial f_i(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_m[N-1]}\right).$$

Отсюда получим, что $p_0[N-1]=1$,

$$p_1[N-1]=\sum_{i=0}^{m}p_i[N]\frac{\partial f_i(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_1[N-1]}=p_0[N]\frac{\partial f_0(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_1[N-1]}+$$

$$+\sum_{i=1}^{m}p_i[N]\frac{\partial f_i(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_1[N-1]}=\frac{\partial f_0(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_1[N-1]}+\sum_{i=1}^{m}p_i[N]\frac{\partial f_i(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_1[N-1]},$$

……

$$p_m[N-1]=\sum_{i=0}^{m}p_i[N]\frac{\partial f_i(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_m[N-1]}=p_0[N]\frac{\partial f_0(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_m[N-1]}+$$

$$+\sum_{i=1}^{m}p_i[N]\frac{\partial f_i(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_m[N-1]}=\frac{\partial f_0(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_m[N-1]}+\sum_{i=1}^{m}p_i[N]\frac{\partial f_i(x[N-1],u[N-1])}{\partial x_m[N-1]}$$

Продолжая, таким образом, для $k=N-2,N-3,\dots,0$ получим, что: $p_0[k]=1$,

$$p_1[k]=\sum_{i=0}^{m}p_i[k+1]\frac{\partial f_i(x[k],u[k])}{\partial x_1[k]}=p_0[k+1]\frac{\partial f_0(x[k],u[k])}{\partial x_1[k]}+$$

$$+\sum_{i=1}^{m}p_i[k+1]\frac{\partial f_i(x[k],u[k])}{\partial x_1[k]}=\frac{\partial f_0(x[k],u[k])}{\partial x_1[k]}+\sum_{i=1}^{m}p_i[k+1]\frac{\partial f_i(x[k],u[k])}{\partial x_1[k]},$$

……

$$p_m[k]=\sum_{i=0}^{m}p_i[k+1]\frac{\partial f_i(x[k],u[k])}{\partial x_m[k]}=p_0[k+1]\frac{\partial f_0(x[k],u[k])}{\partial x_m[k]}+$$

$$+\sum_{i=1}^{m}p_i[k+1]\frac{\partial f_i(x[k],u[k])}{\partial x_m[k]}=\frac{\partial f_0(x[k],u[k])}{\partial x_m[k]}+\sum_{i=1}^{m}p_i[k+1]\frac{\partial f_i(x[k],u[k])}{\partial x_m[k]}$$

или получим, что $p[k]^T=\frac{\partial f_0(x^*[k],u^*[k])}{\partial x[k]}+p[k+1]^T\,\frac{\partial f(x^*[k],u^*[k])}{\partial x[k]}$. Из вышеизложенного видно, что для любых $k=N,N-1,\dots,0$ есть $\bar{p}[k]=col(\ 1,\ p_1[k],\dots,p_m[k])=col(1,\ p[k])$.

По соотношению (18) можно получить следующее:

$$\overline{H}(\overline{p}^*[n+1],\overline{x}^*[n],u[n]) = \sum_{i=0}^{m} \overline{p}_i^*[n+1]\cdot \overline{f}_i(\overline{x}^*[n],u[n]) = \overline{p}_0^*[n+1]\cdot \overline{f}_0(\overline{x}^*[n],u[n]) +$$

$$+\sum_{i=1}^{m} \overline{p}_i^*[n+1]\cdot \overline{f}_i(\overline{x}^*[n],u[n]) = p_0^*[n+1]\cdot f_0(\overline{x}^*[n],u[n]) + \sum_{i=1}^{m} p_i^*[n+1]\cdot f_i(\overline{x}^*[n],u[n]) =$$

$$= f_0(x^*[n],u[n]) + \sum_{i=1}^{m} p_i^*[n+1]\cdot f_i(x^*[n],u[n]) = H(p^*[n+1],x^*[n],u[n]).$$

Теорема 2. Пусть булевая функция $f(x)$ линейная, а псевдобулевые функции $\Phi(x[N])$ и $f_0(\cdot)$ сепарабельные; $u^* = \{u^*[0],...,u^*[N-1]\}$ - оптимальная входная последовательность задачи (1),(9), а $x^* = \{x^*[0],...,x^*[N]\}$ соответствующая ей последовательность состояния; $p^* = \{p^*[N],...,p^*[1]\}$ - оптимальное решение следующего сопряженного уравнения

$$p[N] = \left(\frac{\partial \Phi(x^*[N])}{\partial x[N]}\right)^T,\ p[k]^T = \frac{\partial f_0(x^*[k],u^*[k])}{\partial x[k]} + p[k+1]^T \frac{\partial f(x^*[k],u^*[k])}{\partial x[k]},\ k = N-1,...,1,0,$$

Тогда для всех $n = 0,...,N-1$ справедливо соотношения $\dfrac{\partial H(p^*[n+1],x^*[n],u^*[n])}{\partial u[n]}\delta u^*[n] \ge 0$,

где $H(p^*[n+1],x^*[n],u[n]) = f_0(x^*[n],u[n]) + \sum_{k=1}^{m} p_k^*[n+1]\cdot f_k(x^*[n],u[n])$.

Литература

1. Фейзиев Ф.Г., Фараджева М.Р. Модулярные последовательностные машины: основные результаты по теории и приложению. Баку: Элм, 2006. 234 с.
2. Бохманн Д., Постхоф Х. Двоичные динамические системы. М.: Энергоиздат, 1986.
3. Саати Т. Целочисленные методы оптимизации и связанные с ними экстремальные проблемы. М.: Мир, 1973.
4. Пропой А.И. Элементы теории оптимальных дискретных процессов. М.: Наука, 1973.

XÜLASƏ

İKİLİK XƏTTİ MODULYAR DİNAMİK SİSTEMLƏR ÜÇÜN BOLSA MƏSƏLƏSİNDƏ İDARƏETMƏNİN ZƏRURİ OPTİMALLIQ ŞƏRTLƏRİ

Ramazanova L.M., Həsənlı N.İ., Xəlilova A.A.

***Açar sözlər**: ikilik xətti modulyar dinamik sistemlər, Bolsa məsələsi, bul və psevdobul funksiyalar, idarəetmənin zəruri optimallıq şərtləri.*

Bir sinif ikilik xətti modulyar dinamik sistemlər üçün Bolsa məsələsinə baxılır. Bul, psevdobul funksiyalarının törəmə və diferensialı anlayışlarından, diskret Hamilton funksiyasından,

qoşma sistemdən və xüsusi işarələmələrdən istifadə etməklə Bolsa məsələsini terminal optimal idarəetmə məsələsinə gətirməklə, idarəetmənin zəruri optimallıq şərtləri tapılır.

SUMMARY

A NECESSARY CONDITIONS OF OPTIMALITY CONTROLS IN BOLSA PROBLEMS FOR BINARY LINEAR MODULAR DYNAMIC SYSTEMS

Ramazanova L.M., Həsənlı N.İ., Xəlilova A.A.

***Keywords:** bnary linear modular dynamic system, the Bolza problem, boolean and psevdoboolean functions, necessary conditions for the optimality of control*

The Bolza problem of terminal optimal control for one class of binary linear modular dynamical systems are considered. Using the of derivative and differential of boolean and psevdoboolean functions, the discrete Hamilton function, the adjoint system and the spesial notation Bolza problem is reduced to the problem of terminal control a necessary conditions for the optimality of control is find.

СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДИНАМИЧЕСКОГО ОТСТОЯ НЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ

Рзаев А.Г., Асадова Р.Ш.

[1,2]*Институт систем управления, Баку, Азербайджан*
Abbas_r@mail.ru, Renaasadova2007@rambler.ru

Ключевые слова: *термохимическая подготовка нефти, отстойный аппарат, нефтяная эмульсия, эмульгированные водяные капли.*

Процессы комплексной подготовки нефти на предприятиях добычи нефти, в основном, осуществляются на установках комплексной подготовки нефти (УКПН), которая состоит из узла приема и предварительной подготовки нефти, узлов обезвоживания и обессоливания нефтяной эмульсии (НЭ) и узла стабилизации обессоленной нефти.

Статья относится к нефтедобывающей промышленности, в частности к подготовке товарной нефти и предназначено для использования в системах централизованного управления процессами динамического отстоя нефтяной эмульсии.

Введение. Нефтяная жидкость с содержанием пластовой воды 36-56% поступает в узел предварительной подготовки нефти, состоящей из параллельно работающих вертикальных цилиндрических технологических резервуаров. Для равномерного распределения сырья по сечению в нижней части технологических резервуаров размещены маточники, с отверстиями, обращенные к днищу резервуара, суммарная пропускная способность которых соответствует пропускной способности разводящих труб [4].

Нефтяная жидкость через отверстия устремляется вниз, а потом всплывает в слое водяной подушки, высота которой может изменяться в пределах 3 - 7 м. при этом происходит осаждение пластовой воды, время пребывания НЭ в технологических резервуарах, в зависимости от ее расхода и уровня водяной подушки, изменяется в пределах 2 ÷ 8 часов. НЭ с содержанием воды 2 ÷ 30% и соли 2-30 г/л после узла предварительной подготовки нефти, пройдя через два параллельно работающих буферных резервуара, направляется в узел обезвоживания. На узле обезвоживания НЭ на входе насоса смешивается с химическим реагентом (деэмульгатором), пройдя через теплообменники, где нагревается до 50 ÷ 65 С, за счет тепла отходящей товарной нефти поступает на вход восьми параллельно работающих цилиндрических горизонтальных отстойников (ГО), где в динамическом режиме отстаивается пластовая вода, находящаяся в виде эмульгированных капель, отстоявшаяся вода выводится с низа Г0 и направляется в узел предварительной подготовки нефти.

В ГО также придерживается водяная подушка высотой 0,8 - 1,2 м. Ввиду того, что основная масса пластовой соли находится в растворенном виде в каплях воды, при обезвоживании одновременно происходит и процесс частичного обессоливания НЭ. 0днако глубина обессоливания при этом не является удовлетворительной.

Поэтому НЭ после процесса обезвоживания с содержанием воды 0,12÷1% об и соли 150-800 мг/л поступает в узел обессоливания, где смешивается с пресной промывочной водой для промывки солей и в течение 2 ÷4 часов, и дренажная вода возвращается в технологические резервуары, с целью использования содержащегося в ней тепла. Уровень водяной подушки в шаровых отстойниках (ШО) изменяется в пределах 2 - 4,5 м. После обессоливания содержание минеральных солей в нефти на выходе Ш0 остается в пределах 7 ÷80 мг/л. Обессоленная нефть с остаточным содержанием воды 0,2÷0,8% и солей 7÷80 мг/л после узла обессоливания направляется на стабилизацию.

Перед поступлением на узел стабилизации поток нефти разделяется на два потока. Первый поток в специальной печи беспламенного горения, нагреваясь до температуры 160-180^0 С поступает в стабилизационную колонну, где сверху колонны отбирается бензин широкой фракции (CH_4 ÷ C_6H_{14}), а с нижней части отводится стабильная нефть. Для получения желаемого качества бензина и стабильной нефти в верхней части колонны, за счет орошения бензина поддерживается температура в пределах 70÷90°С. А второй поток объединяется со стабильной нефтью и, проходя через теплообменники и отдавая свое тепло в сырую нефть, направляется в товарный парк готовой продукции.

Задача исследования состоит в улучшении процесса динамического отстоя нефтяной эмульсии.

Сущность исследования состоит в способе управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии, который включает создание искусственного колебательного режима путем неравномерного перераспределения потока нефтяной эмульсии между двумя параллельно работающими отстойниками, в каждом из которых измеряют перепад давления по высоте отстойного аппарата, объем входящей нефтяной эмульсии, автоматическую дозировку деэмульгатора в зависимости от объема нефтяной эмульсии. Дополнительно измеряют содержание воды в нефтяной

эмульсии на входе в отстойный аппарат (ОА), оптическую плотность нефтяного слоя и уровень водяной подушки в ОА, а перепад давления измеряют в трех точках по высоте отстойного аппарата, и по измеренным данным рассчитывают значение управляющего воздействия на систему по следующему алгоритму:

$$W_{1-2} = \frac{\rho_{нэ} - \rho_н}{\rho_в - \rho_н} = \frac{\frac{\Delta P_{11-7}}{gh} - \rho_н}{\rho_в - \rho_н}$$

$$W_{2-3} = \frac{\frac{\Delta P_{2-3}}{gh} - \rho_н}{\rho_в - \rho_н}$$

$$h_в = W_{1-2} + W_{2-3}) \frac{1}{2} h$$

$$\Delta h = h_в - h_в^з$$

$$D = \lg(\frac{J_0}{J_1})$$

$$Z_A = a/l = 15{,}813\, D$$

$$Z_A = Z_A^p - Z_A^з$$

где: W_1, W_2 - содержание воды в слое жидкости по высоте отстойного аппарата (ОА) соответственно между точками отбора, долевые; P_1, P_2, P_3 -давление соответственно в трех точках измерения, кгс/м^2; $\rho_в, \rho_н$, $\rho_{нэ}$ –плотность воды, нефти и НЭ, кг/м^3; D – оптическая плотность жидкости между датчиком и приемником при длине волн инфракрасного излучение (ИКИ); Z_A- концентрация асфальтенов в нефтяном слое; $Z_A^p, Z_A^з$- расчетное и заданное значения концентрации асфальтенов в нефтяном слое; J_0 и J_1- соответственно интенсивность падающего инфракрасного излучения и излучения проходящего через слой жидкости по высоте ОА; l –высота ОА, м; $h_в$- уровень водяной подушки (раздела фаз нефть –вода) (ВП); a –эмпирический коэффициент определяемый экспериментально.

Система управления содержит датчики измерения давления по высоте отстойного аппарата, датчики расхода нефтяной эмульсии и деэмульгатора, исполнительные механизмы, установленные на линии потока нефтяной эмульсии на входах отстойных аппаратов и на линии отвода дренажной воды, и установленные дополнительно датчики, и приемники инфракрасного излучения (ИКИ). Все выходы датчиков через соответствующие преобразователи связаны с входом блока управления и индикации, а выходы блока управления и индикации связаны с входами исполнительных механизмов. Блок управления осуществляет управляющее воздействие на исполнительные механизмы по значению управляющего воздействия [1].

Сопоставительный анализ предлагаемого способа с другими [2] показал, что предлагаемый способ отличается от существующих новыми существенными признаками: измерение содержания воды в нефтяной эмульсии на входе в отстойный аппарат; определение уровня водяной подушки в ОА, измерение оптической плотности по высоте отстойного аппарата, а также новым алгоритмом расчета управляющего воздействия. А предлагаемая система отличается от существующих установкой датчиков и преобразователей для инфракрасного излучения.

Сопоставительный анализ с другими техническими решениями в этой области показал, что не найдены решения аналогичные заявляемому.

Известно, что основным в процессе динамического отстоя нефтяной эмульсии является удаление бронирующих оболочек с капель эмульгированной пластовой воды. Для разрушения бронированных оболочек используются деэмульгаторы, однако их эффективное применение ограничено субъективными причинами. Особенно это характерно для малодебитных скважин, в которых добывается сильно обводненная нефть. В предлагаемом способе механизм динамического отстоя нефтяной эмульсии состоит в создании искусственного колебательного режима путем неравномерного перераспределения потока нефтяной эмульсии между двумя параллельно работающими отстойниками. Перераспределение потока нефтяной эмульсии создает циклическое изменение скорости потока нефтяной эмульсии в ОА, что приводит к колебательному движению ПЭС. В результате циклического перераспределения нефтяной эмульсии в ОА, где объем больше среднего значения, промежуточный эмульсионный слой расширяется, кинетическая энергия повышается и при этом повышается эффективность столкновения между каплями, приводящая к разрушению бронирующих оболочек и коалисценции капель. А при объеме меньше среднего значения, промежуточный эмульсионный слой сжимается, уменьшается расстояние между каплями,

приводящее к коалесценции капель. Кроме того известно, что на эффективность динамического отстоя влияет уровень ВП, высота которого измеряется с использованием ИКИ, а также изменение концентрации асфальтенов, концентрацию которых определяют путем измерения оптической плотности нефтяного слоя по высоте отстойного аппарата. Чем больше концентрация асфальтенов и выше уровень ВП, тем хуже процесс динамического отстоя нефтяной эмульсии. И в это время необходимо увеличить дозировку деэмульгатора и частоту перераспределения потока и наоборот. Указанный механизм приводит к разрушению бронирующих оболочек, коалисценции эмульгированных водяных капель и переводу механических примесей в водяную подушку ОА, уменьшению риска захлебывания отстойных аппаратов и повышению качества товарной нефти (уменьшается содержание воды и минеральных солей).

Для реализации указанного способа используется несколько модифицированная (введены дополнительные датчики и приемники ИКИ и соответствующие им преобразователи) известная [3] система управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии, принципиальная схема которой представлена на рисунке.

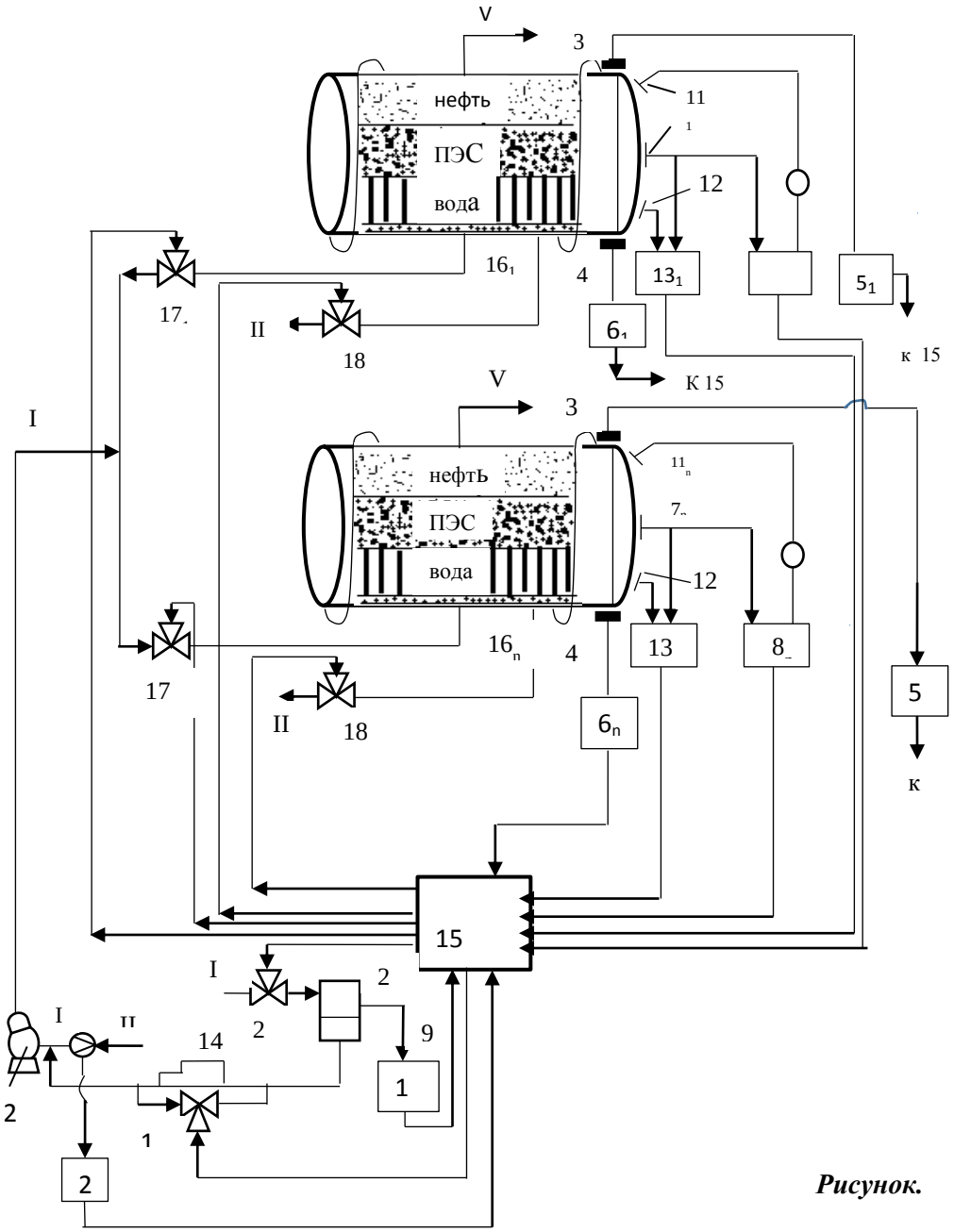


Рисунок.

Система содержит : 1 - датчик расхода НЭ; 2 - преобразователь сигнала датчика расхода; 3, 3_n - датчик и приемник ИКИ; 4 и 4_n - преобразователь сигнала датчиков ИКИ; 9 - датчик уровня деэмульгатора; 10 - преобразователь сигнала датчика уровня деэмульгатора 7_1; 11_1; 12_1 и 7_n; 11_n; 12_n

- датчики давления; $8_1;13_1$ $8_n;13_n$ - преобразователи сигналов датчиков давления; 5 - центробежный насос подачи НЭ; 14 - плунжерный насос для дозировки деэмульгатора; 15 - блок управления и индикации; $16_1 ... 16_n$ - отстойные аппараты; 17 датчик расход НЭ на входах 16_1; 16_n; $18_1;18_n$; 19 - исполнительные механизмы; 20 - емкость для деэмульгатора.

Технологические линии: I - линия НЭ на входе в отстойник; II - линия дренажной воды; III - линия НЭ на входе центробежного насоса; IV - линия деэмульгатора; V - линия обезвоженной нефти.

Все выходы датчиков через соответствующие преобразователи связаны с входом блока управления и индикации, а выходы блока управления и индикации связаны с входами исполнительных механизмов. Блок управления осуществляет управляющее воздействие на исполнительные механизмы по значению управляющего воздействия.

Способ осуществляется следующим образом.

В каждом из ОА измеряют объем и содержание воды входящей нефтяной эмульсии. Для контроля за уровнем водяной подушки в трех точках по высоте ОА измеряют давление и оптическую плотность ПЭС. На основе полученных значений и дополнительных параметров авторами изобретения разработан алгоритм управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии, который реализуется следующим образом.

К блоку управления и индикации (БУИ) 15 с заданной частотой через соответствующие преобразователи подключаются и опрашиваются все датчики измерения и на основании значений полученных сигналов по заявляемому алгоритму:

$$W_{11-7} = \frac{\rho_{нэ}-\rho_н}{\rho_в-\rho_н} = \frac{\frac{\Delta P_{11-7}}{gh}-\rho_н}{\rho_в-\rho_н}; \qquad W_{7-13} = \frac{\frac{\Delta P_{7-13}}{gh}-\rho_н}{\rho_в-\rho_н}$$

$$h_в = W_{11-7} + W_{7-13})\frac{1}{2}\ h; \qquad \Delta h = h_в - h^з_в$$

$$D = \lg(\frac{J_0}{J_1})Z_A = a/l = 15{,}813\ D; \qquad Z_A = a/l = 15{,}813\ D; \qquad Z_A = Z^p_А - Z^з_А$$

где: W_{11-7}, W_{7-13} - содержание воды в слое жидкости по высоте отстойного аппарата (ОА) соответственно между точками отбора, 11 и 7, 7 и 13, долевые; P_{11}, P_7, P_{13} - давление соответственно в точках 11, 7 и 13, кгс/м^2; $\rho_в, \rho_н$, $\rho_{нэ}$ –плотность воды, нефти и НЭ, кг/м^3; D – оптическая плотность жидкости между датчиком и приемником при длине волн инфракрасного излучение (ИКИ); Z_A- концентрация асфальтенов в нефтяном слое; $Z^p_А, Z^з_А$- расчетное и заданное значение концентрации асфальтенов в нефтяном слое; J_0 и J_1- соответственно интенсивность падающего инфракрасного излучения и излучение подходящего через слой жидкости по высоте ОА; $h_в$- уровень водяной подушки (раздела фаз нефть –вода) (ВП); h- высота отстойника; $h_в, h^з_в$- измеренное и заданное (номинальное) значение уровня ВП в ОА; a –эмпирический коэффициент определяемый экспериментально.

Рассчитывается управляющий показатель, который путем воздействия сигнала с БУИ на соответствующие исполнительные механизмы осуществляет управление процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии. При увеличении значения управляющего показателя выше номинального путем воздействия сигнала с БУИ на соответствующие исполнительные механизмы увеличивают удельный расход (дозировку) деэмульгатора, частоту перераспределения потока нефтяной эмульсии между параллельно работающими отстойными аппаратами и уменьшают уровень водяной подушки. А при значении данного показателя меньше номинального уменьшают дозировку деэмульгатора, частоту перераспределения потока нефтяной эмульсии и увеличивают уровень водяной подушки. Номинальное значение управляющего воздействия определяют как средневзвешенное значение по предварительно наработанным показателям. При значении ΔZ_A>0 увеличивают частоту колебания ПЭС и наоборот при значении ΔZ_A <0 уменьшают частоту колебания ПЭС, а при значениях $\frac{W_{11-7}}{W_{7-13}} = 0$ и ΔZ_A =0 колебательный режим переходит в режим равномерного распределения потока ПЭС между отстойными аппаратами, а при Δh>0 увеличивают расход дренажной воды и наоборот.

Датчики, преобразователи и другие устройства, установленные в системе, являются общеизвестными устройствами: датчик перепада давления - дифманометр типа САПФИР-22; расхода - типа СВЕД, БУИ - стандартный контроллер.

Технический эффект предлагаемого способа состоит в том, что способ позволяет оперативно и надежно контролировать и рационально управлять процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии в отстойных аппаратах с получением заданного качества товарной нефти.

Литература

1. Алиев Т.А., Рзаев Аб.Г., Гулуев Г.А., Асадова Р.Ш., Курбанов З.Г. “Способ и система управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии”, № 202100260/25, решение о готовности выдать евразийский патент от 05 октября 2022 г.
2. Рзаев А.Г. и др. Система автоматического приготовления и дозирования ПАВ на установках подготовки нефти / Автоматизация и телемеханизация нефтяной промышленности, 1975, № 4, с.8-10.
3. Рзаев А.Г., Рагимова С.Н., Расулов С.Р., Абасова И.А. Разработка системы контроля и управления процессами термохимической подготовки нефти / Автоматизация и телемеханизация нефтяной промышленности, 2013, № 12, с. 38-41
4. Рзаев А.Р., Асадова Р.Ш. Математическое моделирование, автоматическое измерение и управления в процессах добычи, транспорта и подготовке нефти. Монография. Баку: Элм, 2021, 328 с.

XÜLASƏ
NEFT EMULSİYASININ DİNAMİK ÇÖKDÜRÜLMƏSİ PROSESİNİN İDARƏ EDİLMƏSİ ÜSULU
Rzayev A. H., Əsədova R.Ş.

Açar sözlər: *neftin termokimyəvi emalı, çökdürmə aparatı, neft emulsiyası, emulsiyalaşmış su damcıları.*

Neft hasilatı müəssisələrində neftin kompleks hazırlaması prosesləri əsasən neftin kompleks hazırlanması qurğusunda (NKHQ) həyata keçirilir ki, bu qurğu neftin qəbulu və ilkin hazırlanması, neft emulsiyasının susuzlaşdırılması və duzsuzlaşdırılması aqreqatlarından və duzsuzlaşdırılmış neftin stabilləşdirilməsi qurğusundan ibarətdir.

Məqalə neft sənayesinə, xüsusən də satılıq neftin hazırlanmasına aiddir və neft emulsiyalarının dinamik çökdürülməsi üçün mərkəzləşdirilmiş idarəetmə sistemlərində istifadə üçün nəzərdə tutulub.

SUMMARY
METHOD TO CONTROL THE PROCESS OF DYNAMIC SETTLEMENT OF OIL EMULSION
Rzayev Ab. H., Asadova R.Sh.

Key words: *thermochemical treatment of oil, settling apparatus, oil emulsion, emulsified water drops.*

The processes of complex oil treatment at oil production enterprises are mainly carried out at integrated oil treatment units (UKPN), which consists of an oil receiving and preliminary treatment unit, oil emulsion dehydration and desalting units (NE) and a desalted oil stabilization unit.

The article relates to the oil industry, in particular to the preparation of marketable oil and is intended for use in centralized control systems for dynamic settling of oil emulsions.

ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ С ФИНАЛЬНЫМ КРИТЕРИЕМ КАЧЕСТВА ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА СО СПЕЦИАЛЬНЫМ ГРАДИЕНТНЫМ СЛАГАЕМЫМ

[1]Ягуб Г., [2]Ибрагимов Н.С.
[1]Кавказский Университет, Карс, Турция
[2]Ленкоранский Государственный Университет, Ленкорань, Азербайджан
gabilya@mail.ru, natiq_ibrahimov@mail.ru

Ключевые слова: *нелинейное уравнение Шредингера, задача оптимального управления, градиентное слагаемое, комплексный потенциал.*

В данной работе рассматривается задача оптимального управления для нелинейного нестационарного одномерного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым и с комплексным потенциалом, когда критерий качества является финальным функционалом и роль управления играют измеримые ограниченные коэффициенты уравнения, то есть вещественные и мнимые части комплексного потенциала, зависящие только от временной переменной. При этом сперва доказывается существование и единственность решения редуцированной задачи при каждом управлении из множества допустимых управлений. Далее доказываются теоремы существования и единственности решения рассматриваемой задачи оптимального управления.

Задачи оптимального управления для линейного и нелинейного нестационарного уравнения Шредингера часто возникают в квантовой механике, ядерной физике, нелинейной оптике и в других областях современной физики и техники и изучение этих задач носит как теоретический, так и практический интересы $[1,2]$. Известно, что если заряженная частица движется в постоянном однородном магнитном поле, то ее состояние описывается уравнением Шредингера со специальным

градиентным слагаемым (см. $[1, cmp.182]$). Подобные задачи оптимального управления для линейного и нелинейного нестационарного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым ранее изучены, например, в работах $[3-8]$ и др. Следует отметить, что во всех этих работах в задачах оптимального управления, когда управляющие функции зависят от временной переменной от управляших функций потребовались дифференцируемость по времени. Поэтому данная работа, посвященная изучению задачи оптимального управления для нелинейного нестационарного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым, когда управления являются вещественными и мнимыми частями комплексного потенциала и выбираются из класса измеримых ограниченных функций, зависящих только от временной переменной, представляет немалый научный интерес. Отметим, что подобная задача оптимального управления для линейного уравнения Шредингера ранее изучена в работе $[9]$.

Пусть $l>0$, $T>0$ - заданные числа, $0\le x\le l$, $0\le t\le T$, $\Omega_t \equiv (0,l)\times(0,t)$, $\Omega=\Omega_T$. Рассмотрим следующую задачу оптимального управления о минимизации функционала:

$$J_\alpha(v)=\left\|\psi(.,T)-y\right\|^2_{L_2(0,l)}+\alpha\left\|v-\omega\right\|^2_H \tag{1}$$

на множестве:

$$V=\left\{v=v(t)=\left(v_0(t),v_1(t)\right):\ v_s\in L_2(0,T), \left|v_s(t)\right|\le b_s, s=0,1, \overset{0}{\forall} t\in(0,T)\right\}$$

при условиях:

$$i\frac{\partial\psi}{\partial t}+a_0\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}+ia_1(x,t)\frac{\partial\psi}{\partial x}-a(x)\psi+v_0(t)\psi+iv_1(t)\psi+a_2|\psi|^2\psi=f(x,t),(x,t)\in\Omega, \tag{2}$$

$$\psi(x,0)=\varphi(x),\ x\in(0,l), \tag{3}$$

$$\psi(0,t)=\psi(l,t)=0, t\in(0,T), \tag{4}$$

где $i=\sqrt{-1}$; $a_0>0, b_s>0,\ s=0,1,\ \alpha\ge 0,$- заданные числа; a_2-комплексное число, удовлетворяющее условиям:

$$a_2=\operatorname{Re}a_2+i\operatorname{Im}a_2, \operatorname{Im}a_2>0, \operatorname{Re}a_2<0, \operatorname{Im}a_2\ge 2\left|\operatorname{Re}a_2\right|; \tag{5}$$

$a(x), a_1(x,t)$- измеримые ограниченные функции, удовлетворяющие условиям:

$$0\le a(x)\le\mu_1, \left|\frac{da(x)}{dx}\right|\le\mu_2, \left|\frac{d^2a(x)}{dx^2}\right|\le\mu_3,\ \overset{0}{\forall} x\in(0,l),\ \mu_1,\mu_2,\mu_3=const>0; \tag{6}$$

$$\left|a_1(x,t)\right|\le\mu_4, \left|\frac{\partial a_1(x,t)}{\partial x}\right|\le\mu_5, \left|\frac{\partial^2 a_1(x,t)}{\partial x^2}\right|\le\mu_6, \overset{0}{\forall}(x,t)\in\Omega,\ \mu_3,\mu_4,\mu_5,\mu_6=const>0; \tag{7}$$

$\varphi(x), f(x,t), y_0(t), y_1(t)$- комплекснозначные функции, удовлетворяющие условиям:

$$\varphi\in\overset{0}{W}{}^2_2(0,l),\quad f\in\overset{0}{W}{}^{2,0}_2(\Omega),\ y\in L_2(0,l); \tag{8}$$

$\omega\in H$ -заданный элемент, $H\equiv L_2(0,T)\times L_2(0,T)$ и символ $\overset{0}{\forall}$ означает “ при почти всех”.

Задачу об определении функции $\psi=\psi(x,t)\equiv\psi(x,t;v)$ из условий (2)-(4) при каждом $v\in V$ будем называть редуцированной задачей. Ясно, что редуцированная задача является первой начально-краевой задач для линейного нестационарного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым.

Определене 1. При каждом $v\in V$ под решением редуцированной задачи (2)-(4) будем понимать функцию $\psi=\psi(x,t)\equiv\psi(x,t;v)$ из прстранства $\overset{0}{W}{}^{2,1}_2(\Omega)$, удовлетворяющую уравнению (2) для почти всех $(x,t)\in\Omega$, а начальному условию (3) для почти всех $x\in(0,l)$ и краевым условиям (4) для почти всех $t\in(0,T)$.

Редуцированные задачи, то есть начально-краевые задачи для линейного и нелинейного нестационарного уравнений Шредингера со специальным градиентным слагаемым, например, в работах $[10-12]$ и др. Однако начально-краевые задачи для нелинейного нестационарного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым, когда потенциал является комплекснозначной измеримой ограниченной функцией, зависящейся только от временной переменной мало изучены. Подобная вторая начально-краевая задача для линейного уравнения Шредингера ранее изучена в работе $[13]$. Поэтому для дальнейщего исследования нами рассматриваемой задачи оптимального управления необходимо изучить разрешимость редуцированной задачи.

Теорема 1. Пусть число a_2 и функции $a(x)$, $a_1(x,t)$, $\varphi(x)$, $f(x,t)$ удовлетворяют условиям (5)-(8). Тогда редуцированная задача (2)-(4) при каждом $v \in V$ имеет единственное решение из пространства $\overset{0}{W}{}_2^{2,1}(\Omega)$ и для этого решения верна оценка:

$$\|\psi\|^2_{\overset{0}{W}{}_2^{2,1}(\Omega)} \le c_0\left(\|\varphi\|^2_{\overset{0}{W}{}_2^{2}(0,l)} + \|f\|^2_{\overset{0}{W}{}_2^{2,0}(\Omega)} + \|\varphi\|^6_{\overset{0}{W}{}_2^{1}(0,l)} + \|f\|^6_{\overset{0}{W}{}_2^{1,0}(\Omega)}\right), \tag{9}$$

где $c_0 > 0$ не зависит от φ, f .

Далее будем изучить вопрос существования и единственности решения задачи оптимального управления (1)-(4). Имеет место:

Теорема 2. Пусть число a_2 и функции $a(x), a_1(x,t), \varphi(x), f(x,t), y(x)$ удовлетворяют условиям (5)-(8). Пусть, кроме того, $\omega \in H = L_2(0,T) \times L_2(0,T)$-заданный элемент. Тогда существует плотное подмножество G пространства H такое, что для любого $\omega \in G$ при $\alpha > 0$ задача оптимального управления (1)-(4) имеет единственное решение.

Теорема 3. Пусть выполнены условия теоремы 2. Тогда при любом $\alpha \ge 0$ и любом $\omega \in H$ задача оптимального управления (1)-(4) имеет хотя бы одно решение.

Литература

1. Бутковский А.Г., Самойленко Ю.И.Управление квантовомеханическими процессами. М : Наука, 1984, 256 с.
2. Журавлев В.М. Нелинейные волны в много компонентных системах с дисперсией и диффузией. Ульяновск, УлГУ, 2001, 200 с.
3. Yagubov G**.,** Toyoğlu F., Subaşı M. An optimal control problem for two-dimensional Schrödinger equation // Applied Mathematics and Computation, vol. 218, iss.11, 2012, pp.6177-6187.
4. Ягуб Г., Ибрагимов Н., Мусаева М., Зенгин М. Вариационный метод решения обратной задачи об определении квантового потенциала в нелинейном нестационарном уравнении Шредингера с комплексным кожффициентом в нелинейной части // Вестник Ленкоранского Гос. Университета, Естественные науки, сер.2, 2017, с.7-30
5. Искендеров А.Д., Ягуб. Г., Салманов В., Акцой Н.Й. Задача оптимального управления для нелинейного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым и с комплексным потенциалом // Научные труды Нахичеванского Гос. Университета, Серия физико-математических и техн. наук, № 4 (101), 2019, с. 32-44.
6. Yakub G., Ibrahimov N.S, Zengin M. Optimal control problem for the stationary quasi- optics equation with a special gradient term // Advanced Mathematical Models and Applications, 2021,Vol. 6, № 3, pp. 252-265.
7. Зенгин М., Ибрагимов Н., Ягуб Г. Существование и единственность решения задачи оптимального управлеия с граничным функционалом для нелинейного стационарного уравнения квазиоптики со специальным градиентным слагаемым // Вестник Ленкоранского Гос. Университета, Серия Математических и Естественных наук, 1, 2021, с. 27-42 .
8. Aksoy N.Y., Celik E., and. Zengin M On optimal control of a charged particle in a varying electromagnetic field // Waves in Random and Complex Media, DOİ: 10.1080/17455030.2022.2142695, 16 p.

9. Ягуб Г., Ибрагимов Н., Зенгин М. Задача оптимального управления с граничным функционалом для уравнения Шредигера сщ специальным градиентным слагаемым и с комплексным потенциалом, зависящим от времени // Вестник Ленкоранского Гос. Университета, Серия Математических и Естественных наук, 2, 2022, с. 40-78.
10. Ягубов Г., Салманов В., Ягубов В., Зенгин М. Разрешимость начально-краевых задач для нелинейного двумерного уравнения Шредингера // Научные труды Нахичеванского Гос. Университета, Серия физико-матем. и технических наук, № 4 (85), 2017, с. 7-21.
11. Yagub G., İbrahimov N.S. and Zengin M. The solvability of the initial-boundary value problems for a nonlinear Schrodinger equation with a special gradient term // Journal of Mathematical Physics, Analysis, Geometry, № 2, 2018, pp. 214-232.
12. Искендеров А., Ягуб Г., Салманов В. Разрешимость начально-краевой задачи для нелинейного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым и с комплексным потенциалом // Научные труды Нахичеванского Гос. Университета, Сер. физико-математических и технических наук, № 4 (93), 2018, с. 28-43.
13. Ягуб Г., Ибрагимов Н., Сулейманов Н. Вторая начально-краевая задача для уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым и с измеримыи ограниченным комплексным потенциалом, зависящим от времени // Вестник Ленкоранского Гос. Университета, Серия Математических и Естественных наук, 1, 2022, с. 13-30.

XÜLASƏ

XÜSUSİ QRADİYENT TOPLANANLI QEYRİ-XƏTTİ ŞREDİNGER TƏNLİYİ ÜÇÜN FİNAL KRİTERİYALI OPTİMAL İDARƏETMƏ MƏSƏLƏSİ

Yaqub Q., İbrahimov N.C.

Açar sözlər: *Şredinger tənliyi, optimal idarəetmə məsələsi, qradiyent toplanan, kompleks potensial.*

Bu işdə xüsusi qradient toplananlı və zamandan asılı kompleks potensiallı qeyri-xətti bir ölçülü Şredinger tənliyi üçün optimal idarəetmə məsələsinə baxılır. Bu məsələdə keyfiyyət meyarı final funksionaldır və idarəetmə rolunu tənliyin ölçülən məhdud əmsalları, yəni yalnız zaman dəyişənindən asılı kompleks potensialın həqiqi və xəyali hissələri oynayır. İşdə əvvəlcə hər bir mümkün idarəetmə üçün baxılan başlanğıc-sərhəd məsələsinin həllinin varlıq və yeganəlik teoremi isbat edilir. Daha sonra baxılan optimal idarəetmə məsələsinin həllinin varlığı və təkliyini göstərən teoremlər isbatlanır.

SUMMARY

OPTIMAL CONTROL PROBLEM WITH FİNAL CRİTERİON FOR THE NONLİNEAR SCHRÖDINGER EQUATION WITH A SPECIAL GRADIENT TERM

Yagub G, Ibrahimov N.S.

Keywords: *Schrödinger equation, optimal control problem, gradient term, complex potential.*

In this paper, we consider the problem of optimal control for a nonlinear one-dimensional Schrödinger equation with a special gradient term and with a complex potential, when the performance criterion is an final functional and the role of control is played by bounded measurable coefficiens of the equation, that is, the real and imaginary parts of complex potential, depending only from a time variable. At the same time, existence and uniqueness theorem for the solution of the initial-boundary problem is proved. Further in this paper, the existence and uniqueness theorems for the solution of the concidered optimal control problem a proved.

İNTELLEKTUAL İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİNİN MODELLƏŞDİRİLMƏSİ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
MODELLING INTELLIGENT CONTROL-SYSTEMS

İŞEMİK ÜRƏK XƏSTƏLİKLƏRİNİN RİSK FAKTORUNUN QEYRİ-SƏLİS ÜSULLA TƏYİNİ

Abbasova G.Y.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
ugur-2001@mail.ru

Açar sözlər: *koronar arteriya, xolestron, ürək-damar xəstəlikləri, infarkt, şəkərli diabet.*

Ürək-damar xəstləiklərinin ən geniş yayılmış növlərindən biri koronar arteriya xəstəliyidir. Bütün dünyada insanların ən böyük ölüm səbəblərindəndir. [1, 3]. Bu xəstəliyin yaranmasının bir çox səbəbləri vardır. Ən geniş yayılmış səbəb kronar damarların aterosklerozudur. Bu xəstəliyə daha çox orqanizmində mübadilə pozğunluğu, xolestronla zəngin olan qidalardan aşırı istifadə edən, şəkərli diabet xəstəliyi olan insanlarda daha çox rast gəlinir. Belə xəstələrdə qanda xolestronun miqdarı yüksək olduğundan illər uzunu damar səthinə çökərək bir düyün əmələ gətirir ki, bu da damar mənfəzinin daralmasına səbəb olur və normal qan axınına imkan vermir. Nəticədə ürək əzələsinin qidalanmasının pozğunluğuna, işemiyaya, nekroza, yəni infarkta gətirib çıxarır. Son dövrlərdə bu sahədə əldə edilən nailiyyətlərə baxmayaraq, hələ də tibbin qarşısında həlli yollarının , araşdırılmasına böyük ehtiyac duyulur. Xəstəlikləri aşkar etmək və xəstələri izləmək, həkimlərin qərarlarının qəbulunu dəstəkləmək üçün kompüter sistemləri getdikcə daha çox inkişaf etdirilir və tətbiq edilir [1, 2].

Risk faktoru dəyişənlərinin qeyri-səlis qiymətləri aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir.

Risk faktoru	**Parametrlər**	**Qiyməti**
Xolesterin mq/dl	Normal	<200
	Orta	190–250
	Yüksək	230–320
	Çox yüksək	280–500
Arterial təzyiq mmHg st	Normal	<135
	Aralıq	120–159
	Yüksək	150–200
Fiziki aktivlik	Yox	<0,6
	Hə	0,3–1,0
Yaş həddi	Gənc	<38
	Orta yaşlı	34–45
	Yaşlı	40–58
	Çox yaşlı	53–75
Bədənin çəki indeksi kq/m^2	Normal	<25
	Çəki artıqlığı	24–32
	Piylənmə	30–50
Siqaret çəkmək	Yox	<0,6
	Hə	0,3–1,0
Diabet mq/dl	Normal	<160
	Diabet	150–400

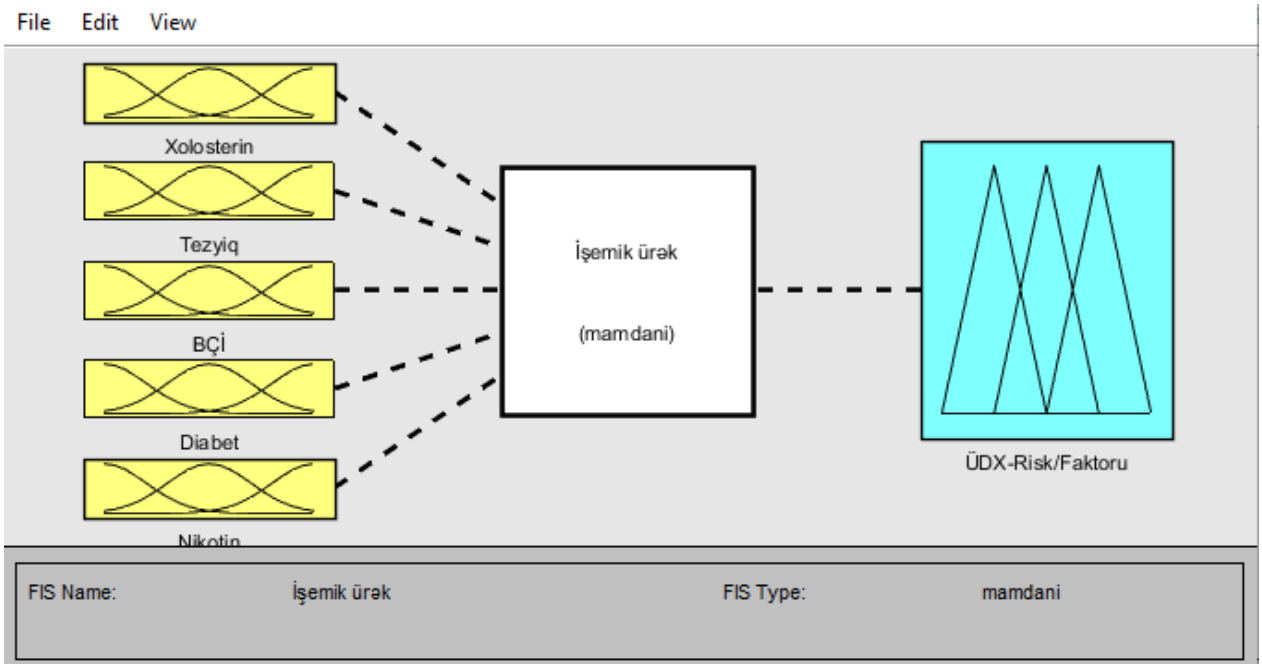
Risk faktorlarının qeyri-səlis dəyişənlərinin qiymətlərinə əsasən qurulan idarəetmə alqoritmi aşağıdakı şəkildə olar:

ƏGƏR (yaş - yaşlı) VƏ (AT - normal) VƏ (xolesterol - orta) VƏ (şəkərli diabet - normal) VƏ (BÇİ - normal) VƏ (fiziki fəaliyyət - bəli) VƏ (siqaret çəkmək - yox) TO (sağlam).

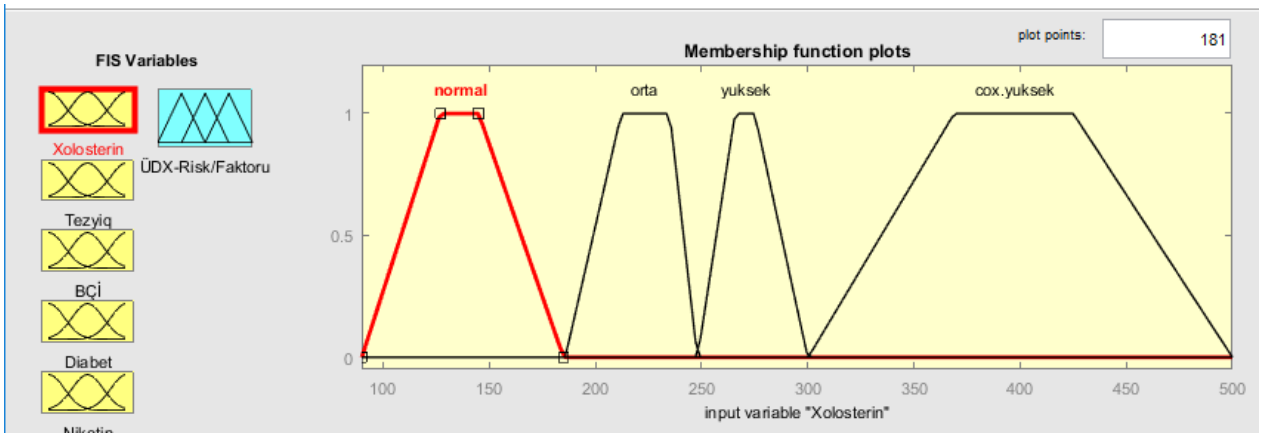
ƏGƏR (yaş - gənc) VƏ (AT - yüksək) VƏ (xolesterol - yüksək) VƏ (diabet - normal) VƏ (BÇİ - piylənmə) VƏ (fiziki fəaliyyət - yox) VƏ (siqaret çəkmək -bəli) TO (erkən mərhələ).

ƏGƏR (yaş - orta) VƏ (AT - yüksək) VƏ (xolesterol - yüksək) VƏ (şəkərli diabet - normal) VƏ (BÇİ -piylənmə) VƏ (fiziki fəaliyyət - yox) VƏ (siqaret çəkmək -bəli) TO (erkən mərhələ).

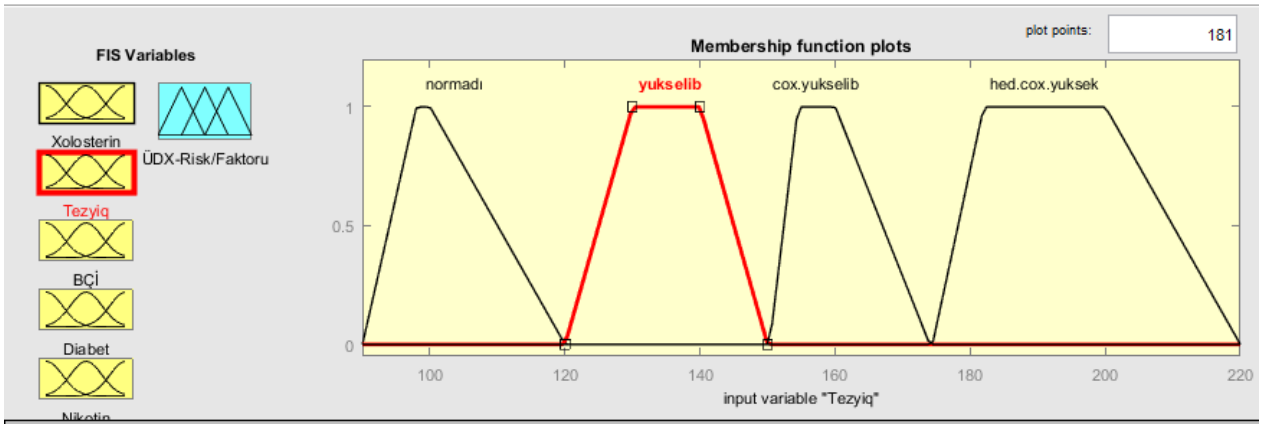
ƏGƏR (yaş - yaşlı) VƏ (AT - yüksək) VƏ (xolesterol - çox yüksək) VƏ (şəkərli diabet - normal) VƏ (BÇİ -piylənmə) VƏ (fiziki fəaliyyət - yox), VƏ (siqaret çəkmək -bəli) TO (proqressiv mərhələ).



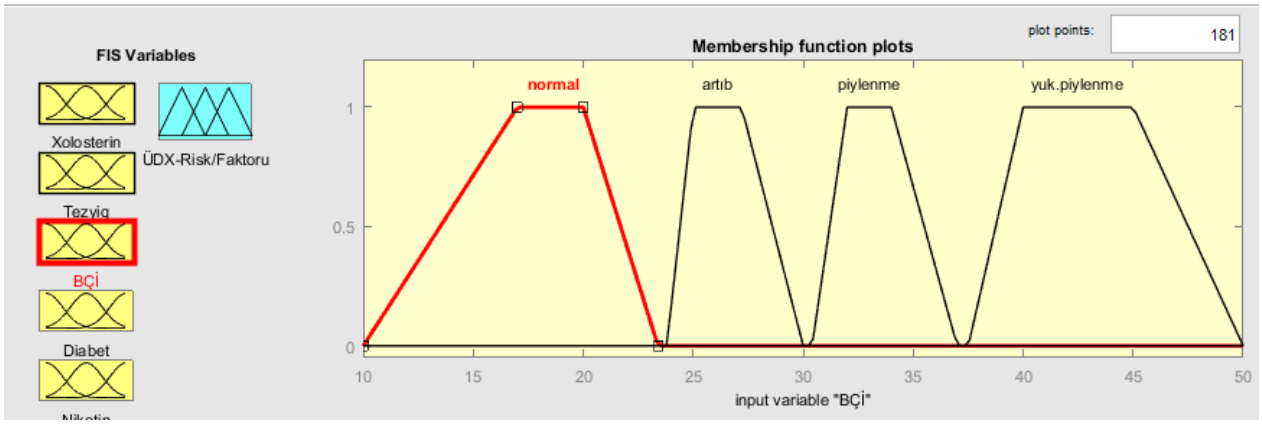
H



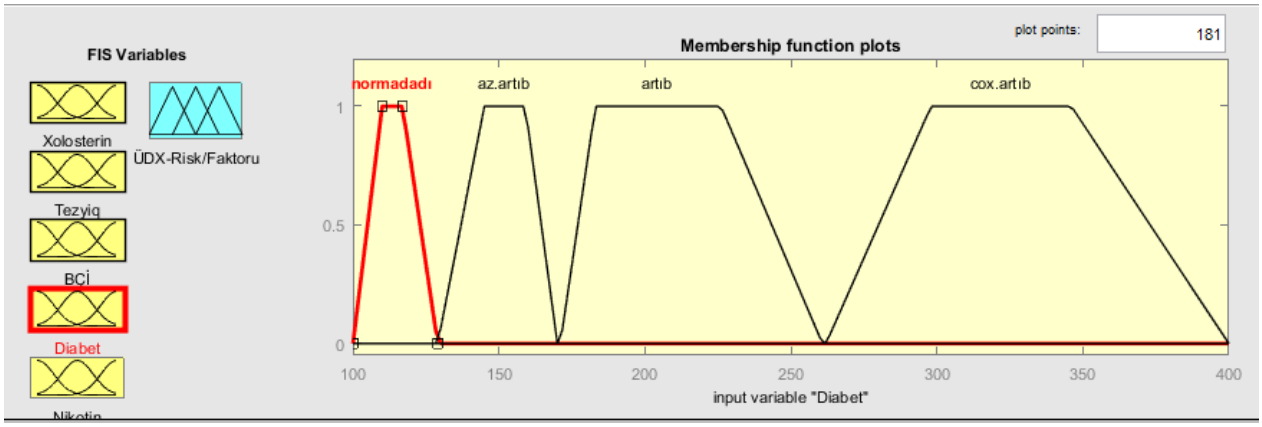
Jhjh


FIS Variables
Xolosterin
ÜDX-Risk/Faktoru
Tezyiq
BÇİ
Diabet
Nikotin
Membership function plots
plot points:
181
normadı
yukselib
cox.yukselib
hed.cox.yuksek
1
0.5
0
100
120
140
160
180
200
220
input variable "Tezyiq"

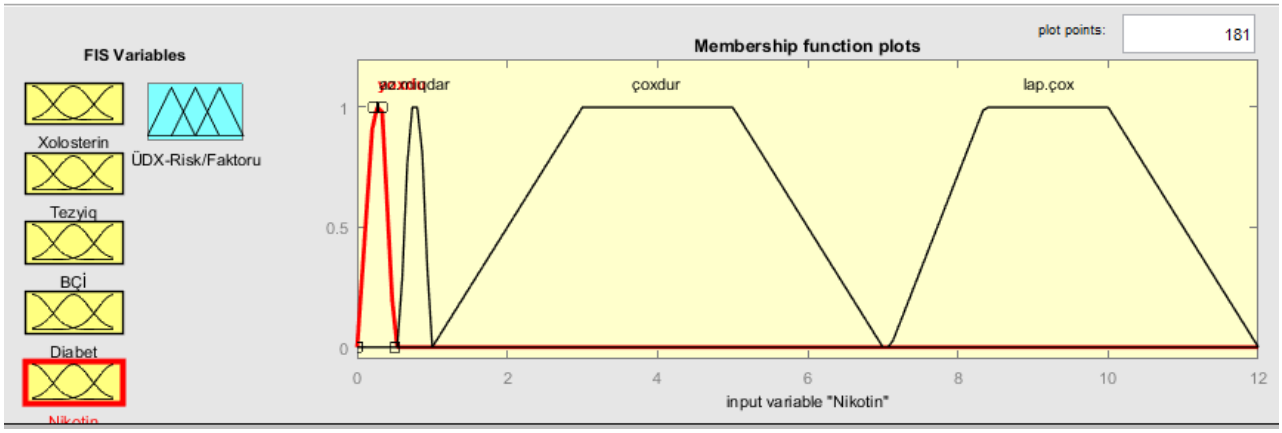
Hh


FIS Variables
Xolosterin
ÜDX-Risk/Faktoru
Tezyiq
BÇİ
Diabet
Nikotin
Membership function plots
plot points:
181
normal
artıb
piylenme
yuk.piylenme
1
0.5
0
10
15
20
25
30
35
40
45
50
input variable "BÇİ"

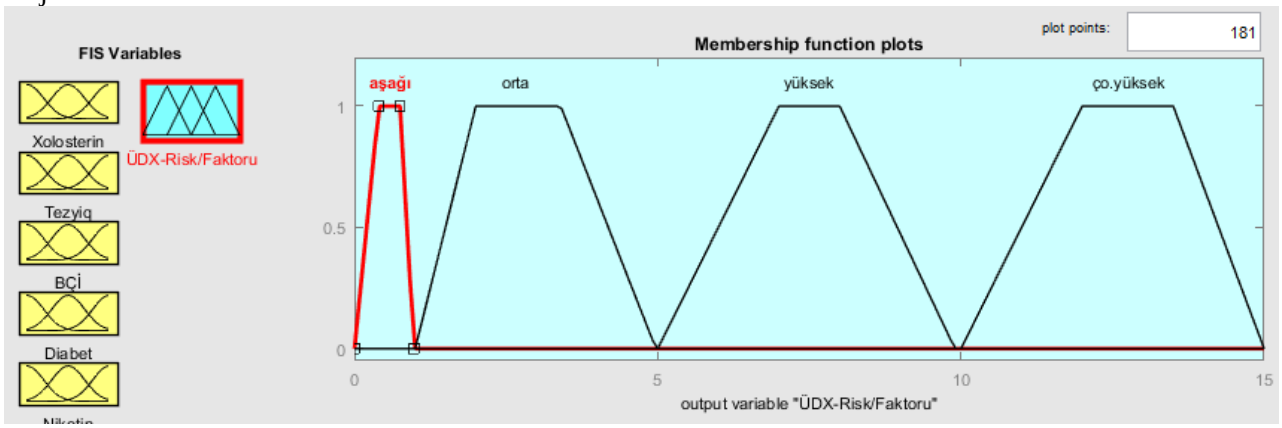
Hjhh


FIS Variables
Xolosterin
ÜDX-Risk/Faktoru
Tezyiq
BÇİ
Diabet
Nikotin
Membership function plots
plot points:
181
normadadı
az.artıb
artıb
cox.artıb
1
0.5
0
100
150
200
250
300
350
400
input variable "Diabet"

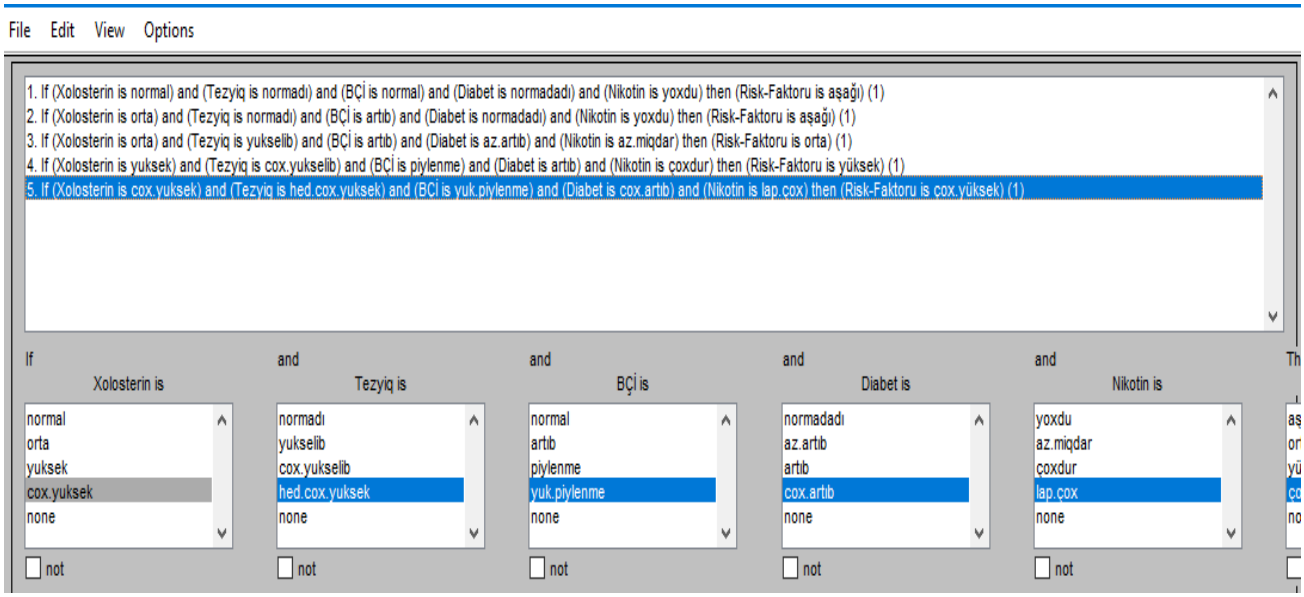
Jkj

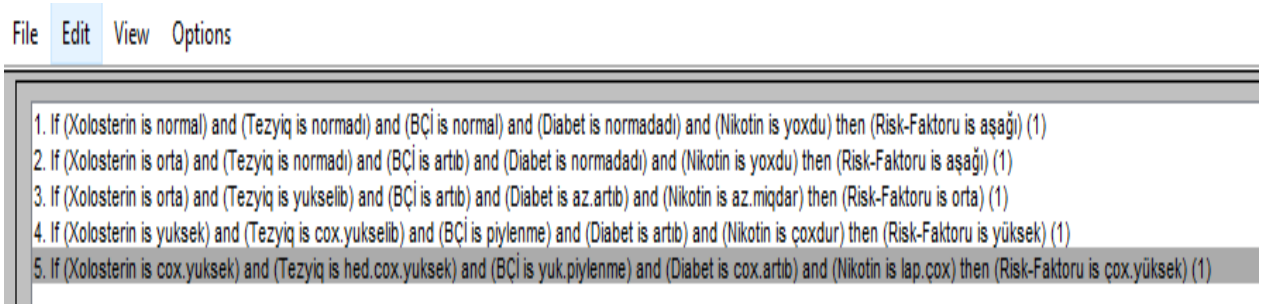

FIS Variables
Xolosterin
ÜDX-Risk/Faktoru
Tezyiq
BÇİ
Diabet
Nikotin
Membership function plots
plot points:
181
çoxdur
lap.çox
1
0.5
0
0
2
4
6
8
10
12
input variable "Nikotin"

Hhj


FIS Variables
Xolosterin
ÜDX-Risk/Faktoru
Tezyiq
BÇİ
Diabet
Membership function plots
plot points:
181
aşağı
orta
yüksek
ço.yüksek
1
0.5
0
0
5
10
15
output variable "ÜDX-Risk/Faktoru"

Hggj


File Edit View Options
1. If (Xolosterin is normal) and (Tezyiq is normadı) and (BÇİ is normal) and (Diabet is normadadı) and (Nikotin is yoxdu) then (Risk-Faktoru is aşağı) (1)
2. If (Xolosterin is orta) and (Tezyiq is normadı) and (BÇİ is artıb) and (Diabet is normadadı) and (Nikotin is yoxdu) then (Risk-Faktoru is aşağı) (1)
3. If (Xolosterin is orta) and (Tezyiq is yukselib) and (BÇİ is artıb) and (Diabet is az.artıb) and (Nikotin is az.miqdar) then (Risk-Faktoru is orta) (1)
4. If (Xolosterin is yuksek) and (Tezyiq is cox.yukselib) and (BÇİ is piylenme) and (Diabet is artıb) and (Nikotin is çoxdur) then (Risk-Faktoru is yüksek) (1)
5. If (Xolosterin is cox.yuksek) and (Tezyiq is hed.cox.yuksek) and (BÇİ is yuk.piylenme) and (Diabet is cox.artıb) and (Nikotin is lap.çox) then (Risk-Faktoru is çox.yüksek) (1)
If
Xolosterin is
normal
orta
yuksek
cox.yuksek
none
not
and
Tezyiq is
normadı
yukselib
cox.yukselib
hed.cox.yuksek
none
not
and
BÇİ is
normal
artıb
piylenme
yuk.piylenme
none
not
and
Diabet is
normadadı
az.artıb
artıb
cox.artıb
none
not
and
Nikotin is
yoxdu
az.miqdar
çoxdur
lap.çox
none
not



[System]
Name='Ä°ÅŸemik Ã¼rÉ™k-1'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=5
NumOutputs=1
NumRules=5
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='Xolosterin'
Range=[90 500]
NumMFs=4
MF1='normal':'trapmf',[90 127 145 185]
MF2='orta':'trapmf',[185.8 212.2 235 248]
MF3='yuksek':'trapmf',[248.1 265.8 275 300.2]
MF4='cox.yuksek':'trapmf',[300.21 369 425 500]

[Input2]
Name='Tezyiq'
Range=[90 220]
NumMFs=4
MF1='normadÄ±':'trapmf',[90 98 100 120]
MF2='yukselib':'trapmf',[120 130 140 150]
MF3='cox.yukselib':'trapmf',[150.3 154.5 160 174]
MF4='hed.cox.yuksek':'trapmf',[174.4 182 200 220]

[Input3]
Name='BÃ‡Ä°'
Range=[17 50]
NumMFs=4
MF1='normal':'trapmf',[17 21.7 22.9 25]
MF2='artÄ±b':'trapmf',[25.39 27.38 31.19 33.5]
MF3='piylenme':'trapmf',[33.83 35.15 36.8 39.28]
MF4='yuk.piylenme':'trapmf',[39.69 41.75 45.88 50]

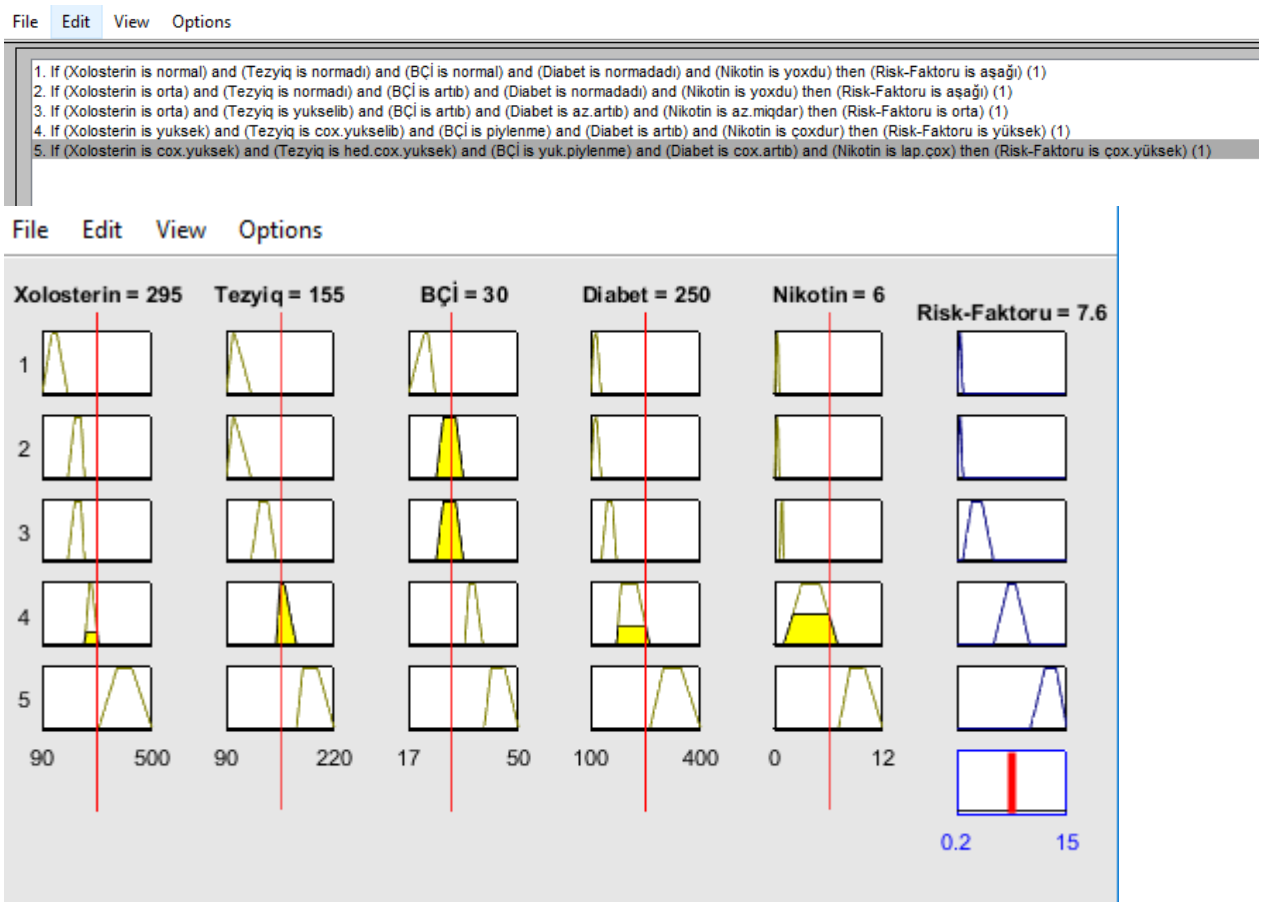
[Input4]
Name='Diabet'
Range=[100 400]
NumMFs=4
MF1='normadadÄ±':'trapmf',[100 110 117 129]
MF2='az.artÄ±b':'trapmf',[129 145 159 170]
MF3='artÄ±b':'trapmf',[171 183 226 260.8]

MF4='cox.artÄ±b':'trapmf',[262 298 346 400]

[Input5]
Name='Nikotin'
Range=[0 12]
NumMFs=4
MF1='yoxdu':'trapmf',[0 0.22 0.33 0.5]
MF2='az.miqdar':'trapmf',[0.56 0.7 0.84 0.98]
MF3='Ã§oxdur':'trapmf',[1 2.5 4 5.12]
MF4='lap.Ã§ox':'trapmf',[5.3 8.35 10 12]

[Output1]
Name='Risk-Faktoru'
Range=[0 15]
NumMFs=4
MF1='aÅŸaÄŸÄ±':'trapmf',[0 0.3799 0.4601 0.5899]
MF2='orta':'trapmf',[0.6 0.7399 0.9997 1.526]
MF3='yÃ¼ksek':'trapmf',[1.699 3.6 4.999 7.001]
MF4='Ã§ox.yÃ¼ksek':'trapmf',[7.2 9.75 11.88 15]

[Rules]
1 1 1 1 1, 1 (1) : 1
2 1 2 1 1, 1 (1) : 1
2 2 2 2 2, 2 (1) : 1
3 3 3 3 3, 3 (1) : 1
4 4 4 4 4, 4 (1) : 1



Ədəbiyyat

1. Ürək-damar xəstəliklərinin proflaktikası üzrə klinik protokol. Azərbaycan Respublikası Səhiyyə Nazirliyi. Bakı, "NEYOSTAR" MMC, 2014, 80 səh.
2. Ходашинский.И.А. Нечеткие классификаторы в диагностике сердечно-сосудистых заболеваний. Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины, 2020; №35(4), стр.22–31.
3. Чумакова Г.А., Покутнев, А.П.Веселовская Н.Г. Клинические особенности пациентов, перенесших инфаркт миокарда с реваскуляризацией, в зависимости от исходного статуса ожирения. Российский кардиологический журнал, №23(5), 2018, стр.21-26.

РЕЗЮМЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРА РИСКА ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА НЕЧЕТКИМ МЕТОДОМ

Аббасова Г.Ю.

Ключевые слова: *коронарная артерия, холестерин, сердечно-сосудистые заболевания, инфаркт, сахарный диабет.*

В представленной работе исследованы причины сердечно-сосудистых заболеваний. На основе исследований разработан нечеткий алгоритм управления, основанный на факторах риска, которые могут вызвать заболевание.

SUMMARY

DETERMINATION OF THE RISK FACTOR OF CORONARY HEART DISEASE BY FUZZY METHOD

Abbasova G.Y.

Key words: *coronary artery, cholesterol, cardiovascular diseases, heart attack, diabetes.*

The causes of cardiovascular diseases were investigated in the presented work. Based on the research, a fuzzy management algorithm based on the risk factors that can cause the disease has been developed.

PICTURE FUZZY BITOPOLOGICAL SPACES

Adem Y., Taha Y.Ö.

Department of Mathematics, Faculty of Arts and Sciences, Kafkas University, Kars, Turkey

yolcu.adem@gmail.com, taha36100@hotmail.com

Key words: *fuzzy sets, picture fuzzy sets, picture fuzzy bitopological spaces*

In this paper, picture fuzzy sets are used to build bitopological structures, which are more generic structures than topological spaces.

Definition 1 Let X be a non empty set, then $A = \{\langle x, \mu_A(x), \eta_A(x), \nu_A(x)\rangle : x \in X\}$ is called a picture fuzzy set on X, where $\mu_A(x) + \eta_A(x) + \nu_A(x) \leq 1$ for all $x \in X$, $\mu_A(x)$, $\eta_A(x)$ and $\nu_A(x) \in 0,1]$ are the degree of positive membership (namely $\mu_A(x)$), the degree of neutral membership (namely $\eta_A(x)$) and the degree of negative membership (namely $\nu_A(x)$) of each $x \in X$ to the set A respectively. For X, PFS(X) denotes the collection of all picture fuzzy sets of X.

Definition 2 [17] The following statements are true for picture fuzzy sets A and B on X:

1. $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$, $\eta_A(x) \leq \eta_B(x)$ and $\nu_A(x) \geq \nu_B(x)$ for all $x \in X$ iff $A \subseteq B$.
2. $A \subseteq B$ and $B \subseteq A$ iff $A = B$.
3. $A \cap B = \{\langle x, \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \min\{\eta_A(x), \eta_B(x)\}, \max\{\nu_A(x), \nu_B(x)\}\rangle : x \in X\}$.
4. $A \cup B = \{\langle x, \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \max\{\eta_A(x), \eta_B(x)\}, \min\{\nu_A(x), \nu_B(x)\}\rangle : x \in X\}$.

More generally, the intersection and the union of a collection of picture fuzzy sets $\{A_i\}_{i\in I}$, are defined by:

$$\bigcap_{i\in I} A_i = \left\{\left\langle x, \inf\{\mu_{A_i}(x)\}, \inf\{I_{A_i}(x)\}, \sup\{\nu_{A_i}(x)\}\right\rangle : x \in X\right\},$$

$$\bigcup_{i\in I} A_i = \left\{\left\langle x, \sup\{\mu_{A_i}(x)\}, \sup\{I_{A_i}(x)\}, \inf\{\nu_{A_i}(x)\}\right\rangle : x \in X\right\}.$$

5. A is called picture fuzzy universal set, denoted by 1_X, if $\mu_A(x) = 1$, $\eta_A(x) = 0$ and $\nu_A(x) = 0$ for all $x \in X$.
6. A is called picture fuzzy empty set, denoted by 0_X, if $\mu_A(x) = 0$, $\eta_A(x) = 0$ and $\nu_A(x) = 1$ for all $x \in X$.

7. $A^c = A = \{\langle x, v_A(x), \eta_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}$

Definition 3 Let X be a non empty set. A picture fuzzy topology on X is a subfamily τ^A of PFS(X) such that 1_X and 0_X belong to τ^A, τ^A is closed under arbitrary union and τ^A is closed finite intersection. Then (X, τ^A) is called picture fuzzy topological space, members of τ^A are known as picture fuzzy open sets and their complements are picture fuzzy closed sets. For a picture fuzzy set A over X, the picture fuzzy interior and the picture fuzzy closure of A are defined as: $\text{int}^A(A) = \cup \{H : H \subseteq A, H \in \tau^A\}$ and $\text{cl}^A(A) = \cap \{U : A \subseteq U, U^c \in \tau^A\}$.

Definition 4 Let X be a non empty set. If α, β, γ be real standard or non standard subsets of [0,1], then the picture fuzzy set $x_{\alpha,\beta,\gamma}$ is called a picture fuzzy point in given by

$$x_{\alpha,\beta,\gamma}(y) = \begin{cases} (\alpha, \beta, \gamma), & \text{if} x = y \\ (0,0,1), & \text{if} x \neq y \end{cases}$$

for $y \in X$ is called the support of $x_{\alpha,\beta,\gamma}$.
It is clear that every picture fuzzy set is the union of its picture fuzzy points.

Definition 5 Let (X, τ_1^A) and (X, τ_2^A) be the two different picture fuzzy topologies on X. Then (X, τ_1^A, τ_2^A) is called a picture fuzzy bitopological space.

Definition 6 Let (X, τ_1^A, τ_2^A) be a picture fuzzy bitopological space. A picture fuzzy set $A = \{\langle x, \mu_A(x), \eta_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}$ over X is said to be a pairwise picture fuzzy open set in (X, τ_1^A, τ_2^A) if there exist a picture fuzzy open set $A_1 = \{\langle x, \mu_{A_1}(x), \eta_{A_1}(x), v_{A_1}(x)\rangle : x \in X\}$ in τ_1^A and a picture fuzzy open set $A_2 = \{\langle x, \mu_{A_2}(x), \eta_{A_2}(x), v_{A_2}(x)\rangle : x \in X\}$ in τ_2^A such that
$A = A_1 \cup A_2 = \{\langle x, \max\{\mu_{A_1}(x), \mu_{A_2}(x)\}, \max\{\eta_{A_1}(x), \eta_{A_2}(x)\}, \min\{v_{A_1}(x), v_{A_2}(x)\}\rangle : x \in X\}$.

Definition 7 Let (X, τ_1^A, τ_2^A) be a picture fuzzy bitopological space. A picture fuzzy set A over X is said to be a pairwise picture fuzzy closed set in (X, τ_1^A, τ_2^A) if its picture fuzzy copmlement is a pairwise picture fuzzy open set in (X, τ_1^A, τ_2^A). Obviously, a picture fuzzy set $C = \{\langle x, \mu_C(x), \eta_C(x), v_C(x)\rangle : x \in X\}$ over X is a pairwise picture fuzzy closed set in (X, τ_1^A, τ_2^A) if there exist a picture fuzzy closed set $C_1 = \{\langle x, \mu_{C_1}(x), \eta_{C_1}(x), v_{C_1}(x)\rangle : x \in X\}$ in $(\tau_1^A)^c$ and a picture fuzzy closed set $C_2 = \{\langle x, \mu_{C_2}(x), \eta_{C_2}(x), v_{C_2}(x)\rangle : x \in X\}$ in $(\tau_2^A)^c$ such that
$C = C_1 \cap C_2 = \{\langle x, \min\{\mu_{C_1}(x), \mu_{C_2}(x)\}, \min\{\eta_{C_1}(x), \eta_{C_2}(x)\}, \max\{v_{C_1}(x), v_{C_2}(x)\}\rangle : x \in X\}$, where

$$(\tau_i^A)^c = \{A^c \in \text{PFS}(X) : A \in \tau_i^A\}, i = 1,2.$$

The family of all pairwise picture fuzzy open (closed) sets in (X, τ_1^A, τ_2^A) is denoted by $PFO(X, \tau_1^A, \tau_2^A)$ $[PFC(X, \tau_1^A, \tau_2^A)]$, respectively.

Theorem 1 *Let (X, τ_1^A, τ_2^A) be a picture fuzzy bitopological space. Then,*
1. 0_X and 1_X are pairwise picture fuzzy open sets and pairwise picture fuzzy closed sets.
2. An arbitrary picture fuzzy union of pairwise picture fuzzy open sets is a pairwise picture fuzzy open set.
3. An arbitrary picture fuzzy intersection of pairwise picture fuzzy closed sets is a pairwise picture fuzzy closed set.

Proof. 1. Since $0_X \in \tau_1^A, \tau_2^A$ and $0_X \cup 0_X = 0_X$, then 0_X is a pairwise picture fuzzy open set. Similarly, 1_X is a pairwise picture fuzzy open set.

2. Let $\{(A_i) : i \in I\} \subseteq PFO(X, \tau_1^A, \tau_2^A)$. Then A_i is a pairwise picture fuzzy open set for all $i \in I$, therefore there exist $A_i^1 \in \tau_1^A$ and $A_i^2 \in \tau_2^A$ such that $A_i = A_i^1 \cup A_i^2$ for all $i \in I$ which implies that

$$\bigcup_{i \in I} A_i = \bigcup_{i \in I} [A_i^1 \cup A_i^2] = \left[\bigcup_{i \in I} A_i^1\right] \cup \left[\bigcup_{i \in I} A_i^2\right].$$

Now, since τ_1^A and τ_2^A are picture fuzzy topologies, then $\left[\bigcup_{i \in I} A_i^1\right] \in \tau_1^A$ and $\left[\bigcup_{i \in I} A_i^2\right] \in \tau_2^A$. Therefore, $\bigcup_{i \in I} A_i$ is a pairwise picture fuzzy open set.

3. It is immediate from the Definition 7.

Corollary 1 Let (X, τ_1^A, τ_2^A) be a picture fuzzy bitopological space. Then, the family of all pairwise picture fuzzy open sets is a supra picture fuzzy topology on X. This supra picture fuzzy topology we denoted by τ_{12}^A.

Theorem 2 Let (X, τ_1^A, τ_2^A) be a picture fuzzy bitopological space. Then,

1. Every τ_i^A −open picture fuzzy set is a pairwise picture fuzzy open set i = 1,2, i.e., $\tau_1^A \cup \tau_2^A \subseteq \tau_{12}^A$.
2. Every τ_i^A −closed picture fuzzy set is a pairwise picture fuzzy closed set i = 1,2, i.e., $(\tau_1^A)^c \cup (\tau_2^A)^c \subseteq (\tau_{12}^A)^c$.
3. If $\tau_1^A \subseteq \tau_2^A$, then $\tau_{12}^A = \tau_2^A$ and $(\tau_{12}^A)^c = (\tau_2^A)^c$.

Definition 8 Let (X, τ_1^A, τ_2^A) be a picture fuzzy bitopological space and $A \in PFS(X)$. The pairwise picture fuzzy closure of A, denoted by $cl_p^A(A)$, is the picture fuzzy intersection of all pairwise picture fuzzy closed super sets of A, i.e.,

$$cl_p^A(A) = \cap \{C \in (\tau_{12}^A)^c : A \subseteq C\}.$$

It is clear that $cl_p^A(A)$ is the smallest pairwise picture fuzzy closed set containing A.

Theorem 3 Let (X, τ_1^A, τ_2^A) be a picture fuzzy bitopological space and $A, B \in PFS(X)$. Then,

1. $cl_p^A(0_X) = 0_X$ and $cl_p^A(1_X) = 1_X$.
2. $A \subseteq cl_p^A(A)$.
3. A is a pairwise picture fuzzy closed set iff $cl_p^A(A) = A$.
4. $A \subseteq B \Rightarrow cl_p^A(A) \subseteq cl_p^A(B)$.
5. $cl_p^A(A) \cup cl_p^A(B) \subseteq cl_p^A(A \cup B)$.
6. $cl_p^A[cl_p^A(A)] = cl_p^A(A)$, i.e., $cl_p^A(A)$ is a pairwise picture fuzzy closed set.

Theorem 4 Let (X, τ_1^A, τ_2^A) be a picture fuzzy bitopological space and $A \in PFS(X)$. Then,

$$x_{\alpha,\beta,\gamma} \in cl_p^A(A) \Leftrightarrow U_{x_{\alpha,\beta,\gamma}} \cap A \neq 0_X, \forall U_{x_{\alpha,\beta,\gamma}} \in \tau_{12}^A(x_{\alpha,\beta,\gamma}),$$

where $U_{x_{\alpha,\beta,\gamma}}$ is any pairwise picture fuzzy open set contains $x_{\alpha,\beta,\gamma}$ and $\tau_{12}^A(x_{\alpha,\beta,\gamma})$ is the family of all pairwise picture fuzzy open sets contains $x_{\alpha,\beta,\gamma}$.

Theorem 5 Let (X, τ_1^A, τ_2^A) be a picture fuzzy bitopological space. A picture fuzzy set A over X is a pairwise picture fuzzy closed set iff $A = cl_{\tau_1}^A(A) \cap cl_{\tau_2}^A(A)$.

Corollary 2 Let (X, τ_1^A, τ_2^A) be a picture fuzzy bitopological space. Then,

$$cl_p^A(A) = cl_{\tau_1}^A(A) \cap cl_{\tau_2}^A(A), \forall A \in PFS(X).$$

Definition 9 An operator $\Psi: PFS(X) \to PFS(X)$ is called a picture fuzzy supra closure operator if it satisfies the following conditions for all $A, B \in PFS(X)$.

1. $\Psi(0_X) = 0_X$,
2. $A \subseteq \Psi(A)$,
3. $\Psi(A) \cup \Psi(B) \subseteq \Psi(A \cup B)$
4. $\Psi(\Psi(A)) = \Psi(A)$.

Theorem 6 Let (X, τ_1^A, τ_2^A) be a picture fuzzy bitopological space. Then, the operator $cl_p^A: PFS(X) \to PFS(X)$ which defined by

$$cl_p^A(A) = cl_{\tau_1}^A(A) \cap cl_{\tau_2}^A(A)$$

is picture fuzzy supra closure operator and it is induced, a unique picture fuzzy supra topology given by $\{A \in PFS(X): cl_p^A(A^c) = A^c\}$ which is precisely τ_{12}^A.

References

1. Atanassov, K. (2016). Intuitionistic fuzzy sets. *International journal bioautomation*, *20*, 1.
2. Cuong, B. C., & Kreinovich, V. (2014). Picture fuzzy sets. *Journal of Computer Science and Cybernetics*, *30*(4), 409-420.

3. Razaq, A., Masmali, I., Garg, H., & Shuaib, U. (2022). Picture fuzzy topological spaces and associated continuous functions. *AIMS Mathematics*, *7*(8), 14840-14861.
4. Zadeh L. A. (1965). Fuzzy Sets. Inform. Control, 8, 338-353.

XÜLASƏ
ŞƏKİL QEYRİ-SƏLİS BİTOPOLOJİ FƏZALARI
Yolcu A., Ozturk T.Y

Açar sözlər: *qeyri-səlis çoxluqlar, şəkilli qeyri-səlis çoxluqlar, şəkil qeyri-səlis bitopoloji fəzalar.*

İntuisiyaistik qeyri-səlis çoxluqların tədqiqi yalnız üzvlük və qeyri-üzvlük dərəcəsini nəzərə alır. Məsələn, Cuong qeyri-səlis çoxluğun və IFS-in yeni genişlənməsini yaratdı, şəkil qeyri-səlis dəst adlanır və bu, təhlildə bunu həll etmək üçün səsvermə zamanı üzvlük qiymətləri ilə yanaşı neytrallıq dərəcəsini də nəzərə alır. Qərar vermə kontekstlərində qeyri-səlis şəkilli çoxluqlar üçün tətbiqlər çoxdur. Razaq və başqaları Şəkil qeyri-səlis topoloji fəzalarını araşdırdılar. Bu yazıda, topoloji fəzalardan daha ümumi strukturlar olan bitopoloji strukturların qurulması üçün qeyri-səlis şəkil çoxluqlarından istifadə edilmişdir.

РЕЗЮМЕ
ИЗОБРАЖЕНИЕ НЕЧЕТКИХ БИТОПОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ
Йолчу А., Озтурк Т.Ю.

Ключевые слова*: нечеткие множества, графические нечеткие множества, графические нечеткие битопологические пространства*

При изучении интуиционистских нечетких множеств учитывается исключительно степень членства и непринадлежности. Например, Куонг [3] создал новое расширение нечеткого множества и IFS, названное picture fuzzy set, которое учитывает степень нейтральности наряду с оценками членства в случае голосования, чтобы учесть это при анализе. Приложений для нечетких множеств изображений в контексте принятия решений множество. Разак и др. исследовали нечеткие топологические пространства изображений. В этой статье нечеткие множества изображений используются для построения битопологических структур, которые являются более общими структурами, чем топологические пространства.

ATS-İN İNFOKOMMUNİKASİYA SİSTEMLƏRİNDƏ İNFORMASİYA TƏHLÜKƏSİZLİYİ ÜÇÜN İNTELLEKTUAL İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİNİN MODELLƏŞDİRİLMƏSİ

Aşurova Ü.A.
Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mingəçevir, Azərbaycan
ashurova_ulvdyye@mail.ru

Açar sözlər: *informasiya emalı, avtomatlaşdırılmış sistemlər, süni intellekt, intellektual idarəetmə, təhlükəsizlik sistemləri*

ATS-in informasiya-kommunikasiya sistemlərinin inkişafının müasir mərhələsində onların vahid sistemlərə geniş inteqrasiyası həyata keçirilir və xüsusən də elmi-texniki və funksional baza kimi vahid informasiya-telekommunikasiya sisteminin (UİTS) intensiv inkişafı davam edir. Avtomatlaşdırılmış informasiya emalı sistemlərinin əksəriyyəti (avtomatlaşdırılmış informasiya sistemləri (AIS), ixtisaslaşmış ərazi üzrə paylanmış avtomatlaşdırılmış sistemlər (STRAS), vahid avtomatlaşdırılmış informasiya sistemləri (UAIS), inteqrasiya edilmiş avtomatlaşdırılmış intellektual sistemin (KAIS) "Təhlükəsiz şəhər" alt sistemləri) daxili işlər orqanları ərazi və informasiya bölgüsü, informasiya təsirinin semantik əlçatanlığı, struktur təşkilatının müxtəlif mürəkkəblik səviyyələri ilə xarakterizə olunur. Onlar informasiyanın emalının texnoloji proseslərinin məcmusunu, cavabın semantik qaydaları şəklində həmişə aydın şəkildə rəsmiləşdirilə bilməyən, qəti və tam təsvir edilə bilməyən hadisələr və hallar toplusunu müəyyən edir. Bu, informasiya qarşıdurmasının keyfiyyətcə yeni səviyyədə kəskinləşməsi üçün ilkin şərtlər yaradır(1). Bu baxımdan ATS-in informasiya-kommunikasiya sistemləri (İKS), onların hostları və şəbəkə infrastrukturu arasında qarşılıqlı əlaqə səviyyəsində informasiya təhlükəsizliyinin (İS) təmin edilməsi mühafizə sistemlərinin səmərəli fəaliyyətinin optimal şəkildə bölüşdürülməsində mühüm vəzifələrdən biridir. Müasir informasiya texnologiyalarından uğurla istifadə etmək üçün təkcə şəbəkəni deyil, həm də informasiya təhlükəsizliyi sistemini (İSS) səmərəli idarə etmək lazımdır, halbuki İCS seqmenti səviyyəsində informasiya təhlükəsizliyini optimallaşdıra bilən sistem fəaliyyət göstərməlidir. Bu, təhdidlərin müəyyənləşdirilməsinə yönəlmiş informasiya təhlükəsizliyi hadisələrinin idarə edilməsi sistemlərinin və modellərinin yaradılmasını, informasiya təhlükəsizliyi tərəfindən yaradılmış konkret ATS infokommunikasiya sisteminin strukturunu (sərhədlərinin sayı və mühafizə səviyyələrini) nəzərə alan zəruri mühafizə mexanizmlərinin işə salınmasını tələb edəcəkdir.

Süni intellekt metodlarını cəlb etmək intellektual idarəetmə sistemlərinin (İMS) istifadəsini nəzərdə tutur. Onların əsasında yüksək mütəşəkkil tikinti ideyası var. Öyrənmə bir sistemin təkmilləşmə qabiliyyətidir. Nəticədə, ağıllı idarəetmə sistemi bilinməyənlər haqqında biliklərin olduğu sistem təlim prosesində idarə olunan obyektin və ətraf mühitin xüsusiyyətləri formalaşır, uyğunlaşma və nəticədə məlumat idarəetmənin keyfiyyətini yüksəltmək üçün avtomatik qərar qəbulu prosesində istifadə olunur. Ekspert sistemləri tapşırıqlarla məşğul olur, ən yüksək səviyyədə süni intellekt, ətraf mühit haqqında nəticələr əldə etmək və cari və ya proqnozlaşdırılanları nəzərə alaraq müvafiq idarəetmə qərarlarının formalaşdırılması üçün simvolik məlumatlarla işləyir. Onlar evristik bilikləri toplayır və onu manipulyasiya edərək təqlid etməyə çalışırlar. Obyektin və onun ətraf mühitinin dinamik modelinin qurulması funksiyalarının yerinə yetirilməsi, eləcə də verilənlər bazası idarəetmə sistemləri, tənzimləyici ekspert sisteminə müraciət etməyə imkan verir. Kompüterlə dizayn və istehsal, idarəetmə və idarəetmə texnologiyalarının əsasını analitik sintez üsulu təşkil edir, qapalı idarəetmə sistemləri nəzarət alqoritmlərindən istifadə edərək, sintez mərhələsində göstərilən xüsusiyyətləri təmin etməyə imkan verir. Daxil olan məlumatların tərkibi, strukturu, formatları və təqdim olunan nəticələr baxımından kompüter dəstəkli dizayn və idarəetmə texnologiyaları müəyyən dərəcədə SADT texnologiyasının bir növü hesab edilə bilər (SADT– Strukturlaşdırılmış Təhlil və Dizayn Texnikası). IN təyinatın ən təfərrüatlı ifadəsi SADT texnologiyaları dizayn və multifaktorial hərəkətlərin ardıcıllığından ibarət proseslərin idarə edilməsi və optimallaşdırılmış keyfiyyət parametrləri dəsti ilə xarakterizə edilən əməliyyatlar sistemidir. SADT - ilkin "sıfır" diaqramıdır. Prosesin dizaynına ənənəvi yanaşma əsasında formalaşan səviyyə (A0) dörd əsasın mövcudluğunu nəzərdə tutur: funksiyalar (bloklar): dizaynın idarə edilməsi (A1), texnoloji variantın işlənməsi prosesi (A2), onun xərc smetası (A3) və onun keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi (A4).

Bu blokun parçalanmasının nəticəsi SADT diaqramıdır, riyazi çoxluğun formalaşması prosesləri kimi təqdim edən A2 səviyyəsi modellər, modelləşdirmə proqram paketi və modelləşdirmə prosesinin özüdür. Dizayn texnologiyasını hazırlayarkən, müvafiq A21, A22 və A23 funksiyaları və onların strukturlaşdırılmasının nəticəsi müvafiq səviyyənin SADT-diaqramlarıdır. A23 səviyyəsinin SADT-diaqramına daxildir: giriş sərhəd şərtləri; proqram təminatının modelləşdirilməsi, kompleks; proses şəraitinin tənzimlənməsi və simulyasiyanın optimallaşdırılması; keyfiyyətə nəzarət. Yüksək qeyri-xətti çoxfaktorlu istehsal proseslərinin idarə edilməsi, təhlili və idarə edilməsi üçün tövsiyə olunan ənənəvi üsullar çox vaxt kifayət etmir (2)..

Birləşən proseslərdə texnoloji amillərin və əməliyyat parametrlərinin əlaqəsinin xüsusi mürəkkəbliyinə görə nəzarət bir emal üsulu, müxtəlif texnoloji əməliyyatlar və əməliyyat daxilində birləşmə müxtəlif texnoloji təsirlər köməyi ilə əməliyyatı idarə etmək məqsədəuyğundur. İMS-in dizaynında ən çox istifadə edilən intellektual metodlardır, idarəetmə (MI), bunlara daxildir: ekspert
və qeyri-səlis sistemlər; neyron şəbəkələri və genetik alqoritmlər. Neyron şəbəkələri (NN) - siqnalın işlənməsi üçün süni intellektin bölməsi oxşar hadisələrdən istifadə edir, canlı orqanizmlərin neyronlarında baş verir. Onların ən vacib xüsusiyyəti imkandır, informasiyanın bütün keçidlər tərəfindən paralel işlənməsi. Çox sayda interneronal əlaqələri əhəmiyyətli dərəcədə sürətləndirə bilər, məlumatların işlənməsi və aktivləşdirilməsi, siqnalların real vaxtda çevrilməsi üçün əhəmiyyətlidir.

Çox sayda neyronlararası əlaqə neyron şəbəkənin səhvlərə qarşı müqavimətini təmin edir: bu halda zədələnmiş keçidlərin funksiyaları istismar olunan xətləri öz üzərinə götürür və şəbəkənin fəaliyyətində ciddi pozuntular baş vermir.

Genetik Alqoritmlər (GA) prinsiplərlə əlaqəli uyğunlaşan axtarış və çox parametrli optimallaşdırma metodlarının böyük bir qrupudur. GA-lar "sağ qalır" prinsipi əsasında yaranan potensial həllərin (fərdlərin) təxminləri əhalisi ilə işləyir. Belə ardıcıl nəsil prosesi təkamülə gətirib çıxarır, beləliklə, sistemli yanaşma istehsalı modelləşdirməyə və idarə etməyə imkan verir.

Texniki sistemləri tədqiq edərkən və inkişaf etdirərkən, o cümlədən mürəkkəb istehsal və texnoloji sistem, sintez mərhələsində sabitlik və keyfiyyətin verilmiş xüsusiyyətlərini təmin etmək lazımdır.

Nəticədə, struktur üçün tövsiyə olunur, birləşdirilmiş emal prosesinin təhlili, texnoloji əməliyyatın SADT-diaqramı üzrə təfərrüatları təsvir etmək üçün, ən çox qrupları ayırmaq üçün əhəmiyyətli keyfiyyət parametrləri və nəticələrə görə alınan modellərin statistik təhlili eksperimentlərin çoxşaxəli planlaşdırılması, təsirli və digər texnoloji amillərlə ən az əlaqəlidir [3].

Simulyasiya modelləşdirmənin mühüm problemi üçün digər modellərdə model obyektlərindən istifadə etmək imkanı onların yaradılması və saxlanmasının sadələşdirilməsidir. Bunun üçün yeni modellərin qurulduğu bəzi obyektlərin kitabxanası blok ev kimi istifadə edilə bilər. Ancaq altda yatan obyektlər belə ola bilər, quraşdırmaq asan, model tərtibatı və konkret üçün fərdiləşdirmə, hallar çox vaxt aparan bir iş ola bilər.

Əsas təsvirin səviyyəsinin müəyyən edilməsi problemi də var. Əgər yüksək səviyyəli təsviri seçsəniz, sizə ayrıca ehtiyac olacaq, əksəriyyəti bir çox mürəkkəb obyektlərin təsviri çox nadir hallarda

istifadə olunur, halbuki hamsını dəqiq müəyyənləşdirmək lazımdır, onların hər biri istifadə edilməlidir. Bununla belə, hər biri üçün xüsusi halda, yalnız düzgün əsas seçmək lazım olacaq kitabxanadakı obyektləri, həm də onların qarşılıqlı əlaqəsini fərdiləşdirmək üçün istifadə olunur. Bununla belə, hər biri üçün xüsusi halda, yalnız düzgün əsas seçmək, kitabxanadakı obyektləri, həm də onların qarşılıqlı əlaqəsini fərdiləşdirmək lazım olacaq. Modellərin tamamlanmasını uğurla avtomatlaşdırmaq üçün bu lazım deyil, bütövlükdə dünya haqqında ümumi biliyə ehtiyac duyulur [10]. Ontologiya yaratmaq üçün bəzi vasitələr lazımdır, təsvir etdiyi siniflər tez və rahat şəkildə təsvir etməyə, baxmağa və axtarmağa imkan verir.

Ədəbiyyat

1. Qasımova L.N., Mahmudova P.M. Pedaqogika, Bakı; Çaşıoğlu, 2003, 278 s.
2. Mahmudzadə R., Sadıqov I., İsayeva N. 1-ci sinif dərslik komplekti. Bakı: Bakınəşr, 2012.
3. Mahmudzadə R., Sadıqov I., İsayeva N. 4-cü sinif dərslik komplekti. Bakı: Bakınəşr, 2011.
4. Pələngov Ə.Q., Abdullayeva M. İnformatikanın tədrisi metodikası. I hissə, ADPU, 2012.

.

РЕЗЮМЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ В ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ АТС

Ашурова У.А.

Ключевые слова: *обработка информации, автоматизированные системы, искусственный интеллект, интеллектуальное управление, охранные системы*

АТС определяет совокупность технологических процессов обработки информации, совокупность событий и ситуаций, которые не всегда могут быть четко формализованы в виде смысловых правил ответа, не могут быть однозначно и полно описаны. Это создает предпосылки для эскалации информационного конфликта на качественно новый уровень. С этой точки зрения обеспечение информационной безопасности (ИБ) на уровне взаимодействия информационно-коммуникационных систем (ИКС) АТС, их хостов и сетевой инфраструктуры является одной из важных задач в оптимальном распределении эффективной работы систем защиты.

SUMMARY

MODELING OF INTELLIGENT MANAGEMENT SYSTEMS FOR INFORMATION SECURITY IN ATS INFOCOMMUNICATION SYSTEMS

Ashurova U.A.

Keywords: *information processing, automated systems, artificial intelligence, intellectual management, security systems*

ATS defines a set of technological processes of information processing, a set of events and situations that cannot always be clearly formalized in the form of semantic rules of the answer, cannot be definitively and completely described. This creates the preconditions for the escalation of the information conflict to a qualitatively new level. From this point of view, ensuring information security (IS) at the level of interaction between ATS information and communication systems (ICS), their hosts and network infrastructure is one of the important tasks in the optimal distribution of the effective operation of protection systems.

ÇEVİK AVTOMATLAŞDIRILMIŞ İSTEHSALIN İNTELLEKTUAL PLANLAŞDIRMA SİSTEMİ

Cavadova S.R.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

sevinc1973@bk.ru

Açar sözlər*: çevik avtomatlaşdırılmış istehsal, optimallaşdırma, intellektual planlaşdırma sistemini, qarışqa koloniyası metodu.*

Texnoloji yüklənmənin optimallaşdırılması məsələlərində müasir istehsal sistemlərində avadanlıq və istehsal vaxtını azaltmaqda əsas rolu planlaşdırma sistemi oynayır. Bu tezis metal emalı müəssisələri üçün səciyyəvi olan bir qrup meyar nəzərə alınmaqla istehsal güclərinin yükünün optimallaşdırılması metodologiyasını təqdim edir. Planlaşdırma tapşırığı istiqamətləndirilməsi lazım olan çəkili qraf kimi təqdim olunur, məqsəd funksiyaları planın icrası vaxtı və texnoloji avadanlıqların yüküdür.

Məsələnin qoyuluşu

Planlaşdırmanın optimallaşdırılması problemini həll etmək üçün ən yaxşı qrafiki seçmək lazımdır ki, bu da istehsal vaxtını minimuma endirir. [2]

Çevik avtomatlaşdırılmış istehsal çoxmərhələli sistem kimi təqdim olunur. Məhsulların istehsal prosesi bir neçə ardıcıl mərhələdən ibarətdir ki, hər birində bu məhsula bu və ya digər texnoloji avadanlıqla xidmət göstərilir.

N={1, 2,…,n} hissələrdən ibarət sonlu çoxluq , hər bir hissə sonlu O={1,2,…,o} əməliyyatlar çoxluğundan və M={1,2 ,…,m} son dəzgah çoxluğundan ibarətdir. Hissə marşrutu əməliyyatlar arasında üstünlük münasibətlərini müəyyən edir. Müəyyən bir zamanda məhsulda yalnız bir əməliyyat yerinə yetirilə bilər və dəzgah cari anda yalnız bir əməliyyat növünü yerinə yetirə bilər. Oo əməliyyatının icra müddəti Ro-ya bərabərdir və onu istənilən dəzgahda yerinə yetirmək olar. Planlaşdırma üçün, hər bir məhsula görə əməliyyatların başlanğıcını və sonunu müəyyən etmək lazımdır. Dəzgah parkının yüklənməsi üçün, təqvim planı hissələrdə əməliyyatların yerinə yetirilməsi üçün ayrılan vaxt minimuma (1) yaxınlaşdıqda optimal hesab olunur.

$$\sum_{j=1}^{n} C_j \to \min , \qquad (1)$$

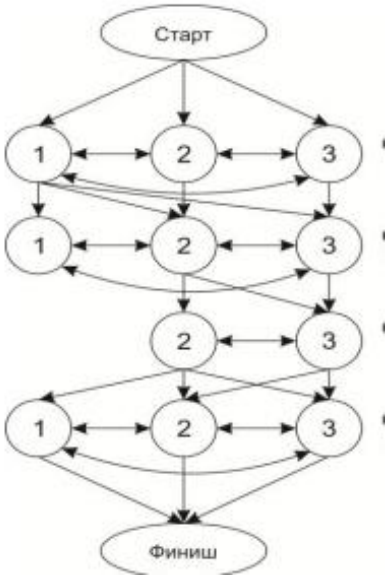
burada Cj hissədə j əməliyyatının başaçatma vaxtı, n hissədəki əməliyyatların sayıdır.

Nəzəri hissə

Qarışqa koloniyası metodundan istifadə edərək cədvəli optimallaşdırmaq vəzifəsini həll etmək üçün metal emalının iş axınları müəssisələr istiqamətləndirilmiş qraf şəklində təqdim olunur, qarışqa koloniyası formalaşır, müəyyən edilmiş məhdudiyyətlər nəzərə alınmaqla texnoloji avadanlıqların yüklənməsi üçün ən yaxşı variant axtarılır. Dəzgah parkının yerinə yetirilən əməliyyatlara görə bölgüsü qraf şəklində göstərilə bilər. [3]

$$G = (V, D), \qquad (2)$$

Burada, V hər biri müəyyən növ hissədə əməliyyatın növünü təmsil edən təpələr toplusudur; D isə V təpələrini əlaqələndirən tillər toplusudur. Qrafın başlanğıc və son nöqtəsi vardır ki, bu qovşaqları hissələr üzərində əməliyyatlarla birləşdirən tillər sıfır uzunluğa malikdir.



Qraf modeli

Metal emalı, əməliyyatların ardıcıllığının vacib olduğu və başqa bir əməliyyatı yerinə yetirmək üçün dəzgaha qayıtmaq mümkün olduqda, üstünlük münasibətləri ilə xarakterizə olunur. Buna görə də istehsalın texnoloji hazırlığı mərhələsində, məmulatlar üçün texnoloji xəritələrin yaradılması prosesində əməliyyat növü üzrə qruplaşma aparılır və hissənin hazırlanma marşrutuna uyğun olaraq əməliyyatların ardıcıllığı müəyyən edilir.

Elə hallar da var ki, ilk növbədə müəyyən növ hissələrin istehsalı lazım olur [1]. İntellektual planlaşdırma sisteminin kifayət qədər çeviklik səviyyəsinə sahib olması, istehsal olunan hissənin, istehsal üçün əhəmiyyətini təyin edən məhsulun prioritet matrisi formalaşır. Buna əsasən qarışqa koloniyası metodunun tipik düsturları müəyyən dəyişikliklərə məruz qalır.

Prioritet matrisinin dəyərləri k-ci qarışqa üçün namizədlər siyahısından növbəti əməliyyatı seçmək ehtimalını hesablayarkən nəzərə alınacaq (3).

$$P^k{}_{ij}(t) = \frac{(\tau_{ij}(t))^{\alpha} * \eta_{ij}{}^{\beta} * r}{\sum_{j \in J_i^k} (\tau_{ij}(t))^{\alpha} * \eta_{ij}{}^{\beta} * r}, \qquad (3)$$

burada (t) ij τ cari əməliyyatla ij təpəsinə uyğun əməliyyat arasında qraf qövsündəki feromon səviyyəsidir, η_{ij} cari əməliyyat ilə ij təpəsinə uyğun əməliyyat arasındakı evristik məsafədir.

J - qarışqanın əvvəlki əməliyyatı yerinə yetirdikdən sonra yerləşə biləcəyi hissələr üzrə əməliyyatların siyahısı, α - feromon konsentrasiyasının əhəmiyyətlilik əmsalı, β - evristik informasiya əhəmiyyətlilik əmsalı, r - təfərrüat əhəmiyyətlilik əmsalı,[0,1]- arasında qiymətlər alır.

Çoxsaylı təcrübələrdən məlumdur ki, $\alpha = 0$ olduqda hissələr üzərində ən uzun əməliyyat seçilir ki, bu da "acgöz" alqoritmə uyğun gəlir. $\beta = 0$ olduqda, iş seçimi feromon səviyyəsinə əsaslanır, bütün qarışqaların marşrutları bir suboptimal həllə endirilir. r=1 olduqda, qarışqa istehsal planı üçün ən yüksək prioritet hissəyə uyğun gələn əməliyyatın yuxarı hissəsinə keçir.

Bütün qarışqalar başlanğıcdan son zirvəsinə qədər tam bir yol qurduqda, hər bir agent aşağıdakı ifadəyə (4) uyğun olaraq keçən qövsdə bir feromon yerləşdirir.

$$\Delta\tau_{ij}^k(t) = \frac{Q}{L^k(t)}, \qquad (4)$$

burada $L^k(t)$ k - bütün dəzgahlarda hissələr üzərində planlaşdırılan əməliyyatların yerinə yetirilməsi vaxtı, Q - dəyəri hissələrin partiyası üçün optimal emal vaxtı ilə eyni qaydada seçilən parametrdir.

Daha sonra, feromon hissələrin emala buraxılması üçün ən yaxşı ardıcıllığı seçmək üçün yenilənir, çünki qısamüddətli əməliyyatlarda feromon konsentrasiyası artır, uzunmüddətli əməliyyatlarda isə azalır. Xarici mühitin təsiri $p \in [0,1]$ buxarlanma əmsalı ilə müəyyən edilir, feromon buxarlanma qaydası (5) formasına malikdir.

$$\tau_{ij}(t+1) = (1-p)\tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t). \qquad (5)$$

Sonra, istehsal dövrünün minimum müddəti meyarına uyğun olaraq optimal yol seçilir, seçilmiş yol suboptimaldır.

Nəticə

Bu tezis çevik istehsal üçün ağıllı planlaşdırma sisteminin tətbiqi üçün proqram təminatının işlənməsini təklif edir. Verilmiş məhsul istehsalın planlaşdırılması və planlaşdırılmasının optimallaşdırılması problemini həll etmək üçün qarışqa koloniyasının alqoritmindən istifadə edir.

Ədəbiyyat

1. Танаев В.С., Сотсков Ю.Н., Струсевич В.А. Теория расписаний. Многостадийные системы. М.: Наука, 1989. 328 с.
2. Данилов А.Д., Головнев В.Н. Цифровые системы управления. Воронеж: ВГЛТА, 2007. 235 с.
3. Данилов А.Д., Ломакин В.А. Интеллектуализация управления гибким автоматизированным производством // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2016. Т. 12. № 5. С. 60-64.

РЕЗЮМЕ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ ГИБКОГО АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Джавадова С.Р.

Ключевые слова: *гибкое автоматизированное производство, оптимизация, интеллектуальная система планирования, метод муравьиной колонии*.

В современных производственных системах в вопросах оптимизации загрузки технологического оборудования и сокращения времени изготовления продукции ключевую роль играет система календарного планирования. В данной статье представлена методика оптимизации нагрузки на производственные мощности, учитывающая группу критериев, которые характерны для металлообрабатывающих предприятий. Задача календарного планирования представляется в виде взвешенного графика, который необходимо сориентировать, целевыми функциями являются время выполнения плана и нагрузка на технологическое оборудование.

SUMMARY
FLEXIBLE AUTOMATED PRODUCTION, OPTIMIZATION, INTELLIGENT PLANNING SYSTEM, ANT COLONY METHOD
Javadova S.R.

Key words: *flexible automated production, optimization, intelligent planning system, ant colony method.*

In modern production systems, the scheduling system plays a key role in optimizing the loading of technological equipment and reducing production time. This article presents a methodology for optimizing the load on production capacity, taking into account the group of criteria that represent characteristic of metalworking enterprises. The task of scheduling is presented in the form of a weighted graph, which must be oriented, the time of the plan and the load on the process equipment are the target functions.

TİBBİ ELMİ ARAŞDIRMALARA DƏSTƏK SİSTEMİ ÜÇÜN BİLİK BAZASI YARADILMASI METODLARININ TƏHLİLİ

Əhmədova N.V.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
nigar.ahmadova@gmail.com

Açar sözlər: *bronxial astma, bilik bazası, ekspert sistemi, bronxial astma psixogen - induksiya, psixososial dəyişənlər, fizioloji və psixoloji göstəricilər, modelləşdirmə.*

Elmi ictimaiyyətdə süni intellekt vasitələrindən qlobal problemlərin, xəstəliklərin həlli, diaqnozuda geniş istifadə olunur. Tibbi İnformasiya Sistemi (TİS) xəstələr haqqında elektron tibbi qeydləri, rəqəmsal tibbi tədqiqat məlumatlarını, tibbi cihazlardan xəstə monitorinqi məlumatlarını birləşdirən kompleks avtomatlaşdırılmış məlumat sistemidir. Bu xəstəliklərdən biri bronxial astma tənəffüs yollarının xroniki iltihabi xəstəliyidir. Son vaxtlara qədər tibb, bronxial astma ilə bağlı problemlərin həllində böyük rol oynayırdı, sonralar isə müasir cəmiyyətdə bu cür problemlərin həlli üçün kompleks yanaşma tələb olundu. Bu məqalədə bronxial astma üzrə tədqiqatlar üçün dəstək sistemi üçün bilik bazasının yaradılması ilə bağlı məsələlər müzakirə olunur.

Bronxial astma (BA) hər yaşda olan insanların problemi olan ən mürəkkəb və təhlükəli xəstəliklərdən biridir. Bu günə qədər dünyada bronxial astmanın tezliyi əhalinin 4-10% -ni təşkil edir. Xəstəliyin inkişafına bir çox müxtəlif amillər, məsələn, irsiyyət, ətraf mühit faktorları, immun və sinir sistemləri və s. təsir edir.

Farmakoterapiyada əldə edilən irəliləyişlərə və astmanın müalicəsi üçün milli və beynəlxalq təlimatların həyata keçirilməsinə baxmayaraq, xəstəliyin yayılması olduqca yüksək olaraq qalır. Buna görə də, yalnız ənənəvi risk faktorlarını öyrənmək lazımdır. İnsan orqanizminin həm psixoloji xüsusiyyətlərini, həm də fizioloji və psixofizioloji xüsusiyyətlərini nəzərə almaq lazımdır. Bir çox epidemioloji tədqiqatlar göstərir ki, sosial stress və psixoloji problemlər astma müalicəsinin effektivliyini azaldır. Eynilə əlverişsiz ətraf mühit şəraiti əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə bilər.

Bu gün kompüter texnologiyalarının səhiyyə sisteminə tətbiqi çox aktivdir, çünki həkimlər tərəfindən çoxlu konsultasiyalar onlayn rejimdə aparılır, həkim qəbulu da uzaqdan aparıla bilər, diaqnostik avadanlıq güclü prosessorlarla təchiz olunub, tibbi məsləhətləşmələr və konfranslar . internet vasitəsilə həyata keçirilir.

Tibbi informasiya texnologiyaları getdikcə daha çox əhəmiyyət kəsb edir. Tibbi İnformasiya Sistemi (TİS) xəstələr haqqında elektron tibbi qeydləri, tibbi cihazlardan xəstə monitorinqi məlumatlarını, habelə işçilər arasında əlaqə vasitələrini, tibbi fəaliyyətlə bilavasitə bağlı olan maliyyə və inzibati məlumatları birləşdirən kompleks avtomatlaşdırılmış informasiya sistemidir.

TİS-in fərqli bir xüsusiyyəti var - bilik bazası. Bilik bazası (BB) biliklərin idarə edilməsi üçün nəzərdə tutulmuş bir növ verilənlər bazasıdır. Həmçinin, BB informasiyanın məntiqi yekunlaşdırılması, informasiyanın mənalı işlənməsi üçün qaydalar və faktlar toplusu kimi başa düşülür.

Məhdudlaşdırılmış axtarış alqoritmləri 1960-cı illərin ortalarında meydana çıxdı və verilənlərdə məntiqi nümunələri axtarmaq üçün istifadə olunmağa başladı. Ən təsirli metod olduğu sübut edildi. Məhdud sayma alqoritmləri mənbə məlumatlarında məntiqi hadisələrin kombinasiyaları toplusunu müəyyən edir, bu birləşmələrin uzunluğu məhduddur. Əldə edilən nəticələrə əsasən, yəni tapılan məntiqi qanunauyğunluqlardan onların faydalılığı barədə nəticə çıxarılır. "Faydalı" birləşmə gələcək proqnozlaşdırma üçün lazımdır. Məhdud sayma üsulu bir çox proqram və sistem tərəfindən istifadə olunur, lakin istifadəçilər arasında ən populyarı WizWhy sistemidir, çünki bu sistem problemlərin həllində və müxtəlif tətbiq sahələrində ən yüksək effektivliyə malikdir.

Şəkil - bronxial astmanın müxtəlif formaları üçün nümunələri tapmaq üçün qərar ağacının bir hissəsini göstərir. Ağacın "budaqları" və "yarpaqları" var. "Budaqlarda" məqsəd funksiyasının asılı olduğu göstəricilər var və "yarpaqlarda" bu məqsəd funksiyasının dəyərləri qeyd olunur. Qalan qovşaqlarda halların fərqləndiyi göstəricilər var.

Bu vəziyyətdə "budaqlar" fizioloji və psixoloji göstəricilərin dəyərləridir. "Yarpaqlar" - bronxial astmanın formaları (BAPI, BANP, BASP, PD).

Yeni hallar əldə etmək üçün ağacdan müvafiq "yarpaq" a enmək lazımdır və sonra bu xəstəlik növü üçün xarakterik olan dəyərləri verəcəkdir. Bu proses rekursivdir.

Həmçinin, qərar ağacları riyazi metodlar kimi istifadə edilə bilər, onlar bir sıra verilənləri təsvir etməyə kömək edir. Qərar ağacı metodunun həm müsbət, həm də mənfi tərəfləri var.

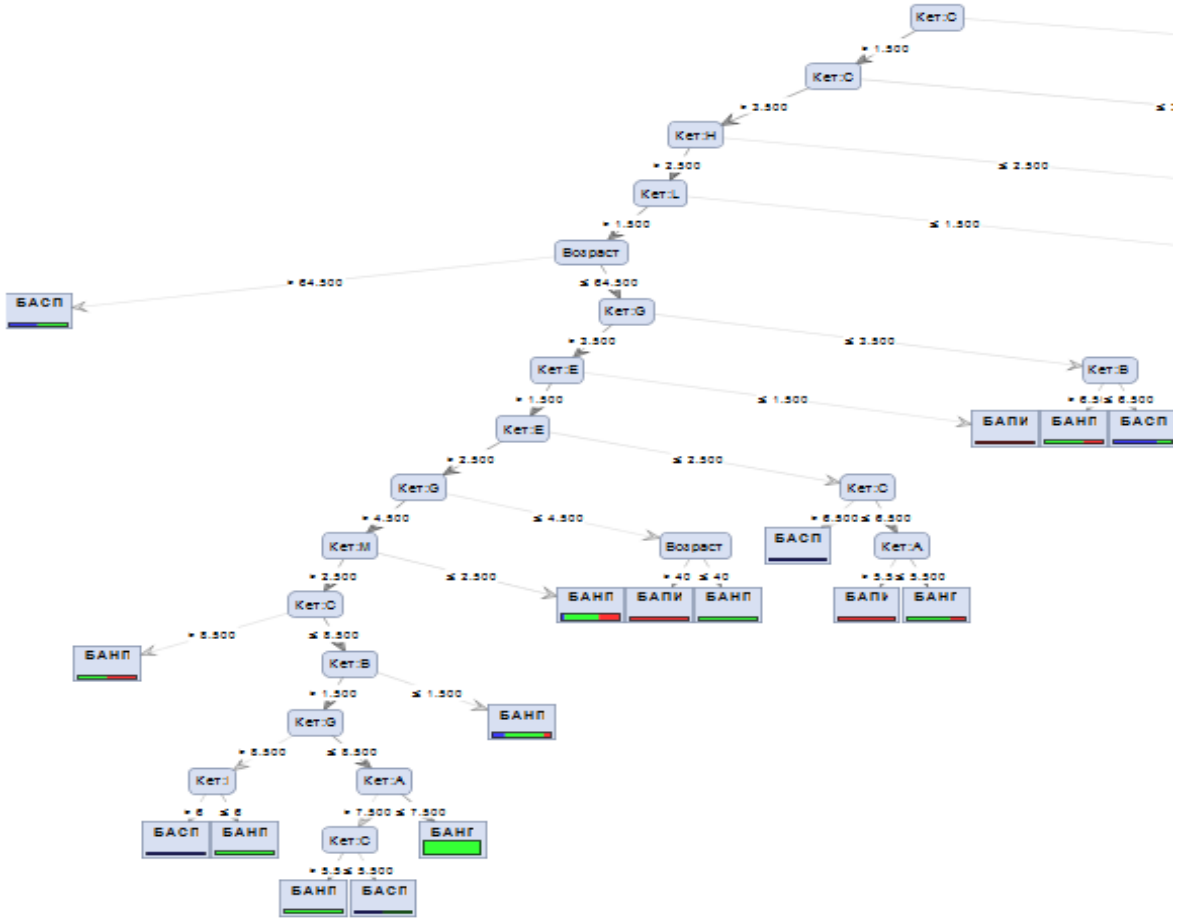
Metodun üstünlükləri:

- böyük həcmli verilənlərlə işləyir;
- ilkin emal zamanı məlumat tələb olunmur;
- model statistik testlərlə qiymətləndirilə bilər;
- asan başa düşülən.

Metodun çatışmazlıqları:

- Həddindən artıq mürəkkəb ağacların yaradılması imkanı;
- optimal qərar ağacının əldə edilməsində problem.

Qərar ağacı metodu həm statistikada, həm də məlumatların təhlilində istifadə olunur. Qərar ağacı aşağıdakı quruluşa malikdir/.



Şəkil. **Qərar ağacı**

Ədəbiyyat

1. Alexander F: Psychosomatic medicine: its principles and applications. New York, Norton;. 1950

2. Cluley S, Cochrane GM: Psychological disorder in asthma is associated with poor control and poor adherence to inhaled steroids. Respir Med 2001, 95:37-39.
3. French T, Alexander F: Psychogenic factors in bronchial asthma. Washington, D.C., National Research Council; 1941.
4. Rosner F: Moses Maimonides' treatise on asthma. Thorax 1981, 36:245-251
5. Rubin NJ: Severe asthma and depression. Arch Fam Med 1993, 2:433-440.
6. Vila G, Nollet-Clemencon C, de Blic J, Mouren-Simeoni MC, Scheinmann P: Prevalence of DSM IV anxiety and affective disorders in a pediatric population of asthmatic children and adolescents. J Affect Disord 2000, 58:223-231.

РЕЗЮМЕ
АНАЛИЗ МЕТОДОВ СОЗДАНИЯ БАЗ ЗНАНИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Ахмедова Н.В.

***Ключевые слова**: бронхиальная астма, база знаний, экспертная система, бронхиальная астма, психогенно-индукционная, психосоциальные переменные, физиолого-психологические показатели, моделирование.*

В научном сообществе инструменты искусственного интеллекта широко используются при решении и диагностике глобальных проблем, заболеваний. Медицинская информационная система (МИС) — сложная автоматизированная информационная система, объединяющая электронные медицинские карты пациентов, цифровые данные медицинских исследований и данные мониторинга пациентов с медицинских устройств. Одним из таких заболеваний является бронхиальная астма, хроническое воспалительное заболевание дыхательных путей. До недавнего времени большую роль в решении проблем, связанных с бронхиальной астмой, играла медицина, а позже, в современном обществе, для решения таких проблем требовался комплексный подход. В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с созданием базы знаний для системы поддержки исследований бронхиальной астмы.

SUMMARY
ANALYSIS OF KNOWLEDGE BASE CREATION METHODS FOR MEDICAL SCIENTIFIC RESEARCH SUPPORT SYSTEM
Akhmadova N.V.

***Keywords**: bronchial asthma, knowledge base, expert system, bronchial asthma psychogenic - induction, psychosocial variables, physiological and psychological indicators, modeling.*

In the scientific community, artificial intelligence tools are widely used in solving and diagnosing global problems, diseases. Medical Information System (MIS) is a complex automated information system that integrates electronic medical records about patients, digital medical research data, and patient monitoring data from medical devices. One of these diseases is bronchial asthma, a chronic inflammatory disease of the respiratory tract. Until recently, medicine played a major role in solving the problems related to bronchial asthma, and later, in modern society, a complex approach was required to solve such problems. This article discusses issues related to creating a knowledge base for a support system for bronchial asthma research.

SƏHVİN ƏKS YAYILMASI METODU VASİTƏSİLƏ NEYRON ŞƏBƏKƏSİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ

Əliyeva K.R.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt şəhəri, Azərbaycan
konulaliyeva84@mail.ru

***Açar sözlər:** idarəermə modeli,fəallaşma funksiyası,funksional ,çəki əmsalı*

Məruzədə neyron şəbəkəsinin öyrənilməsinin optimallaşdırma yolu ilə həlli məsələsinə baxılmışdır.Tədqiq olunan modelin struktur elementi olaraq neyroşəbəkə modelinin uyğunluq inteqral dərəcəsinin funksionalı seçilmişdir. Neyron şəbəkəsinin çəki vektorunun təyin edilməsi məsələsi təlim çoxluğu adlanan, bir girişi, bir çıxışı və gizli layda iki neyronlu standart düz yayılan neyron şəbəkəsinə baxılmışdır.

Sabit strukturlu neyron şəbəkəsi çəkisinin təyin edilməsi müəyyən bir giriş-çıxış məlumatları əsasında yerinə yetirilir. Bu məlumatlar təlim çoxluğu adlanan müəyyən çıxış qiymətlərinin giriş qiymətlərinin kombinasiyalarının asılılığı əks olunur: [1]

Tədqiqat çoxluğundan verilmiş neyroşəbəkə modelinin uyğunluq inteqral dərəcəsi (bütün qaydalara görə) aşağıdakı funksional vasitəsilə verilə bilər.

$$J(\omega)=\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{k}Q_i(\omega)=\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{k}(y_i(\omega)-\tilde{y}_i)^2=\frac{1}{2}\left\|y(\omega)-\tilde{y}\right\|^2, \quad (1)$$

burada $y(\omega)$ və $\tilde{y}$ - müvafiq olaraq tədqiqat çoxluğu üzrə NŞ BY-nın çıxış vektoru və müəllim təlimatlarının vektorudur. NŞ-in təlim məqsədi - elə bir çəki vektoru ω^* müəyyən etmək lazımdır ki, (1) funksionalının minimal qiyməti olsun.

$$\omega^* = \arg\min_{\omega\in R^s} J(\omega) \quad (2)$$

Faktiki olaraq, NŞ-in öyrənilməsi - qeyri-xətti modelin parametrik identifikasiyasının çoxekstremal məsələsidir ki, bu da optimallaşma nəzəriyyəsinin geniş apparatı vasitəsilə həyata keçirilə bilər.

Mürəkkəb funksiyanın törəməsinin düsturu əsasında şəbəkənin superpozision xarakterini nəzərə alan, minimallaşdırılmış(1) funksionalının qradiyentinin tapılmasının çəki vektoru üzrə effektiv üsulu, Rumelhart tərəfindən təklif edilmiş, *səhvin tərs yayılmasının prosedurudur*.Törəmənin additivliyinin nəticəsi:

$$\nabla_\omega J(\omega)=\nabla_\omega(\sum_{i=1}^{k}Q_i(\omega))=\sum^{k}\nabla_\omega Q_i(\omega), \quad (3)$$

kifayət edir ki, öyrənilən çoxluğunun bir nümunədə səhvin əsasında qradiyentin hesablanmasının düsturunu çıxarmaq mümkün olsun. Sadələşdirmək üçün $Q_i(w)$-*ni* $Q(w)$ ilə adlandıraraq. $\nabla_\omega Q(\omega)$ qradiyenti, $\omega_j^{(m,i)}$ neyronlarının çəkisinə görə $Q(w)$ xüsusi törəmələrdən ibarətdir və aşağıdakı düsturlarla hesablanırlar:[2]

$$\frac{\partial Q(w)}{\partial w_j^{(m,i)}}=\frac{\partial Q(w)}{\partial y^{(m,i)}}\cdot\frac{\partial y^{(m,i)}}{\partial net^{(m,i)}}\cdot\frac{\partial net^{(m,i)}}{\partial \omega_j^{(m,i)}}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial y^{(m,i)}}{\partial net^{(m,i)}}=\sigma'_{net}(net^{net^{(m,i)}}), \qquad \frac{\partial net^{(m,i)}}{\partial \omega_j^{(m,i)}}=y^{(m-1,j)}$$

(4) düsturunun birinci vuruğunun tapılması üçün onu aşağıdakı kimi adlandıraq:

$$s^{(m,i)}=\frac{\partial Q(w)}{\partial y^{(m,i)}},$$

$s^{(m,i)}$-nin tapılması rekurent prosedura əsaslanır ki,bu ifadə bir neçə dəyişənlərdən olan mürəkkəb funksiyanın törəməsindən alınır:

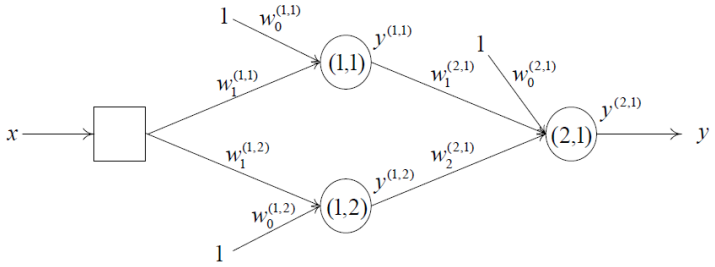
$$s^{(m,i)}=\sum_{j=1}^{N_{m+1}}\frac{\partial Q}{\partial y^{(m+1,j)}}\frac{\partial y^{(m+1,j)}}{\partial y^{(m,i)}}=\sum_{j=1}^{N_{m+1}}s^{(m+1,j)}\sigma'_{net}(net^{(m+1,j)})\omega_i^{(m+1,j)} \quad (5)$$

(5) düsturu ilə hesablamaq üçün ilkin şərt vacibdir. Düstur, (1) funksionalının $\frac{1}{2}$ vuruğu nəzərə alınmaqla (5) düsturundan alınır:

$$s^{(m,i)}=\frac{\partial Q(w)}{\partial y^{(m,i)}}=\mathrm{e}(w)=y(w)-y \quad (6)$$

burada $\tilde{y}$ - verilmiş nümunə veriləndir. $\varepsilon(\omega)$ şəbəkəsinin səhvi, sanki şəbəkənin funksionallığının əks istiqamətində yayılır.Alınan ifadə verilmiş məsələ üşün səhvin əks yayılması metodu adlanır

Nümunə olaraq bir girişi, bir çıxışı və gizli layda iki neyronu olan standart şəbəkəyə baxılır. Şəkil 1-də bu şəbəkənin strukturu göstərilmişdir, hər bir neyronun girişi və çıxışı, həmçinin neyronların çəkiləri də işarələnmişdir.Hər bir neyronun daxilində onun onun nömrəsi göstərilmişdir. Məsələn, (1.2) adlandırılması, 1-ci layın 2-ci neyronunu göstərir.



Şəkil 1. Bir girişli, bir çıxışlı və gizli layda olan iki neyronlu standart neyron şəbəkə.
Bu şəbəkə üçün SƏYP üsulu ilə qradiyentin hesablanması düsturunu yazaq:

$$\omega = \begin{bmatrix} \omega_0^{(1,1)} \\ \omega_1^{(1,1)} \\ \omega_0^{(1,2)} \\ \omega_1^{(1,2)} \\ \omega_0^{(2,1)} \\ \omega_1^{(2,1)} \\ \omega_2^{(2,1)} \end{bmatrix} \tag{8}$$

(5) ilkin şərtini istifadə edərək, çıxış layının neyronu üçün aşağıdakı ifadə alınır:

$$s^{(2,1)} = \frac{\partial Q(w)}{\partial y^{(2,1)}} = y(w) - \tilde{y} \tag{9}$$

Çıxış layının neyronunda aktivasiyanın vahid olduğundan, ona görə də

$$y^{(2,1)} = w_0^{(2,1)} + w_1^{(2,1)} y^{(1,1)} + w_2^{(2,1)} y^{(2,1)} \tag{10}$$

Onda (7) gizli layın neyronları üçün aşağıdakı ifadələri alırıq:

$$s^{(1,1)} = s^{(2,1)} \frac{\partial y^{(2,1)}}{\partial y^{(1,1)}} = s^{(2,1)} w_1^{(2,1)};\ s^{(1,2)} = s^{(2,1)} \frac{\partial y^{(2,1)}}{\partial y^{(1,2)}} = s^{(2,1)} w_2^{(2,1)};$$

İndi isə (8) düsturunu istifadə etmədən xüsusi törəmələrin hesablanması düsturunu yazmaq olar. Məsələn, $w_0^{(1,1)}$ çəkisi üçün gizli layın neyronlarının aktivasiya funksiyası üçün , harada ki siqmoid logistik funksiya -1 istifadə olunur, aşağıdakı düstüru alınır:

$$\frac{\partial Q(w)}{\partial w_1^{(1,1)}} = s^{(1,1)} \frac{\partial y^{(1,i0}}{\partial net^{(1,i)}} \cdot \frac{\partial net^{(1,1)}}{\partial w_0^{(1,1)}} = s^{(1,10} \sigma(net^{(1.1)})(1-\sigma(net^{(1.1)})) y^{(0.0)} = s^{(1.1)} y^{(1.1)} (1-y^{(1.1)}),$$

Burada $\omega_1^{(1,1)} : y^{(0,1)} = x$ çəkisi üçün $y^{(0,0)}=1$ 0lduğu nəzərə alınıb, ona görə də

$$\frac{\partial Q(w)}{\partial w_1^{(1,1)}} = s^{(1,1)} s^{(1,10} \sigma(net^{(1.1)})(1-\sigma(net^{(1.1)})) y^{(0.1)} = s^{(1.1)} y^{(1.1)} (1-y^{(1.1)}) x,$$

Digər düsturlarda anoloji olaraq alınır.

$$\nabla_w Q(w) = \begin{bmatrix} s^{(1.1)} y^{(1.1)} (1-y^{(1,1)}) \\ s^{(1.1)} y^{(1.1)} (1-y^{(1,1)}) x \\ s^{(1.2)} y^{(1.2)} (1-y^{(1,2)}) \\ s^{(1.2)} y^{(1.2)} (1-y^{(1,2)}) x \\ s^{(2.1)} y^{(2.1)} (1-y^{(2,1)}) \\ s^{(2.1)} y^{(2.1)} (1-y^{(2,1)}) y^{(1,1)} \\ s^{(2.1)} y^{(2.1)} (1-y^{(2,1)}) y^{(,12)} \end{bmatrix} \tag{11}$$

Nəticədə çəkilər vektorunun təyini üçün müəyyən olunan funksional qradiyent (11) ifadəsi şəklində alınacaq.

Ədəbiyyat

1. Сараев П.В. Нейросетевые методы искусственного интеллекта:учебное пособие/ П.В Сараев – Липецк: ЛГТУ, 2007.-64с.
2. Алберт, А. Регрессия, псевдоинверсия и рекуррентное оценивание /А. Алберт.— М.: Наука, 1977.— 224 с.

РЕЗЮМЕ

ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОШИБКИ

Алиева К.Р.

Ключевые слова: *модель управления, функция активации, функционал, весовой коэффициент.*

В докладе рассмотрена задача решения обучения нейронной сети с помощью оптимизации. Задача определения вектора весов нейронной сети рассматривается для стандартной нейронной сети с плоским распространением с одним входом, одним выходом и двумя нейронами в скрытом слое, называемом обучающей выборкой.

SUMMARY

LEARNING A NEURON NETWORK USING ERROR BACKPROPAGATION METHOD

Aliyeva K.R.

Keywords: *management model, activation function, functional, weight coefficient*

In the report, the problem of solving the learning of the neural network through optimization was considered. The problem of determining the weight vector of a neural network is considered for a standard flat propagation neural network with one input, one output, and two neurons in a hidden layer, called the training set.

WEATHER FORECASTING USING BIG DATA

Gardashova L.A., Jabrayilova Sh.M.

Azerbaijan State Oil and Industry University, Baku, Azerbaijan

latsham@yandex.ru, Sahnaz.mehtiyeva436@gmail.com

Keywords: *Big data, Weather forecasting, MapReduce*

Big data analytics can be used to enhance the precision and timeliness of weather forecasts thanks to the growing availability of data from numerous sources, including satellites, weather stations, and sensors The use of big data in weather forecasting and its effects on many industries, including agriculture, transportation, and energy, are also discussed in the article along with some real-world instances. The study ends with some future directions for big data use in weather forecasting and potential societal advantages. Since ancient times, predicting the weather has been an important part of human civilization, however early forecasts were based on crude observations and tools. Big data use in weather forecasting has emerged as a viable strategy in recent years to increase the accuracy and timeliness of predictions. To create more precise weather models and predictions, big data analytics can make use of enormous volumes of data from numerous sources, such as satellite imaging, weather stations, and sensors.

The technique of anticipating the atmosphere's condition at a certain time and location is called weather forecasting. This data is essential for a variety of tasks, from organizing outdoor gatherings to making choices in the agriculture, transportation, and energy sectors. Satellite imaging, weather stations, and sensors are just a few of the data sources that are used to provide accurate weather forecasts.

As technology has developed over time, weather forecasting has improved in accuracy and precision. In contrast to modern weather forecasts, which are created using sophisticated computer models and algorithms, early weather predictions depended on basic observations and crude instruments. These models take a variety of climatic factors into account, including temperature, humidity, air pressure, wind speed, and precipitation.

Large data sets can cause processing bottlenecks, which can delay forecasts down and diminish their accuracy. To ensure accurate forecasts, it may also be necessary to use complex filtering and cleansing algorithms due to the variable quality of the data. Despite these difficulties, the combination of big data and weather forecasting is already producing outstanding outcomes. It is now possible to predict severe weather events with more specificity thanks to major improvements in weather forecasting accuracy in recent years. The benefits of big data in weather forecasting are expected to increase as more data becomes available and

processing algorithms get more complex. In the end, the combination of big data and weather forecasting has the potential to fundamentally alter how we anticipate and lessen the effects of extreme weather occurrences.

Data quality and quantity are two of the main obstacles to adopting big data in weather forecasting. Depending on the source, the quality of the data might vary greatly, and not all data may be pertinent for weather forecasting. Several big data tools and algorithms, like machine learning and artificial intelligence, have been created to address these issues. These methods can aid in the speedy processing of enormous volumes of data and the creation of more precise weather prediction models. Big data has many applications across industries, including finance, healthcare, marketing, and logistics. Advanced technologies like machine learning, artificial intelligence, and natural language processing are frequently utilized to process and analyze huge data.

Big data is characterized by five key characteristics: variety, variability, volume, velocity, and value.

- Variety includes different data types and forms. The information is gathered from a variety of sources, including social networking sites, online logs, emails, and sensor device data.
- Volume demonstrates the size and scope of the data.The current data is measured in petabytes, and it is anticipated that this will change to zettabytes in the future.
- Velocity is related to the rate at which data is created, changed, or transferred from one location to another. This feature has to do with both the data stream's and the data entry's speed.
- Variability considers the inconsistency of the data stream. Maintaining the data stored on the consumers' devices is extremely difficult, especially with the extension of social networking.
- Data is useless and invalid by itself; it must be turned into precious information is known as value.

Implementation

The MapReduce technique, which comprises of the two key responsibilities of Map and Reduce, is used to make use of Big Data in weather forecasting. The reduction process is carried out by the Reducer class, while the mapping is done by the Mapper class. Scaling data processing is made simpler by the MapReduce algorithm, which offers a dependable and effective way to process data across several nodes. This method can accurately forecast weather conditions like thunderstorms, snowfall, or sunny weather, which are crucial information that the majority of people need to know at the start of a day.

The technique includes the following steps:

Step 1 - Accumulation

Step 2 - Storage

Step 3 - Map Reduce

Step 4 – Illustration

Accumulation: The concept collects information during the early stage from a variety of sources, including social media, sensor data, market trends, and weather forecasts. Data is gathered for this specific design from a number of web resources. As soon as the data has been gathered, it is kept in a database management system until it is moved to a warehouse. Data is immediately deleted from the database system after it has been sent.

Storage: The Hadoop Distributed File System (HDFS), which acts as the main system for storing data, houses the information gathered from multiple sources. To process the data, the HDFS uses the MapReduce programming technique. A single name node synced with a backup node makes up the Master-Slave mechanism that powers HDFS. The operating system files that are stored on the backup node must be compressed and edited into new files. The data nodes, which may be several, split the transferred data into data blocks and store them. The HDFS has the ability to multitask and run Read/Write operations simultaneously. In order to prevent problems, the HDFS is scalable and has parallel processing capabilities.

Map Reduce: During this phase, the map-reduce framework is used to extract insights from the saved data. The algorithm's first stage entails gathering several weather forecasts. The input data is then split up into several blocks and sorted, after which the data from one group is mapped to the data from the other set. The data is shuffled after it has been mapped, and the results are then broken down into separate blocks. The data with the highest occurrences are used to create the final forecast. The entire procedure is a highly effective way to separate a group of data into different sets.

Illustration: The filtered data, which highlights the most precise and pertinent weather predictions, is then presented as the final step of the procedure. Several graphical representations, such as line graphs, bar graphs, histograms, or pie charts, can be used to visualize the data.

MapReduce aims to keep computation and data as close as is practical. If it is not possible, it tries to place the compute on the node that is closest to the data node(s) that hold the data to be processed. It first attempts to place the compute on the same node where the information is stored. One aspect of MapReduce is "Data Locality." The Map function takes as input from the system a set of initial "key-value" pairs, interprets them, and produces another set of those pairs. The Reduce function further accepts key-value pairs as inputs and outputs key-value pairs. Different keys and values are utilized in different use scenarios. All inputs and outputs are stored in the HDFS.

<j1, i1> -> Map() -> list(<j2, i2>)

<j2, list(i2)> -> Reduce() -> list(<j3, i3>)

The Mapper and Reducer terms relate to the Hadoop servers that perform the Map and Reduce processes, respectively. The first stage in the Mapreduce workflow is to obtain our inputs from any available data. Hadoop then divides the incoming data into smaller bits with the aid of split. The third step is a map, where MapReduce applies the logic to each split in this stage. Each mapper focuses on one split at a time. Each mapper is treated as a distinct task, and each task is completed using a different TaskTracker under the supervision of a JobTracker. After the map step, the combiner phase, which is the same as the reduction step, aggregates the results before passing them along to the subsequent phases. In the final phase, known as reduce, we can finally acquire output. In this stage, the outputs of the mappers are aggregated using the reduce() function. The output of the reduction is delivered to the subsequent and final phase. Every decrease is treated as a separate task, which is then managed by the JobTracker over a number of TaskTrackers. The output of the reduction process is finally written to an HDFS file.

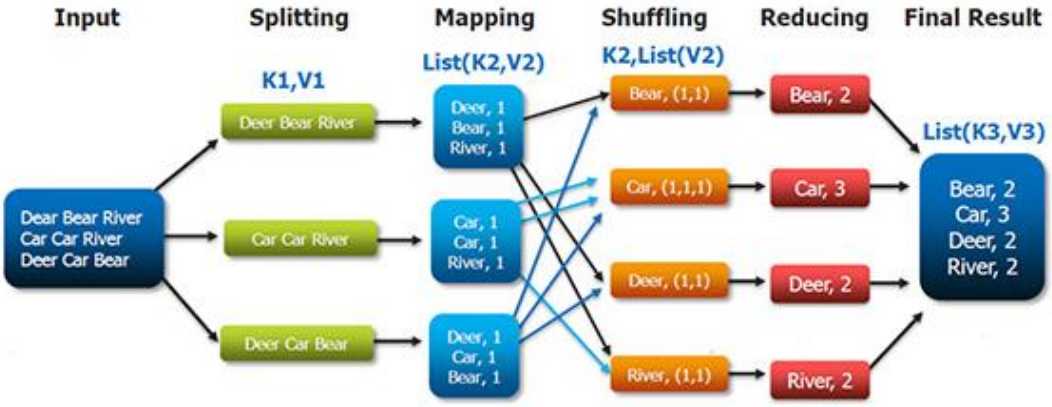


Figure. *MapReduce diagram [5]*

References

1. Zikopoulos, P., Eaton, C., Deutsch, T., & Lapis, G. (2012). Understanding big data: Analytics for enterprise class hadoop and streaming data. McGraw-Hill Osborne Media.
2. Marz, N., & Warren, J. (2015). Big data: Principles and best practices of scalable real-time data systems. Manning Publications.
3. Mohanty, S. P., Kain, J. S., Droegemeier, K. K., Xue, M., & Brewster, K. (2017). Big data analytics in the weather industry. Big Data Analytics in the Social and Ubiquitous Context, 85-105.
4. Zaher Al-Sai, Rosni Abdullah, and Heikal Husin. Big Data Impacts and Challenges: A Review. Conference: 2019 IEEE Jordan International Joint Conference on Electrical Engineering and Information Technology (JEEIT). April 2019.
5. Jeffrey Dean and Sanjay Ghemawat. MapReduce: A flexible data processing tool. Communications of the ACM, 2019 pp.12–77

XÜLASƏ

BİG DATA İSTİFADƏ EDƏRƏK HAVA PROQNOZU TƏYİNİ

Qardaşova L.A., Cəbrayılova Ş.M.

Açar sözlər*: Big data, hava proqnozu, MapReduce*

Məqalədə qeyd olunur ki, hava proqnozunda böyük verilənlərin istifadəsi nəticəsində proqnozların etibarlılığı və dəqiqliyi əhəmiyyətli dərəcədə artmışdır. Toplana və emal edilə bilən nəhəng miqdarda məlumatı nəzərə alaraq, indi müxtəlif amilləri nəzərə

alan daha mürəkkəb və nüanslı hava modellərini hazırlamaq mümkündür. Bu, meteoroloqlara ağır hava hadisələri barədə daha dəqiq və vaxtında xəbərdarlıq etməyə, insanların həyatını xilas etməyə və maddi ziyanı azaltmağa imkan verdi. Nəticədə, kənd təsərrüfatı, nəqliyyat və enerji kimi hava məlumatlarına əsaslanan bir sıra sənayelər təbii fəlakətlərə daha güclü hazırlıq və cavab üsullarına malikdir.

РЕЗЮМЕ
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОГОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BIG DATA
Гардашова Л.А., Джабраилова С. М.

Ключевые слова: *Big data, прогнозирование погоды, MapReduce*

В статье отмечается, что в результате использования больших данных в прогнозе погоды надежность и точность прогнозов значительно возросли. Имея в виду огромные объемы данных, которые можно собирать и обрабатывать, теперь можно создавать более сложные и детализированные модели погоды, учитывающие различные факторы. Это позволило метеорологам более точно и своевременно предупреждать о тяжелых погодных явлениях, спасать жизни людей и уменьшать материальный ущерб. В результате ряд отраслей, основанных на данных о погоде, таких как сельское хозяйство, транспорт и энергетика, имеют более надежные методы готовности и реагирования на стихийные бедствия

CAD MÜHİTİNDƏ İNTELLEKTUAL AVTOMATLAŞDIRILMIŞ LAYİHƏLƏNDİRMƏ SİSTEMİNİN TƏŞKİLİNƏ YANAŞMA

Hüseynov A.H., Cavadova S.R.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
aqil.55@mail.ru

Açar sözlər: *CAD sistem, multiagent sistem, layihələndirmə, süni intellekt, intellektual layihələndirmə.*

İşdə avtomatlaşdırılmış layihələndirmə proseslərinin və əməliyyatlarının intellektuallığının yüksəldilməsi məqsədi ilə süni intellekt vəsaitlərini CAD mühitinə tətbiqi məsələsinə baxılır. Süni intellekt vəsaiti kimi multiagent texnologiya seçilir və CAD mühitində multiagent sistemləri yaradılması məsələləri tədqiq edilir. Multiagent sistemləri komponentləri təyin olunmaqla modeli qurulur. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin problematikasını tətbiqə nəzərə multiagent sistemlər nəzəriyyəsinin spesifik xüsusiyyətləri təyin olunur. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sisteminin agentlərininəsas xassələri təyin edilir və onların formalaşdırılması prosesinə baxılır.

Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin intellektuallığının yüksəldilməsi və həmçinin, keyfiyyətli layihə həllərinin alınması məqsədi ilə süni intellekt vasitələrinin CAD sistemlərə tətbiqi sürətlə inkişaf etdirilir. Bu məsələnin aktuallaşması layihələndirmə proseslərinə yeni üsul və yanaşmaların tətbiqini zəruri edir və nəticədə avtomatlaşdırılmış layihələndirmə prosesini daha da intellektuallaşdırmaq üçün yeni obyekt təyinatlı proqram kompleksləri işlənir[1,2]. Baxılan işdə çoxagentli texnologiyanın CAD sistemlərə tətbiqi imkanları öyrənməklə çoxagentli avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin qurulması məsələlərinə baxılır

Multiagent sistemi (MAS) nəzəriyyəsi fərz edir ki, hər bir agent qoyulan məsələnin bir hissəsini ifadə edir və onun hər hansı altməsələsini həll etmək qabiliyyətinə malikdir. Ona görə hər hansı mürəkkəbliyə malik problemin həlli üçün agentlərin qarşılıqlı əlaqəliliyi tələb olunur. Hər bir agentin biliklərinin tələblərinə uyğun təyinata görə məsələlər paylanır. Qoyulmuş məsələlərə və ya məqsədə və agentin imkanına görə aparılan paylanma süni intellektin paylanmış məsələ həlli sistemin ayırır. Bu halda ilkin məsələnin dekompozisiya prosesinin və kompozisiyanın tərs prosesinin aldığı həllər mərkəzləşdirilmiş xarakterə malikdir [3]. Bu zaman MAS yuxarıdan aşağıya, ümumi məsələnin bir-birinə nisbətən asılı olmayan alt məsələlərə və onlara uyğun agentlərə bölünməyə əsaslanmaqla layihələndirilir. MAS paylanmış məsələlər həlli kimi qurula bilər. Onların əsası yuxarıdan aşağıya layihələnirilən agentlərin metasistem ierarxiyasından ibarətdir.

MAS aşağıdakı əsas komponentlərdən ibarətdir:

- Aktiv vahidlər- digər agentlərlə alt çoxluğu ilə manipulyasiya edən agentlər alt çoxluğundan ayrılan sistem vahidləri çoxluğu və passiv vahidlər-obyektlər;
- Mühit, yəni, agentlərə və obyektlərə malik hər hansı fəza;
- Agentlər arasındakı münasibətlər(qarşılıqlı əlaqə);
- Agentlər və obyeklərlə formalaşdırılaraq təşkil olunan quruluşlar çoxluğu;
- Agentlərə və tam halda sistemə tapşırılan evalyusion strategiyalar çoxluğu.

Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sisteminin (ALS) yuxarıda izah olunan formal modelini MAS kimi belə təsvir etmək olar:

MAS= <A, U, E, R, ORG, EV>,

Burada A-ALS-in agentlər çoxluğudur; U-məxsusi intensional xarakteristikaya malik olmayan obyektlər çoxluğu; E={e} – ALS-in yerləşdiyi mühit; R-ALS-in agentləri arasındakı qarşılıqlı əlaqə çoxluğu; ORG –agentin konkret funksiyalarına uyğun baza təşkilatı quruluş çoxluğu; EV- tam halda ALS-in və agentlərin tapşırıqlarının evolyusion strategiyalar çoxluğu.

Çoxagentli ALS-də A agentlər çoxluğu layihələndirmə zamanı obyektlərin işlənməsinə və onların işlənməsi vəsaitlərinə aid olan yığım vahidləri və detallardan təşkil olunur.

Passiv obyektlər kimi konstruksiya ierarxiyasının aşağı səviyyəsində yerləşən detal formalarının strukturlaşmamış elementləri çıxış edir (slindr, faska, kanavkala və s.). Bu obyektlər mexaniki emala keçidlərin layihələndirilməsi üçün zəruri biliklərə malikdir.

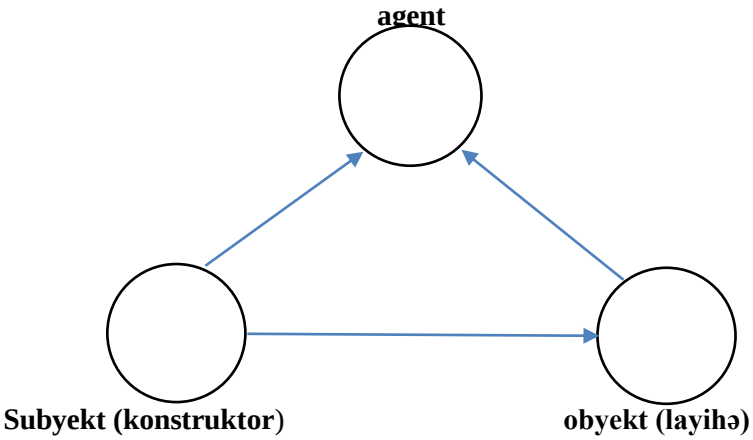
Mühit kimi E={e} çoxagentli ALS siniflərin nüsxələri çoxluğundan ibarət obyektin layihəsinin işlənməsidir.

ALS-in agentləri arasındakı R qarşılıqlı əlaqə çoxluğu agentlərin və obyeklərin xassələrinin idxal və ixrac qraflarının tilləri ilə təyin olunur.Qeyd olunduğu kimi, bu qarşılıqlı təsir şaquli və üfiqi xarakter daşıyır. Şaquli qarşılıqlı təsir ORG təşkilatı strukturlu ierarxiyaya malik bir-biri ilə əlaqəli agentlər arasında, üfiqi isə ierarxik əlaqələnməyən agentlər arasında yerinə yetirilir.

Çoxagentli ALS-də ORG təşkilatı quruluş-ierarxik metasistemdir ki, VƏ/VƏ YA qrafi ilə modelləşdirilir.

EV evelyasion strategiyalar çoxluğu mümkün həllər çoxluğundan ən yaxşı həllərin axtarışı ilə əlaqəlidir. Bura da genetik alqoritmlərdən də istifadə edilə bilər.

Baxılan konsepsiyanın reallaşdırılması üçün zəruri metodiki əsas çoxagentli sistem nəzəriyyəsindən ibarətdir. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin problematikasına tətbiqə nəzərən bu nəzəriyyə spesfik xüsusiyyətlərə malikdir. Subyekt-obyekt yanaşması nöqteyi nəzərən ALS-də layihənin işlənməsi ilə məşğul olan mühəndis subyekt hesab olunur.Ənənəvi passiv ALS-lərdən istifadə edilərkən biz xətti subyekt-obyekt sxeminə malik oluruq. Bu sxemdə ALS alət kimi çıxış edir. ALS yaranana qədər konstruktor primitiv alət vasitələrindən istifadə edirdi[4].



Şəkil. *ALS-in agent kimi təyini.*

Çoxagentli ALS-dən istifadə etməklə subyekt-obyekt sxemində prinsipial dəyişikliklər əmələ gəldi: o xətti sxemdən üçbucaq formaya çevrildi. (şəkil) Bu zaman ALS passiv alətdən aktiv tərəfdaşa çevrilir: hansı ki, müəyyən olunmuş funksiyaları və tapşırıqları analiz edir və yerinə yetirir. Agent aktiv obyekt və ya metaobyekt hesab edilir ki, hansı ki, başqa obyektlərlə, məqsədə çatmaq üçün manipulyasiya etmək qabiliyyətinə malikdir. Bu süni fəaliyyətə insan nəzarət edir və istiqamətləndirir: Çoxagentli ALS-in ona verdiyi sualları cavablandırır, avtomatik generasiya olunmuş çertyojları analiz edir və layihəyə daxil olan obyektlərin zəruri halda parametrlərini dəyişdirir.Layihələndirmə prosesinin və əməliyyatlarının CAD mühitində avtomatlaşdırılması məqsədi ilə CASE vasitələrin tətbiqi ilə qurulan süni agentlərin baza xarakteristikalarına aşağıdakılar daxil edilməlidir: aktivlik, reaktivlik, avtonomluq, mübadiləlik, məqsədyönlülük [5].

Maşınqayırma ALS-ləri agent kimi komplekslər, yığım vahidləri, detallar və onların elementləri nöqteyi-nəzərdən fəaliyyət göstərə bilər. ALS-in agentlərinin aktivliyi iki kateqoriya məsələlərin həllərinin

zəruriliyi ilə əlaqəlidir: quruluşlu sintez və parametrik sintez. Quruluşlu sintez tabe olan obyektlərin quruluşunun seçilməsi, parametrik sintez isə məxsusi xassələrin qiymətlərinin generasiyası ilə bağlıdır. Nəticədə obyektlər sinfindən agent formasında təqdim olunan bir nüsxə generasiya olunur ki, o da layihəyə daxil edilir.

ALS agentlərinin reaktivliyi agentlər arasında dolayı və ya verilənlər bazası vasitəsilə informasiya mübadiləsi hesabına qeyd olunan məsələnin həllinin təmin edilməsidir.

ALS agentlərinin avtonomluğu müxtəlif növ hesabatlara görə bilik bazasını özündə saxlayan üsullara əsaslanır. Həmçinin üçölçülü obraz və cizgilərin generasiyasını təmin edən, parametrləşdirilmiş model formasında həndəsi və qrafik biliklər bu zaman əsas götürülür[6].

ALS agentlərinin mübadiləliyi şaquli və üfiqi istiqamətdə yerləşmiş agentlərlə əlaqələndirilir.Şaquli istiqamətdə tam-hissə ierarxiyasına görə verilənlərin mübadiləsi, üfiqi istiqamətə görə isə agent iearxiyasına görə bir-birinə tabe olmayan konstruktiv elementlər arasındakı mübadilə daxildir. ALS agentlərinin məqsədyönlülüyü sifarişçinin texniki tələblərini ödəyən layihənin reallaşdırılması zəruriliyini təmin edir. Bu zaman layihəcinin şərtləri nəzərə alınır. İstənilən agent, hər hansı mühitdə yerləşdirilmiş açıq sistemdən ibarətdir.

ALS-in agent kimi xassələri üç müxtəlif kateqoriyalı xassələrə aid ola bilər: Xaric olunan, daxil olan və daxili xassələr. Xaric olunan xassələr ALS agentinin reseptorudur, hansı ki, onun qəbul olunmasını formalaşdırır. Daxil olan xassələr, layihələndirmə vəziyyətində, funksiyaları mühitdə təsir göstərməkdən ibarət olan effektorlardan ibarətdir.

ALS agentinin bütün üç kateqoriyadan olan xassələri agentin cari vəziyyətini özündə saxlayan yaddaşı formalaşdırır.

Qeyd etmək lazımdır ki, baxılan yanaşma üzrə layihələndirmə prosesində layihəçinin və ya konstruktorun CAD mühitində həll etdiyi məsələlərə aşağıdakılar daxildir:

1. Anlayışlar lügətini, funksional asılılıq katoloqunun və onların quruluşunun təsvirini özündə saxlayan anlayışlar modeli ilə tanışlıq
2. Hazır layihə ssenarilərinin seçilməsi və ya istifadəçinin tələbi ilə yeni ssenarilərin təşkili.
3. Dialoq sahələrinin doldurulması və redaktəsi.
4. Cədvəllərlə dialoqda və proqramla iş.
5. Qrafik təsvirlərlə iş.
6. Mühəndis hesabatları.
7. Alınmış nəticələrin analizi.
8. Aralıq nəticələrin saxlanması
9. Sənədləri surətinin alınması.

Yuxarıda sadalanan məsələlərin CAD mühitində həlli nəticəsində həll olunan məsələlərin əhatə dairəsi genişlənir, normativ sorğu məlumatlarının qrafik verilənlər və biliklər bazası təşkil edilir.

Ədəbiyyat

1. Гусейнов А.Г., Талыбов Н.Г. Разработка системной модели технического объекта при концептуальном проектировании. Нефтегазовое дело. 2017. Т. 15, № 2. –С. 1–4.
2. Гусейнов А.Г., Салимова М.Р. Агентно-ориентированный подход к проектированию гибких производственных систем .. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2022, №4. С.35.41. . https://doi/org/10.241432072-905022022-4-35-4.
3. C.F.Mammadov, A.H.Huseynov, Y.M.Hasanov, M.R.Salimova. Algorithmic and mathematical support for topology research of the corporative networks. Advanced Mathematical Models & Applications. Vol. 7, No 1, 2022, pp. 85-92.
4. Гусейнов А.Г., Талыбов Н.Г., Гусейнова А.С., Эйюбов К.К. Разработка концептуальной модели технологического процесса определения веса трубы на поточной линии на ранних этапах проектирования // Нефтегазовое дело. 2021. Т.19, №5. С. 183-195. https://doi.org/10.17122/ngdelo-2021-5-183-195.
5. Mustafayev V.A. ,Mammadov J.F. Design and simulation of interactive dynamical process with using the coloured Petri net. Journal of Harminized Research in Engineering 3(2),2017, p.72-77 .
6. Мустафаев В.А., Гусейнзаде Ш.С, Джафарова Ш.М. Анализ продукционных моделей динамических взаимодействующих процессов с применением модифиц-ированных нечетких сетей Петри. Вестник компьютерных и информационных технологий, Москва, 2017, №2(146), ISSN 1810-7206.стр.21-25.DOI: 10.14489/vkit.2017.02.pp.021-025

РЕЗЮМЕ
ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СРЕДЕ CAD.
Гусейнов А.Г., Джавадова С.Р.

Ключевые слова: *САПР, многоагентная система, проектирование, искусственный интеллект, интеллектуальное проектирование.*

В работе рассматривается применение инструментов искусственного интеллекта к среде CAD с целью повышения интеллекта автоматизированных процессов и операций проектирования. В качестве инструмента искусственного интеллекта выбрана мультиагентная технология, изучены вопросы создания мультиагентных систем в среде CAD. Мультиагентные системы моделируются путем определения их компонентов. Определены особенности теории многоагентных систем с учетом применения задач систем автоматизированного проектирования. Определены основные свойства агентов системы автоматизированного проектирования и рассмотрен процесс их формирования.

SUMMARY
APPROACH TO THE ORGANIZATION OF AN INTELLIGENT AUTOMATED DESIGN SYSTEM IN THE CAD ENVIRONMENT
Huseynov A.H.. Javadova S.R.

Keywords*: CAD, multi-agent system, design, artificial intelligence, intelligent design*

The paper considers the application of artificial intelligence tools to the CAD environment in order to increase the intelligence of automated processes and design operations. Multi-agent technology was chosen as an artificial intelligence tool, the issues of creating multi-agent systems in the CAD environment were studied. Multi-agent systems are modeled by defining their components. The features of the theory of multi-agent systems are determined taking into account the application of problems of computer-aided design systems. The main properties of the agents of the computer-aided design system are determined and the process of their formation is considered.

VERİLƏNLƏRİ İNTERVALLAR OLAN NƏQLİYYAT MƏSƏLƏSİNİN RİYAZİ MODELİ VƏ BİR HƏLL ÜSULU

Hüseynov S.Y., Məmmədova A.H., Baxşəliyeva İ.İ.
İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
saqif.huseynov@gmail.com, ayla79a@gmail.com,bakhshaliyeva.irada@gmail.com

Açar sözlər: *İntervallar şəklində verilən əmsallar, obyektlər, suboptimist həll, subpessimist həll.*

Bu məqalədə müəyyən sayda obyektlərə, onların tələbatlarına uyğun olaraq malların daşınması məsələsinə baxılmışdır. Bu məsələnin riyazi modeli işlənmiş və əmsallara intervallar şəklində baxılmışdır. Məsələnin bir təqribi həll üsulu işlənmişdir.

İqtisadiyyatda qarşıya çıxan əhəmiyyətli məsələlərdən biri də məlum nəqliyyat məsələsidir. Bu məsələnin riyazi modelindəki ilkin verilənlər aşağıdakı mənaları daşıyırlar.

Qəbul edək ki, m sayda anbardan n sayda obyektə eyni növ mallar daşınmalıdır və $i-$ci $(i=\overline{1,m})$ anbardakı malın miqdarını $a_i(i=\overline{1,m})$, bu malın bir vahidinin $j-$ci $(j=\overline{1,n})$ obyektə daşınma xərcini c_{ij} $(i=\overline{1,m}, j=\overline{1,n})$ və $j-$ci obyektin bu mallara olan tələbatını b_j $(j=\overline{1,n})$ ilə işarə edək. Burada x_{ij} $(i=\overline{1,m}, j=\overline{1,n})$ ilə $i-$ci $(i=\overline{1,m})$ anbardan $j-$ci $(j=\overline{1,n})$ obyektə daşınan malların miqdarını göstərir və məchul kəmiyyətlərdir.

Məsələ belə qoyulur ki, anbardakı malları obyektlərə elə miqdarda daşımalı ki, anbarda mal qalmasın, hər bir obyektə onun tələb etdiyi qədər mal verilsin və bu zaman ümumi daşınma xərci minimal olsun. Onda baxılan məsələnin riyazi modeli aşağıdakı kimidir.

Bunları nəzərə alaraq məlum nəqliyyat məsələsinin riyazi modelini aşağıdakı kimi yaza bilərik.

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}\,x_{ij} \to \min\,, \tag{1}$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i \quad (i=\overline{1,m})\,, \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j \quad (j=\overline{1,n})\,, \tag{3}$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = \overline{1,m}\ , j = \overline{1,n}\ ). \tag{4}$$

Qeyd edək ki, (1)-(4) məsələsində c_{ij} ($j = \overline{1,n}$) – daşınma xərclərinin, a_i ($i = \overline{1,m}$) $i-$ci ($i = \overline{1,m}$) anbardakı malın miqdarının və b_j ($j = \overline{1,n}$) $j-$ci obyektin bu mallara olan tələbatının qeyd olunmuş sabit ədədlər kimi verilməsi, baxılan prosesi adekvat (ekvivalent) təsvir etməyə də bilər. Çünki, müəyyən plan dövrü ərzində anbardakı malların miqdarı, obyektə daşınma xərci və sifarişçinin tələb etdiyi malların miqdarı konkret miqdarda olmaya da bilər. Ona görə də, müasir bazar iqtisadiyyatı şəraitində bu ədədlərin müəyyən intervallar daxilində dəyişilməsinə imkan verməklə, daha real riyazi model alarıq. Belə bir model növbəti bənddə yazılmış və onun müəyyən həll üsulu işlənmişdir.

$$\sum_{j=1}^{n} [\underline{c}_{ij}, \overline{c}_{ij}] x_j \to min\ , \tag{5}$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_j = [\underline{a}_i, \overline{a}_i]\ \ , \tag{6}$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = [\underline{b}_j, \overline{b}_j]\ \ \ (j = \overline{1,n})\ \ , \tag{7}$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = \overline{1,m}\ , j = \overline{1,n}\ )\ \ . \tag{8}$$

Biz bu işdə (5)-(8) məsələsinin suboptimist və subpessimist həllərini qurmağa imkan verən bir üsul işləmişik. Bu tip məsələyə [1] işində baxılmışdır.Üsulun mahiyyəti aşağıdakından ibarətdir. Tutaq ki, müəyyən j nömrəli obyekt malların daşınması üçün seçilməlidir. Onda $[\underline{c}_{ij}, \overline{c}_{ij}]$intervalındakı hər hansı tam ədəd qədər daşınma xərci çəkilməlidir. Bu zaman tələb olunan malların miqdarı $[\underline{b}_j, \overline{b}_j]$ intervalında yerləşən tam ədəd qədər olar. Aydındır ki, vahid malın miqdarına düşən daçınma xərci $([\underline{c}_{ij}, \overline{c}_{ij}]/[\underline{b}_j, \overline{b}_j])$ qədər olmalıdır. Təbii olaraq elə j_* nömrəli obyekt seçilməlidir ki, $([\underline{c}_{ij}, \overline{c}_{ij}]/[\underline{b}_j, \overline{b}_j])$ nisbəti j_* nömrəsi üçün minimal olsun.Onda $A := \{1,2, \dots, n\}$ qəbul etməklə aşağıdakı kriteriyanı alırıq:

$$j_* = arg \max_{j \in A} ([\underline{c}_{ij}, \overline{c}_{ij}]/[\underline{b}_j, \overline{b}_j]) = \underline{c}_{ij_*}/\overline{b}_{j_*}\ \ . \tag{9}$$

Bu proses $A = \emptyset$ olana qədər davam etdirilir. Nəticədə ilk $X^{so} = (x_1^{so}, x_2^{so}, \dots, x_n^{so})$ suboptimist həllini və funksiyanın uyğun olaraq

$$f^{so} = \sum_{j=1}^{n} \underline{c}_{ij}\, x_j^{so}$$

suboptimist qiymətini alırıq.

Uyğun subpessimist həll də analoji olaraq qurulur.

Ədəbiyyat

1. Məmmədov K.Ş., Hüseynov S.Y., Məmmədova A.H. Əmsalları intervallar olan çanta məsələsində suboptimist və subpessimist həll anlayışları və onların qurulması üsulları // AMEA-nin " Xəbərlər" jurnalı, 2013, N6,s.125-131.
2. Məmmədova A.H. Verilənləri intervallar olan tamədədli proqramlaşdırma məsələsinin suboptimist və subpessimist həllərinin qurulması üçün bir həll üsulu // AMEA-nın "Xəbərlər"jurnalı, N3, 2017,s-31-39.

РЕЗЮМЕ
ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ РЕШЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ, ДАННЫЕ КОТОРЫХ ОПРЕДЕЛЕНЫ В ИНТЕРВАЛАХ
Гусейнов С.Я., Мамедова А.Г., Бахшалиева И.И.

Ключевые слова: *коэффициенты заданы в виде интервалов, объекты, субоптимистическое решение, субпессимистическое решение.*

В данной статье был рассмотрен вопрос перевозки грузов на определенное количество объектов соотвественно их потребности. Была разработана математическая модель этой задачи, а коэффициенты представлены в виде интервалов. Разработан приближенный метод решения задачи.

SUMMARY
ABOUT ONE SOLUTION METHOD MATHEMATICAL MODEL OF TRANSPORT PROBLEM, DATA OF WHICH ARE DEFINED IN INTERVALS
Huseynov S.Y., Mamedova A.G., Bakhshalieva I.I.

Keywords: *Coefficients given in the form of intervals, objects, sub optimistic solution, subpessimistic solution.*

In this article, the issue of transporting goods to a certain number of objects and their needs was considered. The mathematical model of this problem was worked out and the coefficients were viewed in the form of intervals. An approximate solution method of the problem has been developed.

ÇEVİK İSTEHSAL SİSTEMİNİN MEXATRON QURĞULARININ AVTOMATİK İDARƏ EDİLMƏSİNİN PROQRAM TƏMİNATININ STRUKTURU

Hüseynzadə Ş.S., Nəsirova E.Ə.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
shahla.huseynzade@gmail.com, elmira12.02.63@gmail.com

Açar sözlər: *sistemotexniki layıhələndirmə, verilənlər bazası, çevik istehsal sistemi, idarəetmə sistemləri, idarəetmənin imitasiyası*

İşdə mürəkkəb xarakterli, çoxsaylı informasiya-ölçmə, idarəetmə və tənzimləmə əlaqələrindən ibarət mexaniki emal çevik istehsal sisteminin etibarlı, məhsuldar və səmərəli idarəetmə sisteminin qurulması üçün sistemotexniki layıhələndirmənin alqoritmik prototipi əsasında ümumi proqram təminatının işlənməsi, onun əsasında eksperimenlər aparılması, nəticələr əsasında sazlamaların yerinə yetirilməsi, prosesə müxtəlif səviyyələr üzrə nəzarətə giriş hüquqlarının müəyyəşdirilməsi məsələlərinin konkret tədqiqat obyektində realizəsini təmin edən ümumiləşdirilmiş proqram təminatının quruluşu təklif edilmişdir.

Mürəkkəb xarakterli, çoxsaylı informasiya-ölçmə, idarəetmə və tənzimləmə əlaqələrindən ibarət mexaniki emal çevik istehsal sisteminin (ÇİS) etibarlı, məhsuldar və səmərəli idarəetmə sisteminin qurulması üçün sistemotexniki layıhələndirmənin alqoritmik prototipi əsasında ümumi proqram təminatının işlənməsi, onun əsasında eksperimenlər aparılması, nəticələr əsasında sazlamaların yerinə yetirilməsi, prosesə müxtəlif səviyyələr üzrə nəzarətə giriş hüquqlarının müəyyəşdirilməsi elmi cəhətdən vacib məsələlərdən biri hesab olunur [1]. ÇİS-in idarəemə sisteminin layihələndirilməsi prosesində onun kompanovka sxeminin struktrr layihələndirilməsi, səviyyələrə ayrılan avtomatlaşdırma sxeminin vizuallaşdırılması, ayrı-ayrı səviyyələrdə informasiya-ölçmə, idarəetmə və nəzarət sisteminin elementlərinin verilənlər bazasının idarəetmə sistemi (VBİS), idarəetmə funksiyalarının qarşılıqlı əlaqələrinin planlaşdırılması və imitasiyası, sənaye şəbəkəsinə inteqrasiyası məsələlərinin həlli tələb olunduğuna görə, konkret tədqiqat obyektinin timsalında yuxarıda qeyd olunan məsələlərin realizəsini təmin edən ümumiləşdirilmiş proqram təminatının quruluşu təklif edilmişdir (Şəkil).

ÇİS-in idarəemə sisteminin işlənməsinin ümumiləşdirilmiş proqram təminatının quruluşuna əsasən layihələndirmə prosesi onun proqram interfeysi ilə tənzimlənir (proqram bloku 1). Mərhələli şəkildə yerinə yetirilən layihələndirmə proseduraları özündə ÇİS-in aktiv elementlərinin seçilməsi, istehsalat sahəsinin texnoloji ardıcıllığına görə həmin elementlərin (müxtəlif səpgili mexaniki emal dəzgahları, asma kran-manipulyatorlar, nəqletmə vasitələri, xammalın və hazır məhsulların saxlanılması qurğuları) kompanovka edilməsi və onların animasiya edilməsi iki və üçölçülü koordinatlı kompüter qrafika sisteminin proqram rejimində (proqram bloku 2) vasitəsi ilə həyata keçirilir. ÇİS-in aktiv elementlərinin kompanovka edilməsi cizgilərlə, inşaat hesabatları ilə və 3-ölçülü koordinat sistemində animasiya etməklə, analiz edilir [2]. Kompanovka ölçüləri, təhlükəsizlik işçi zonalar və hərəkət marşrutları yoxlanıldıqdan sonra, layihə proqramın işçi sahəsinə yerləşdirilir (proqram bloku 3) və yaddaşda saxlanılır.

ÇİS-in idarəetmə sisteminin işlənməsi mərhələsində (proqram bloku 4) VBİS-nə müraciət edilir. 1-ci proqram blokunun işçi sahəsində tədqiqat obyektinin ÇİS-in 2 və 3-ölçülü cizgiləri yerləşdirilir (proqram bloku 3). VBİS-dən ÇİS-in hər bir aktiv elementinə informasiya-ölçmə elementləri, onların tənzimləmə vasitələri, istehsalatın ümumi proqramlaşdırılan məntiqi kontrolleri, icra mexanizmləri, onların komunikasiya xətləri seçilir və ÇİS-in ilkin variantda avtomatlaşdırma sxemi qurulur.

Şəkil. *ÇİS-in idarəemə sisteminin layihələndirilməsinin ümumi strukturu*

5-ci proqram blokunda proqramlaşdırılan məntiqi kontrollerin ZelioSoft vizuallaşdırma proqramı ilə kran-manipulyatorun planlaşdırılan trayektoriya keçidlərinə uyğun imlikativ əmrlərlə proqram təminatı qurulur, testləşdirilir və 1-ci proqram blokunun işçi sahəsinə (3-cü proqram bloku) interfeys olunur.

ÇİS-in idarəetmə proqramının etibarlığını, dürüstlüyünü və məhsuldarlığını yoxlamaq üçün imitasiya proqramı aktivləşdirilir (6-cı proqram bloku) [3]. Bu zaman Petri şəbəkəsinin proqram sistemi işə düşərək, idarəetmə prosesinin keçidləri, yerinə yetirilmə müddətinə və prosedur növlərinə əsaslanan və işçi sahədə yerləşdirilən idarəetmə proqramı 3-cü proqram blokundan 6-cı proqram blokuna köçürülür və imitasiya prosesi həyata keçirilir. Tədqiqat obyektinin idarəetmə prosesinin imitasiyası (6-cı proqram bloku) nəticəsində idarəetmə sisteminin layihələndirilməsinə qoyulan tələbatların təmin olunmasına qədər analiz olunur. Əgər ÇİS-in idarəetmə sisteminin fəaliyyətinin etibarlığı, təhlükəsizliyi, yüksək məhsuldarlığı təmin olunarsa, onda tədqiqat obyektinin idarəetmə prosesinin sənaye şəbəkəsinə qoşulması və SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – dispetçer idarəetməsi və veilənlərin yığılması) ilə nəzarəti 7-ci proqram blokunda həyata keçirilir. Bu blokun əsas məqsədi emal prosesinə nəzarət edilməsi məqsədi ilə bu proses haqqında tam məlumat verməkvə ona təsir etmək üçün lazımi vasitələr təklif etməkdir: Sensorlardan verilənlərin toplanması və operatora uyğun formada təqdim edilməsi, zamanla parametrlərin dəyişməsi; İcra mexanizmlərinin məsafədən idarə edilməsi; Avtomatik idarəetməyə müvafiq tapşırıqların daxil edilməsi və idarəetmə alqoritmlərinin həyata keçirilməsi; Operativ vəziyyət barədə operatora məlumat verilməsi; Prosesin gedişi və məhsulun işlənməsi haqqında hesabatın formalaşdırılması. Bu blokdan təkcə prosesə nəzarətin səmərəliliyi, təhlükəsizliyi deyil, həmçinin, prosesə müxtəlif səviyyələr üzrə nəzarətə giriş hüquqlarının müəyyəşdirilməsi asılıdır.

Müasir dövrdə proseslərə nəzarət sistemləri və müəssisə idarəetmə sistemlərinin inteqrasiyası tendensiyası ilə daha yüksək səviyyəli sistemlərdən istifadə edilməsinə ehtiyac artır.

Ədəbiyyat

1. НТЦ ЭНЕРГО-РЕСУРС, Автоматизированные системы диспетчерского и технологического управления. https://en-res.ru/stati/scada.html
2. Əhmədova S.M. İmitasiya modelləşdirilməsi alqoritminin işlənməsi və onun çevik istehsal sisteminin tədqiqinə tətbiqi// SDU-nun Elmi xəbərləri, texniki elmlər bölməsi, №2, -2019, -s. 64-71
3. Гусейнзаде, Ш.С., Насирова Э.А. Создание структурных элементов сети Петри имитирующей конечного автомата. //Материалы международной научной конференции «Теоретические и прикладные проблемы математики». Сумгаит, -25-26 мая, -2017, -с. 215-216.

РЕЗЮМЕ

СТРУКТУРА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕХАТРОННЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ

Гусейнзаде Ш.С., Насирова Е.А.

Ключевые слова: *системный инженерный дизайн, база данных, гибкая производственная система, системы управления, имитационное моделирование.*

С целью построения надежной, производительной и эффективной системы управления механообрабатывающей гибкой производственной системой комплексного характера, состоящей из многочисленных информационно-измерительных, управляющих и регулирующих связей, разработано общее программное обеспечение на основе алгоритмического прототипа системы. технический проект, проведение на его основе экспериментов и корректировок по результатам предлагается структура обобщенного программного обеспечения.

SUMMARY

STRUCTURE OF SOFTWARE FOR AUTOMATIC CONTROL OF MECHATRONIC DEVICES OF THE FLEXIBLE PRODUCTION SYSTEM

Huseynzadeh Sh.S., Nasirova E.A.

Keywords: *system engineering design, database, flexible production system, management systems, management simulation.*

In order to build a reliable, productive and efficient management system of a mechanical processing flexible production system of a complex nature, consisting of numerous information-measurement, control and regulation relationships, development of general software based on the algorithmic prototype of system engineering design, conducting experiments based on it, and instead of adjustments based on the results the structure of the generalized software, which ensures the implementation of the issues of control access rights at different levels to the process in a specific research object, is proposed.

SU SƏRFİYYATININ ZAMANLA DƏYİŞMƏSİNİN QEYRİ-SƏLİS TƏBİƏTİNƏ UYĞUN OLARAQ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Hüseynzadə Ş.S., Tağıyeva A.D.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

shahla.huseynzade@gmail.com, aygun.tagiyeva.68@mail.ru

Açar sözlər: *qeyri-səlis informasiya, universum, mənsubiyyət funksiyaları, linqvistik dəyişən, termlər*

İşdə sərfiyyat rejimlərinə uyğun olaraq su təchizatının daha dəqiq və axınlı tənzimlənməsi üçün zamana görə su istehlakının həcminin təyin edilməsi məsələsinə baxılmışdır. Suyun nəqli avadanlığının prosesə davamlı olaraq adaptasiyasını təmin etmək üçün su sərfiyyatının zamanla dəyişməsinin qeyri-səlis təbiətinə uyğun olaraq qiymətləndirilməsi yerinə yetirilmişdir. MATLAB proqram paketinin məntiqi abstraksiyaları özünə birləşdirən Fuzzy Toolbox tətbiqindən istifadə edərək bu platformada su sərfiyyatının qeyri-səlis idarəetmə modelləşdirməsində istifadə olunması məqsədi ilə qiymətləndirilməsi təqdim edilmişdir.

Hazırda bir çox istehsal müəssisələri avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərindən fəal şəkildə istifadə edir. Mürəkkəb dinamik sistemlərin idarə edilməsi və monitorinqi əsasən daxil olan informasiyaların qeyri-səlis xarakteri və onların əsasında verilən qərarların qeyri-müəyyənliyi şəraitində həyata keçirilir. Qeyri-müəyyənlikləri təsvir etmək üçün verilənlərin keyfiyyət xüsusiyyətlərindən və linqvistik dəyişənlərdən istifadə edən qeyri-səlis məntiq metodlarından istifadə olunur.

Sərfiyyat rejimlərinə uyğun olaraq yüklər su təchizatının daha dəqiq və rəvan tənzimlənməsində zamana görə həcmin təyin edilməsi ən mühüm vəzifələrdən biridir. Su sərfiyyatının zamanla dəyişməsinin qeyri-səlis təbiətinə uyğun olaraq, onun nəqli avadanlıqları davamlı olaraq tənzimlənməlidir. MATLAB proqram paketinin məntiqi abstraksiyalarını özündə birləşdirən Fuzzy Toolbox tətbiqindən istifadə edərək bu

platformada su sərfiyyatının qeyri-səlis idarəetmə modelləşdirməsində istifadə olunması məqsədi ilə qiymətləndirilməsi reallaşdırılır. Qarşıya qoyulan problemin həllinin ilkin mərhələsi qeyri-səlis "su sərfiyyatı" parametrinin universumunun formalaşmasından ibarətdir. Hidrodinamikada hər bir nöqtəsində maye axınını təsvir etmək üçün əsasən xüsusi törəməli differensial tənliklər sistemindən (əsasən Navye-Stoks tənliklərindən) istifadə olunur [1]. Lakin axının hər bir fəza nöqtəsinin hesablanması yüksək mürəkkəbliyə görə mümkün deyil, mövcud analitik texnika məşhur problemi həll etmək üçün kifayət deyil. Bu problemi həll etmək üçün ümumi şəkildə təqribi üsullardan istifadə olunur (məsələn günlük pilləli qrafikin qurulması). Yuxarıda qeyd olunan aspektləri nəzərə alaraq, Azərbaycanda hər on min şərti əhaliyə 74 l/s su sərfi hesabı ilə (statistik məlumatlara əsasən) EN 752 beynəlxalq standartına uyğun xarakteristik əmsalla MATLAB sistemində qurulmuş pilləli qrafik əsasında "su sərfiyyatı" qeyri-səlis parametrinin universumu təyin edilmişdir.

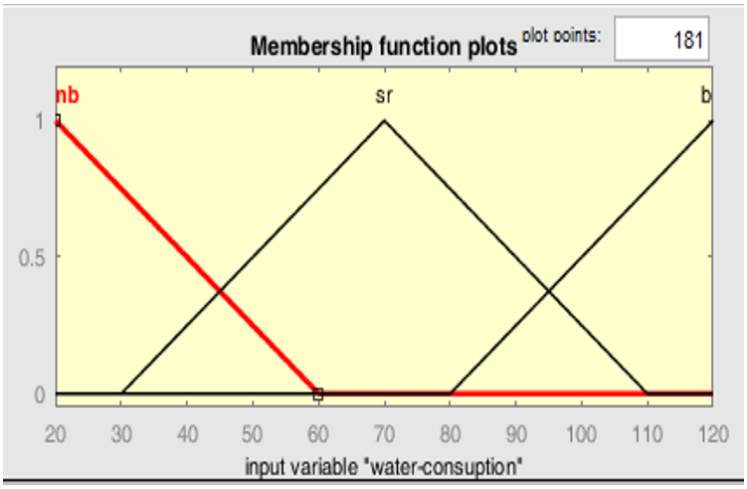
"Su sərfiyyati" (water consumption) linqvistik dəyisəni $X_{ss} = (20,120)$ (l/san) çoxluğunda (universumda) müəyyən edilir və bir termlər çoxluğuna malikdir [2]:

$$T_{su\ sərfiyyati}=\{böyük\ deyil,\ ortadır,\ böyükdür\}$$

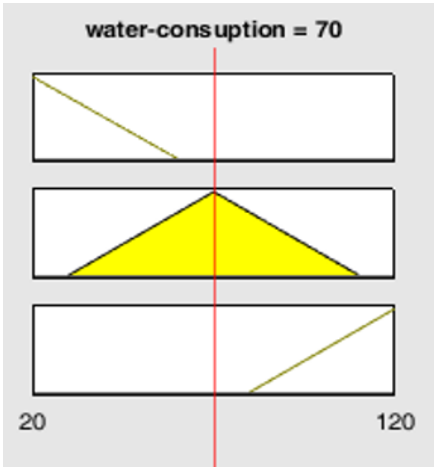
$T_{su\ sərfiyyati}$ termlər çoxluğunun qiymətlərinə uyğun olaraq qrafik şəkildə qurulmuş mənsubiyyət funksiyaları "nb", "sr", "b" kimi adlandırılmışdır (şəkil 1) [3].

Şəkil 1-dən görünür ki, "Su sərfiyyatı" linqvistik dəyişəni üçün X_{ss} universumunda termlərin qiymətlərinə uyğun olaraq üç qeyri-səlis çoxluq qurulmuşdur:

$$\tilde{A}_1 = (20,\ 60); \tilde{A}_2 = (30,\ 110); \tilde{A}_3 = (80,\ 120)$$



Şəkil 1. *"Su sərfiyyati" (water consumption) linqvistik dəyisəninin mənsubiyyət* funksiyalarının qrafik təsviri



Şəkil 2. *"Su sərfiyyati" (water consumption) linqvistik dəyisəninin mənsubiyyət* funksiyalarının *qiymətləndirilməsinin vizuallaşdırılması*

"Su sərfiyyati" (water consumption) linqvistik dəyisəninin mənsubiyyət funksiyalarının qiymətləndirilməsinin eksperimentləri aparılmış, nəticələrin vizuallaşdırılması yerinə yetirilmişdir (şəkil 1).

Dinamik sistemlərin intellektual avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri (IACS) süni intellekt metodlarına əsaslanan riyazi, alqoritmik və proqram təminatından istifadə etməklə hazırlanır. Bu baxımdan təqdim edilən iş praktik əhəmiyyətə malikdir, idarəetmə sistemlərinin adaptasiya qabiliyyətini artırır, daha qənaətcil su sərfiyyatını və enerji istehlakını təmin edir, həmçinin ətraf mühitə təhlükəli təsir göstərən zərərli tullantıları azaltmaqla təbiətin mühafizəsi üçün beynəlxalq və milli tədbirləri dəstəkləyir.

Ədəbiyyat

1. Frank M. W. Fluid Mechanics. New York: McGraw Hill, 2011. 885 p.
2. Leonenkov A.V. Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzy TECh (Fuzzy modeling in MATLAB and fuzzy TECH). SPb.: BHV-Peterburg, 2005. 736 p.

3. Huseynzade Sh.S., Dadashova I.B. Approach to the fuzzy model development for a pump unit control system on bases of Petri nets // Proceedings of the 8th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications (COIA-2022), 24-26 August, 2022, Baku, Azerbaijan, p. 219-221

РЕЗЮМЕ

ОЦЕНКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ВОДЫ ВО ВРЕМЕНИ В СООТВЕТСТВИИ С НЕЧЕТКИМ ПЕРИОДОМ

Гусейнзаде Ш.С., Тагиева А.Д.

Ключевые слова: *нечеткая информация, универсум, функции принадлежности, лингвистические переменные, термы.*

В данной работе рассмотрен вопрос определения объема водопотребления по времени для более точного и плавного регулирования подачи воды в соответствии с режимами водопотребления. Для обеспечения непрерывной адаптации водопроводного оборудования к технологическому процессу была проведена оценка по нечеткому характеру изменения расхода воды по времени. С помощью приложения Fuzzy Toolbox пакета программ MATLAB, которое интегрирует в себя логические абстракции, представлена нечеткое оценивание водопотребления.

SUMMARY

EVALUATION OF WATER CONSUMPTION OVER TIME IN ACCORDANCE WITH THE FUZZY NATURE

Huseynzadeh Sh.S., Taghiyeva A.D.

Keywords: *fuzzy information, universe, membership functions, linguistic variables, terms.*

In this work, the issue of determining the volume of water consumption by time for more accurate and fluid regulation of water supply in accordance with consumption modes was considered. In order to ensure continuous adaptation of the water handling equipment to the process, an assessment was performed according to the fuzzy nature of the change of water consumption over time. Using the Fuzzy Toolbox application of the MATLAB software package, which integrates logical abstractions into itself, an assessment of water consumption in fuzzy control modeling is presented.

MÜƏSİSƏNİN İDARƏETMƏ SİSTEMİNDƏ SƏNƏD DÖVRİYYƏSİNİN SƏMƏRƏLİLİYİNİN ARTIRLMASI MƏSƏLƏSİ

İsgəndərov Ə.Ə., Kərimova X.F.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

elesger_54@mail.ru

Açar sözlər: *Avtomatlaşdırılmış idarəetmə, informasiya təminatı, sənəd dövriyyəsi, vaciblik əmsalı, təkrarlanmamaq əmsalı, optimallaşdırma, riyazi proqramlaşdırma.*

Giriş. Kənd təsərrüfatı, sənaye, xidmət və digər sahələrin idarə edilməsi onların informasiya sistemlərindən, xüsusən onlarda dövr edən sənədlər və digər məlumatlardan çox asılıdır. Müəsisənin informasiya təminatı ilkin mənbələrdən götürülən (*ilkin*), başqa müəsisə və təşkilatlardan gələn (*daxil olan*) və başqa müəsisələrə və təikilatlara göndərilən (*xaric olan*) informasiyalar əsasında fəaliyyət göstərir. Bu informasiyalar əvvəlcədən müəyyən edılmiş marşrutlar üzrə müəsisələrin poçt işçiləri tərəfindən bilavasitə, telefomla, teleqrafla və ya elektron əlaqə (inrernet) vasitəsi ilə hərəkət edir. İnterneti olmayan müəsisələrin belə informasiya əlaqəsi *sənəd dövriyyəsi*, internetlə yerinə yetirilən informasiya əlaqəsi isə *elektron sənəd dövriyyəsi* adlanır. Hər bir informasiya növü özündə müəyyən sayda göstəricilər daşıyır.

Elmi ədəbiyyatda sənəd dövriyyəsi və elektron sənəd dövriyyəsi barədə çoxlu məlumatlar vardır. Məsələn [1]-də göstərilir ki, sənədlərin daxil olduğu və tərtib edildiyi vaxtdan icrasının tamamlaşdırılması və göndərilməsinə qədər hərəkətinə *sənəd dövriyyəsi* və ya kargüzarlıq deyilir. Kargüzarlıq xidməti üzrə bütün əməliyyatların dəqiqliyi müəssisə və təşkilatlarda sənəd dövriyyəsinin düzgün təşkilindən asılıdır. [2]-də göstərilir ki, Dövlət Statistika Komitəsinin "Elektron Sənəd Dövriyyəsi" sistemi yalnız stemin imkanlarından istifadəçi kimi bəhrələnməyə imkan verir. Elektron sənəd dövriyyəsi sistemi 2013-cü il iyulun 1-dən fəaliyyət göstərir. [3]-də elektron sənəd dövriyyəsinin müxtəlif sistemlərinin yaradılması qaydaları verilmiş, müasir informasiya-texnoloji layihələrin elmi-metodiki təminatı və praktiki realizasiyası haqqında məlumat verilmişdir.

Yuxarıda göstərilən və mövzuya aid olan digər işlərdə müəsisələrin sənəd dövriyyəsi və elektron sənəd dövriyyəsi haqqında əsas məsələlər nəzərdən keçirilir, onların təkmilləşdirilmə yolları araşdırılır. Amma bu zaman sənədlərin kəmiyyət göstəriciləri nəzərə alınmır.

Bu işdə müəlliflər tərəfindən müəsisənin sənədlərinin kəmiyyət göstəriciləri tədqiq olunur və sənəd dövriyyəsinin təkmilləşdirilməsi məsələsinə baxılır. Sənəd dövrilləsinin təkmilləşdirilməsində əsas məqsəd

sənədlərin tərtibi qaydalarının sadələşdirilməsi və onların əvvəlcədən müəyyən edilmiş marşrutlarla hərəkətinin asanlaşdırılmasıdır.

Sənədlərin tərtib olunmsını sadələşdirmək üçün onun tərkibində olan göstəricilərin sayını azaltmaq və bu göctəricilərin müxtəlif sənədlərdə təkrarlanmalarını aradan qaldırm lazımdır. Nəticədə müəsisənin sənəd dövriyyəsinə çəkilən əmək sərfi azala bilər.

Müəsisənin sənəd dövriyyəsinin strukturunun optimallaşdırılması məsələsinin qoyuluşu

Fərz edək ki, hər hansı müəsisənin idarəetmə sisteminin sənəd dövriyyəsi sisteminin optimal strukturunun təyin edilməsi tələb olunur. Optımallaşdırma kriterisi kimi sənədlərdə daşınan göstərıcılərin ümumi sayinin və onların müxtəlf sənədlərdə təkrarlanmaları sayının azaldılması tələb olunur.

Tutaq ki, yeni yaradılan müəsisənin informasiya sistemində N sayda sənəd olması nəzərdə tutulur və hər bir n-ci ($n=\overline{1,\ N}$) sənədin tərkibində M_n sayda göstərici olmalıdır. Göstəricilərin sıra nömrəsini m ilə işarə edək. Hər bir göstəricinin *vaciblik əmsalnı* - $c_{n,m}$ və onun başqa sənədlərdə *təkrarlanmama əmsalını* - $p_{n,m}$ ilə işarə edək. Bu əmsallar təcrübəli ekspertlər tərəfindən təyin edilir. Təkrarlanmama əmsalını $p_{n,m}=1/M_{n,m}$ kimi götürmək olar, burada $M_{n,m}$ həmin göstəricinin n-ci sənəddə nəzərdə tutulan sayıdır. Hər bir (n,m)-ci çöstəricinin *vaciblik xüsusiyyətini* - $x_{n,m}$ ilə işarə edək, beləki, əgər bu göstəricinin həmin sənəddə olması vacibdirsə, onda $x_{n,m}>0$, vacib deyilsə, onda $x_{n,m}=0$ götürülür. Göstəricinin *vaciblik və təkrarlanmama dərəcəsi* kimi $(c_{n,m}+p_{n,m})x_{n,m}$ ifadəsi hesab edilir.

Optimallaşdırma məsələsində məqsəd funksiyası kimi sistemdə nəzərdə tutulan bütün *vaciblik və təkrarlanmama* dərəcələrin ümumi cəmi götürülür:

$$F=\sum_{n=1}^{N}\sum_{m=1}^{Mn}(c_{n,m}+p_{n,m})x_{n,m} \qquad (1)$$

Beləliklə, müəsisənin sənəd dövriyyəsinin strukturunun optimallaşdırılması məsələsində $x_{n,m}, n=\overline{1,N}$, $m=\overline{1,M_n}$ parametrlərinin elə qiymətlərinin tapılması tələb olunur ki, (1) məqsəd funksiyası maksimum qiymət alsın, yəni

$$F\to\max \qquad (2)$$

və aşağıdakı məhdudiyyətlər ödənilsin:

-hər bir sənədin *vaciblik xüsusiyyətlərinin* cəmi yuxarıdan məhdud olsun

$$\sum_{m=1}^{M_n} x_{n,m}\le M_n,\quad n=\overline{1,N}\ ; \qquad (3)$$

-hər bir sənədin *vaciblik və təkrarlanmama dərəcələrinin* cəmi müəyyən minimal və maksimal qiymətlər arasında olsun

$$s_n^{\min}\le\sum_{m=1}^{M_n}(c_{n,m}+p_{n,m})\,x_{n,m}\le s_n^{\max},\quad n=\overline{1,N}\ ; \qquad (4)$$

-vaciblik xüsusiyyətlərinin qiymətləri mənfi olmasın

$$x_{n,m}\ge 0,\ n=\overline{1,N},\ m=\overline{1,I_n}\ . \qquad (5)$$

Burada M_n – n-ci sənəddə olan göstəricilərin ümmi sayı, $s_n^{\min}$ və $s_n^{\max}$ - n-ci sənədddə *vaciblik və təkrarlanmamaq dərəcələrinin* minimal və maksimal cəmləridir.

(2) - (5) məsələsinin qoyuluşunu sadələşdirərək bir indeksli varianta gətirmək üçün yeni k və K_n parametrlərini bu şəkildə daxil edək: $K_0=0$, $K_n=\sum_{k=1}^{n}M_k$, $j=K_{n-1}+m$, $m=\overline{1,M_n}$, $n=\overline{1,N}$. Bu işarələmələri nəzərə almaqla yeni dəyişənlər daxil edək $y_j=x_{n,m}$, $\alpha_j=c_{n,m}+p_{n,m}$, $j=\overline{1,K_N}$, $m=\overline{1,M_n}$, $n=\overline{1,N}$. Bu halda məsələnin qoyuluşu aşağıdakı kimi olar:

$$f=\sum_{k=1}^{K_N}\alpha_k\,y_k\to\max\ ; \qquad (6)$$

$$\sum_{k=K_{n-1}+1}^{K_n} y_k\le M_n,\quad n=\overline{1,N}\ ; \qquad (7)$$

$$s_n^{\min} \le \sum_{k=K_{n-1}+1}^{K_n} \alpha_k y_k \le s_n^{\max}, \quad n=\overline{1,N}; \tag{8}$$

$$y_k \ge 0, \ k=\overline{1,K} \ ; \tag{9}$$

(6) – (9) məsələsi bir indeksli parametrləri olan sadələçdirilmiş xətti proqramlaşdırma məsələsidir. Bu məsələnin həlli nəticəsində y_k parametrlərinin qiymətləri tapılır[4]. Sonra $x_{n,m}= y_k$, $k=\overline{1, K}$ əks əvəzləmələri ararmaqla bütün $x_{n,m}$-vaciblik xarakteristikalarının qiymətləri tapılır. Bu qiymətlərdən $x_{n,m}$=0 olanları atdıqdan sonra vaciblik parametrləri $x_{n,i}$>0 olan bütün optimal sənədlər müəyyən edilir.

Nəticə. Məsələnin qoyuluşundan görünür ki, sənədlərin tərkibində olan bütün vacib olmayan və təkrarlanan parametrlər həll zamanı aradan çıxır və sənəddə yalnız vacib və təkrarlanmayan parametrlər qalır. Bunun nəricəsində sənədlərin tərtb olunmasına çəkilən əmək sərfi azalır. Bu məsələni idarəetmə aparatının tərkibində çoxlu sayda sənədləri olan müəsisələrin işini asanlaşdırmaq və nəticədə onların idarəedilməsi üçün şəkilən xərcləri azaltmaq olar.

Ədəbiyyat

1. Musayev E. Kargüzarlığın təşkili. Bakı 2003
2. "Xalq" qəzeti, 14 mart 2019-cu il, № 59, Azərbaycan Respublikasının Qanunvericilik Toplusu, 2019-cu il, №3, maddə 418
3. Бобылева М.П. Управленческий документооборот. От бумажного к электронному. Вопросы теории и практики. М.: Термика, 2015, 386 с.
4. В.П.Дяконов. Матлаб. Полный самоучитель. М.: Издательство ДМК Пресс, 2012, 768 с.

РЕЗЮМЕ

ВОПРОС ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОКУМЕНТООБОРОТА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Искендеров А.А., Керимова Х.Ф.

Ключевые слова: *автоматизированное управление, предоставление информации, документооборот, коэффициент важности, коэффициент не повторения, оптимизация, математическое программирование.*

В этой работе рассматривается вопрос о проектировании оптимальной структуры документооборота, используемой в системе управления предприятием. В информационной системе предприятия обозначена задача оптимизации структуры исходной, входящей, хранимой и исходящей информации, алгоритма решения и правил решения. Включаются новые количества (показатели важности и не повторения), включенные в состав документов. Для составления этих количеств приводится информация о способах использования мнений экспертов-специалистов, знающих документооборот учреждений.

SUMMARY

THE ISSUE OF INCREASING THE EFFICIENCY OF DOCUMENT MANAGEMENT IN THE ENTERPRISE MANAGEMENT SYSTEM

Iskenderov A.A., Kerimova Kh.F.

Keywords: *automated management, information provision, document circulation, importance coefficient, non-repetition coefficient, optimization, mathematical programming.*

The issue of designing the optimal structure of the document circulation used in the management system of the enterprise is considered in this work. In the enterprise's information system, the problem of optimization of the structure of initial, incoming, stored and outgoing information, solution algorithm and solution rules are indicated. New quantities (importance and non-repetition indicators) included in the composition of the documents are included. For the compilation of these quantities, information is given on ways of using the opinions of experts-specialists who know the document circulation of institutions.

QEYRİ-SƏLİS NEYRON ŞƏBƏKƏLƏRİNİN TƏTBİQİ İLƏ QEYRİ-SƏLİS MODELİN PARAMETRLƏRİNİN TƏNZİMLƏNMƏSİ

Mustafayev V.A., Salmanova M.N.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

malaxat_70@mail.ru

Açar sözlər: *qeyri-səlis modelləşdirmə, neyron şəbəkələri, ekspert bilikləri, aktivləşdirmə funksiyası, tənzimləmə parametrləri*

Qeyri-səlis modelləşdirmə və idarəetmə üsulları süni neyron şəbəkələri və genetik alqoritmlərə əsaslanan üsullarla qarşılıqlı əlaqədə istifadə olunarsa, onların tətbiqinin səmərəliliyi əhəmiyyətli dərəcədə artır. Sistemin ekspert biliklərinə əsaslanan modelləşdirilməsi praktikada istifadə edilən qeyri-səlis modelləşdirmədə ilk yanaşmalardan biridir. Bu yanaşma modelləşdirilən sistemlə əlaqəli məsələlərdə dərin səriştəsi olan şəxsin bilik və təcrübəsindən istifadəyə əsaslanır. Müəyyən bir sistemi müşahidə etmək və ya onunla əməliyyatlar aparmaq prosesində insan bu sistem haqqında müəyyən biliklər əldə edir ki, bu həm aşkar, şüurlu, həm də gizli və şüursuz ola bilər. Şüurlu qavrayışın əsas xassəsi ekspertin öz biliyini şifahi şəkildə ifadə edə bilməsi ilə bağlı olub, bununla da digər insanlara məlumat ötürür.

Budan fərqli olaraq, şüursuz (qeyri-aşkar) bilikləri bu şəkildə formalaşdmaq mümkün deyil, bu biliklər yalnız sistemlə praktiki əməliyyatlar zamanı, insanın sistemi "hiss etmək" və onun müəyyən hərəkətlərə reaksiyasını proqnozlaşdırmaq qabiliyyəti şəklində özünü göstərə bilər[3]. Ekspertin təfəkküründə toplanmış real sistem haqqında şüurlu və şüursuz biliklərin məcmusu mental model adlanır.

Ekspertdən sistem haqqında bilikləri sistemin giriş və çıxış parametrləri arasındakı əlaqəni təsvir edən linqvistik qaydalar şəklində əldə etmək olar:

ƏGƏR (x_1 A_i -dirsə) VƏ (x_2 B_j-dursa) ONDA (y C_k-dır).

Burada x_1,x_2-sistemin girişləri, *y*-sistemin çıxışı, A_i, B_j, C_k-lar ekspertin giriş və çıxış qiymətlərini linqvistik ifadə etmək üçün istifadə etdiyi qeyri-səlis çoxluqlardır. Ekspert bilikləri ilə qeyri-səlis modellərin qurulmasında əldə edilmiş praktiki təcrübə bir sıra çatışmazlıqları müəyyən etməyə imkan verdi. Ekspertin istifadə etdiyi qeyri-səlis çoxluqların parametrlərinin dəqiq müəyyən edilməsinin çətinliyi, çox sayda girişi olan, sürətlə dəyişən və ya girişlərin çıxışlara mürəkkəb formalı inikası olan sistemlərin istismar və idarəetmə üsulları haqqında informasiyanın toplanmasının mürəkkəbliyi və ya qeyri-mümkünlüyü bu tip qeyri-səlis modellərin ekspert tərəfindən formalaşdırılmasina imkan vermir.

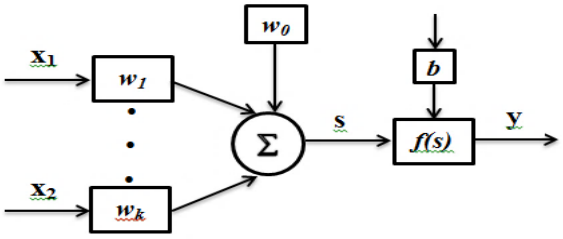
Qeyd edilən problemlər qeyri-səlis özünütənzimləyən modellərin işlənməsi və tətbiqi ilə sistemin parametrlərinin yenidən qurulması əsasında həll edilir.

Modeli tənzimləmək, yəni onun parametrlərini optimallaşdırmaq üçün daha çox qeyri-səlis neyron şəbəkələrinin istifadəsinə əsaslanan üsullardan istifadə olunur[2].

Qeyri-səlis modelin tənzimlənməsi, xətanın qiymətləndirilməsi metodu əsasında modeldəki səhvlərin minimallaşdırılması məqsədilə giriş və çıxış qiymətlərinin mənsubluq funksiyalarının parametrlərinin təyin edilməsi prosesi kimi başa düşülür. Modelin strukturunun məlum olduğu və dəyişdirilə bilməyəcəyi qəbul edilir.

Neyron şəbəkələri modelləşdirilən sistem haqqında giriş və çıxış informasiyasının ölçülməsi əsasında öyrənilə bilər.

Giriş qatına aid olan neyronlar giriş siqnallarını şəbəkənin gizli qatının neyronlarına ötürür. Daha çox bir gizli qatı olan radial bazis funksiyalı çoxqatlı perseptron şəbəkələr(şək 1.) istifadə olunur, çünki bu tip şəbəkə real sistemləri kifayət qədər dəqiq modelləşdirməyə imkan verir. Gizli və çıxış qatına aid olan neyronlar giriş qatından ötürülən informasiyanı emal edir.



Şəkil 1.

Yayılma funksiyası neyronun bütün girişlərinin çəkili s cəmini hesablayır və onu neyronun y çıxış siqnalını qenerasiya edən F(s) aktivləşmə funksiyasına malik qeyri-xətti elementə ötürür.

w_0-ın kifayət qədər böyük hüdud qiymətləri üçün, x giriş siqnallarının kiçik qiymətləri neyron tərəfindən çıxış siqnalının yaranmasına səbəb olur, bununla yanaşı hüdud qiymətlərinin kiçik olması giriş siqnallarının qiymətlərinin böyük olmasını tələb edir[1].

Aktivləşmə funksiyası kimi sigmoidal funksiyadan istifadə olunur: $f(s) = \frac{1}{1+e^{-bs}}$.

Neyron şəbəkəsinin tənzimləmə prosesi onun *w, v, b* çəkilərinin qiymətlərinin tədricən dəyişməsini təmin edr ki, bu da adətən modelləşdirilən sistemin y* çıxış qiymətinə nəzərən şəbəkənin y çıxış qiymətinin orta və ya ümumi kvadrat xətası kimi istifadə olunan tənzimləmə meyarının minimum və ya subminimal qiymət həddinə çatdırır.

Şəbəkənin y çıxış qiymətləri onun giriş qiymətləri və tənzimləmə parametrlərinin funksiyasıdır:

$$y = F(\dots, w_{ij}, \dots, v_k, \dots, b_l, x),$$

burada $x = [x_1, \dots, x_p]^T$.

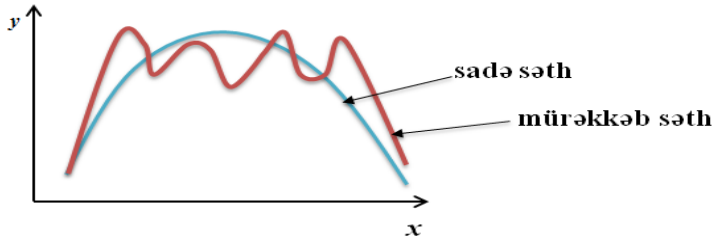
Əgər modelləşdirilən sistemin ölçülməsi ilə əldə edilən giriş və çıxış qiymətlərindən ibarət tənzimləmə parametrləri cütünü $\{x^{*i}, y^{*i}\}$ ilə işarələsək, onda 0,5-ə vurulan m sayda tənzimləmə parametrləri cütündən ibarət tam tənzimləmə dövrü üçün şəbəkənin ümumi kvadratik xətası aşağıdakı düsturla ifadə edilir[3]:

$$E = 0.5 \sum_{i=1}^{m} (y^{*i} - y^i)^2 = 0.5 \sum_{i=1}^{m} e_i^2.$$

Hər bir oyrənmə parametrləri cütündəki xətaları azaltdıqca E ümumi xətası da azalır. Şəbəkənin ümumi xətası tənzimlənmə prosesinin dəyişənləri olan və adətən şəbəkənin sərbəstlik dərəcələri adlanan w_{ij}, v_k, b_l parametrlərinin funksiyasıdır. Sərbəstlik dərəcələrinin sayı bir qayda olaraq böyükdür, bu da ən mürəkkəb inikasları həyata keçirməyə imkan verir.

Neyron şəbəkəsini öyrənərkən yaranan çətinliklərdən biri onun strukturunun, yəni şəbəkənin ara qatlarındakı neyronların sayının və ayrı-ayrı təbəqələrin neyronları arasındakı əlaqələrin müəyyən edilməsi ilə bağlı problemdir. Ən çox biri gizli olan üç təbəqədən ibarət strukturlardan istifadə edildiyi üçün strukturun təyini məsələsi gizli təbəqədə neyronların n sayının təyin etmə məsələsinə gətirilir. Bu halda, şəbəkənin strukturu haqqında müddəa ödənməlidir: "Sistemin yerinə yetirdiyi X→Y inikasının səthi nə qədər mürəkkəbdirsə, onu modelləşdirmək üçün tələb olunan gizli təbəqənin neyronlarının sayı bir o qədər çoxdur" (şək.2).

Real sistemlərin modelləşdirilməsi zamanı, xüsusən də çoxlu girişləri olan sistemlərdə səthin mürəkkəblik səviyyəsi haqqında məlumat çox vaxt natamam olur. Adətən ölşülən giriş qiymətləri və onlara uyğun ölçmə xətalarına malik və modelləşdirmə prosesində nəzərə alınmayan giriş parametrlərinin təsirinə məruz qalan çıxış qiymətləri haqqında informasiya mövcud olur.



Şəkil 2. *Neyronların sayının modelin mürəkkəblıyından asılılığı*

Modelləşdirmə prosesinin başlanğıcında neyronların *n* sayı, girişlərin *p* sayı və çıxışların *l* sayının həndəsi ortasına bərabər təyin edilə bilər: $n \cong \sqrt{pl}$.

Modelin ilkin strukturunun təhlilinin nəticələrinə görə, gizli təbəqədə *n* neyronların sayını sınaq nəticələri yaxşılaşana qədər tənzimləmək lazımdır. Modelin strukturunun öyrənilməsi və tənzimlənməsi prosesi xəta funksiyası minimum qiymətə çatana qədər davam etdirilir.

Ədəbiyyat

1. Hauptmann W., Heesche K. (1995) A neural net topology for bidirectional fuzzy-neuro transformation. Proceedings of the International Conference FUZZ-IEEE/IFES‘95, vol. 3. Yokohama, Japan, pp. 1511-1518.
2. Wang H.O., Tanaka K., Griffin M. (1996) An approach to fuzzy control of nonlinear system: stability and design issues. IEEE Transaction on Fuzzy Systems, vol.4, N 1 , pp. 14-23.
3. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат ; пер. с англ.–2-е изд. – М. : ВИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.– 798 с.

РЕЗЮМЕ

НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ НЕЧЕТКОЙ МОДЕЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Мустафаев В.А., Салманова М.Н.

Ключевые слова: *нечеткое моделирование, нейронные сети, экспертные знания, функция активации, параметры настройки.*

При использовании нечетких методов моделирования во взаимодействии с методами, основанными на

искусственных нейронных сетях, эффективность их применения значительно возрастает. Цель настройки нейронной сети состоит в получении такой поверхности аппроксимации отображения «вход-выход» моделируемой системы, которая соответствует измерениям данных о системе и дает информацию о характере ее функционирования. Указанные проблемы решаются на основе восстановления параметров системы путем разработки и применения нечетких самонастраивающихся моделей.

SUMMARY
TUNING FUZZY MODEL PARAMETERS USING FUZZY NEURAL NETWORKS
Mustafayev V.A., Salmanova M.N.

Keywords: *Fuzzy modeling, neural networks, expert knowledge, activation function, settings options.*

When using fuzzy modeling methods in conjunction with methods based on artificial neural networks, the efficiency of their application increases significantly. The purpose of tuning the neural network is to obtain such an approximation surface of the "input-output" display of the simulated system, which corresponds to the measurements of data about the system and provides information about the nature of its functioning. These problems are solved on the basis of restoring the system parameters by developing and applying fuzzy self-adjusting model

İNTELLEKTUAL VİBRASİYA QURĞUSUNUN ANALİZİ

Qüdrətli İ.R.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Azərbaycan, Sumqayıt
ms.ilhama77@mail.ru

Açar sözlər: *vibrasiya qurğusu, idarəetmə, keçid xarakteristikası, qərarlaşmış rejim*

Elektromaqnit intiqalının özü, vibrasiya amplitudunu ölçmək üçün induktiv yerdəyişmə vericisi, temperatur vericisi, mikroprosessor və invertordan ibarət mikroprosessorlu qurğunun idarə etdiyi aşağı mexaniki rəqslərə malik intellektual vibrasiya qurğusunun təhlili və tədqiqi məsələləri nəzərdən keçirilmişdir. Bu növ qurğu üçün tədqiqatın analitik və simulyasiya üsulları əsaslandırılmış, statik və dinamik xarakteristikalar üçün tələblər verilmişdir. Vibratorun idarəetmə sisteminin düzgün tənzimlənməsi üçün amplituda-faza xarakteristikalarının qurulması zərurəti, vibrasiyanın amplitudunu təshih etmək üçün elektromaqnitin temperaturunun yükdən və verilən yüklə işləmə müddətindən asılılığının əldə edilməsi zəruriliyi göstərilmişdir**.**

Müxtəlif texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmasında mühərriklə və elektromaqnitlə hərəkətə gətirilən elektrik intiqalları tətbiq edilir. Həmin qurğularda mühərrik qismində dəyişən və sabit cərəyan mühərriklərindən istifadə olunur. Təcrübə göstərir ki, elektromaqnit vibrasiya qurğuları digər, yəni mühərrikli elektrik intiqalından bir sıra üstünlükləri ilə fərqlənir ki, bu da özünü alçaq mexaniki tezliklərdə daha çox büruzə verir. Elektromexaniki rəqsi hərəkət sistemləri sınaq, ölçmə və kalibrləmə vibratorlarında geniş istifadə olunur. Vibrasiya qurğularının tətbiq sahəsinin genişliyi onların konstruksiya və parametrlərinə fərqli və ciddi tələblər qoyur. Müasir elektromaqnit vibrasiya qurğuları, demək olar ki, rezonansa yaxın rejimdə işləyir və elastik yayın yaratdığı qüvvənin amplitudu hərəkətverici elektromaqnit qüvvəsinin amplitudundan 5-20 dəfə yüksəkdir. Elastik elementlərin sərtliyinin az olması - elastik elementlərin tərpənməz uclarında rezonans xarakteristikalarının - amplitudun, məxsusi tezliyin və sönmə əmsalının səlis dəyişməsi üçün böyük imkanlar yaradır [1].

Bu nəzərə alınmaqla, belə bir vibrasiya qurğusunun mikrokontroller, IGBT tranzistorları əsasında çevirici invertordan və güc blokundan, elektromaqnit vericidən, tənzimləmə-idarəetmə alqoritminə uyğun əməliyyatları yerinə yetirən mikroprosessor və müqayisə qurğusundan ibarət intellektual idarəetmə sistemi təklif olunmuşdur [2]. Burada vibrasiya qurğusunun rəqs tezliyi, çeviricinin çıxış tezliyi ilə müəyyən edilir, texnoloji prosesin tələblərinə uyğun olaraq tezliyin stabilləşdirilməsi və ya tənzimlənməsi yük, ətraf mühit şəraiti, temperatur və vibrasiya qurğusunun öz vəziyyətinin dəyişməsi nəzərə alınmaqla avtomatik surətdə - proqram təminatı ilə realizə olunur. Qeyri-sinusoidal cərəyandan itkiləri azaltmaq üçün düzbucaqlı və ya modifikasiya olunmuş çıxış siqnallı çevirici deyil, sinusoidal çıxışlı çevirici seçilir. Vibrasiya qurğusunun effektiv işləməsi üçün müvafiq parametrlərin sazlamaları və hasil edilən operativ idarəedici siqnalların qiyməti idarəetmə prosesləri dərindən təhlili əsasında müəyyən olunmuş hüdudlar daxilində olmaqla, konkret alqoritmlə tənzimlənməlidir.

Vibrasiya qurğusunda elektromaqnitin lövbəri onun dolağına invertorun çıxışından verilən tapşırıq tezlikli qidalandırıcı gərginliyin təsiri ilə rəqs edir. Bu rəqslərin amplitudu və tezliyi mikroprosessorlu intellektual vibrasiya qurğusunun işlədiyi sahədə işçi yükün dəyişməsi ilə invertorun çıxış tezliyinə uyğun olmayan tezlik və amplituda malik olacaqdır. Stabil tezlikli və amplitudalı rəqslər almaq üçün rəqslər

müvafiq verici (baxılan halda induktiv verici) ilə ölçülür, mikroprosessor vasitəsilə tapşırıq tezliyi və amplituda ilə müqayisə olunur, müqayisə nəticələrinə uyğun olaraq, invertorun tezliyi və çıxış gərginliyi tənzimlənir.

Vibrasiya qurğularının səmərəliliyinin yüksəldilməsi yollarından biri elektrik intiqalının daha mükəmməl idarəetmə alqoritmləri əsasında qapalı idarəetmə sistemlərinin işlənib hazırlanmasıdır. Bu cür qurğuların effektivliyini təmin edən xarakteristikaların əksəriyyəti işəsalma və qərarlaşmış rejimlərdə gedən proseslərin keyfiyyət göstəricilərinin yüksəldilməsinə nail olmaqla artırmaq mümkündür [3].

Qurğunun idarəetmə sistemi ilə birlikdə analizini onu təşkil edən bloklar üzrə aparılması məqsədəuyğundur. İşçi sahədə məhsulların kütləsi, yəni vibrasiya qurğusunun yükü dəyişdikdə rəqslərin amplitudunun stabilləşdirilməsi əsas məsələlərdən biridir. Bu zaman müvafiq işçi rejim dəyişdikdə qərarlaşmış vəziyyətdə əsas parametrlərin, ötürmə funksiyasının təyin olunması və keçid xarakteristikasının qurulması tələb olunur.

Elektromexaniki vibrasiya qurğularının riyazi təsvirinin əsas xüsusiyyəti mexaniki hissənin modellərinin qeyri-xəttiliyidir ki, bu da qurğuların dinamikasını tədqiq etmək və tezlik xarakteristikalarını qurmaq üçün xətti üsulların tətbiqini məhdudlaşdırır [4]. Bu baxımdan simulyasiya modeli, vizual modelləşdirmə üsulu həmin çətinliyi müəyyən qədər aradan qaldırmağa və alınmış məlumatların əyaniliyi və operativliyini (modelləşdirmə zamanı parametrlərin operativ dəyişdirilməsi imkanını) təmin etməklə prosesləri real obyektdə deyil, virtual obyektdə tədqiq etməyə imkan verir.

Elektromaqnit vibrasiya qurğusunun ölçüsü və kütləsinin azaldılması üçün elastik sistemin rezonansa sazlanması ilə əldə edilir ki, bu da rəqsin amplitudunun qidalandırıcı cərəyanın dəyişməsinə həssaslığının yüksəlməsinə səbəb. Bu xüsusiyyət elektromaqnit vibrasiya qurğusunun avtomatik idarəetmə obyekti kimi təsnif və tədqiq edilməsini xeyli dərəcədə asanlaşdırır.

Bu zaman qidalandırıcı gərginliyin tezliyi, amplitudu, vibratorun dolağında və ətraf mühitdə temperatura nəzarət olunur. Zəruri olduqda tənzimləyici və təshihedici təsirlər hasil edilir. Bu zərurət isə əsasən vibratorun işə salınması və onun işlədiyi sahədə yükün dəyişməsi zamanı yaranır. Operativ nəzarət və idarəetmə nəticəsində elektromaqnit vibratorun və ümumilikdə onun hərəkətə gətirdiyi intiqalın effektivliyinin yüksəlməsi müşahidə olunur.

Qurğunun temperaturu daxili və xarici həyəcanlandırıcı təsirlər nəticəsində dəyişir. Tənzimləmə elə aparılır ki, temperaturun cari qiyməti ilə normal şəraitdə ölçülmüş qiymət arasında hər hansı fərqə görə təshihedici təsir hesablanır.

Aydındır ki, idarəetmə obyekti, yəni baxılan halda vibratorlu intiqal müəyyən xassələri ilə xarakterizə olunur. İdarəetmə obyektinin statik xarakteristikaları onun giriş və çıxışının qərarlaşmış qiymətləri arasında əlaqəni, obyektin dinamik xarakteristikaları isə giriş təsiri kəskin (sıçrayışla) dəyişdiyi zamanı onun davranışını müəyyən edir. Bu xarakteristikalar əsasında idarəetməni zəruri məcraya yönəltmək üçün tələb olunan idarəedici təsiri hasil etməklə bu funksiyanı yerinə yetirən kontrollerin proqramlaşdırılması üçün müvafiq tənzimləmə qanunu seçilir.

Vibrasiya qurğusunda proporsional və proporsional-inteqral-diferensial idarəetmə alqoritmləri tətbiq edildiyi nəzərə alınaraq, sistemin amplitud-tezlik və faza-tezlik xarakteristikalarını məhz bu alqoritmlərlə əlaqədar tədqiq olunmuşdur. Bundan başqa, temperatur xarakteristikası da çıxarılmış, bu zaman dolağa qoşulmuş və dolaq üzərində yerləşdirilmiş termorezistorların rəqslərin amplituduna təsiri öyrənilmişdir.

Alçaq tezlikli elektromaqnit vibrasiya qurğusunun mikroprosessorlu idarəetmə sisteminin tədqiqi rəqəmsal analiz metodları əsasında analitik üsulla aparılmış və simulyasiya modelində yoxlanmışdır. Qurğunun işçi parametrlərinin avtomatik tənzimləmə zamanı parametrlər sahəsində tənzimlənən obyektin ətalətliliyi (kiçik, orta və ya böyük) təyin olunmuş, proqramlaşdırılan məntiqi kontrollerin yaddaşında saxlanılan cədvəl əmsallarından istifadə edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Федоров Д.С., Логинов С.Ю. Синтез цифрового управления низкочастотным электродинамическим вибровозбудителем // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6.; URL: http://www.science-education. ru/ru/article/view?id=15978.
2. Qüdrətli İ.R. Mikroprosessorlu intellektual vibrasiya qurğusu. İnformasiya sistemləri və texnologiyalar nailiyyətlər və perspektivlər. Beynəlxalq elmi konfrans, Sumqayıt, 2018, s. 488.
3. Терехин В. Б. Моделирование систем электропривода в Simulink. Томск, 2008. 292 с.
4. Despotović Ž.V., Jović M. Mathematical model of electromagnetic vibratory exciter with incremental motion. INFOTEH-JAHORINA Vol. 13, March 2014. –pp.91-96.

РЕЗЮМЕ
АНАЛИЗ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ВИБРАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА
Гудретли И.Р.

Ключевые слова: *вибрационное устройство, управление, переходная характеристика, установившийся режим*

Рассмотрены вопросы анализа и исследования интеллектуального вибровозбудителя с низкими механическими колебаниями, управляемого микропроцессорным устройством, состоящего из собственно электромагнитного привода, индуктивного датчика перемещений для измерения амплитуды колебаний, термодатчика, микропроцессора и инвертора. Обоснованы аналитическое и имитационное способы исследования для данного устройства, приведены требования к статическим и динамическим характеристикам. Показано необходимость построения амплитудно-фазовых характеристик для надлежащей настройки системы управления вибратором, зависимости температуры электромагнита устройства от нагрузки и времени работы при заданной нагрузке с целью коррекции амплитуды колебаний.

SUMMARY
ANALYSIS OF INTELLIGENT VIBRATION DEVICE
Gudretli I.R.

Keywords: *vibration device, control, transient response, steady state.*

Analysis and research of an intelligent vibration exciter with low mechanical vibrations, controlled by a microprocessor device, consisting of electromagnetic drive, inductive sensor for measuring of the amplitude, thermal sensor and inverter are considered. The analytical and simulation research methods, the requirements for static and dynamic characteristics are given. The need to build amplitude-phase characteristics for device tuning, the dependence of the electromagnet temperature on the load and the operating time for correction of the vibration amplitude is shown.

NEYRON ŞƏBƏKƏNİN TƏTBİQİ İLƏ MOBİL ROBOTUN İDARƏ ETMƏ SİSTEMİNİN İŞLƏNMƏSİ

Sultanova A.B., Abdullayev Y.V.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, İTİF
saxira@mail.ru, y.abdullayev671@gmail.com

Açar sözlər: *mobil robot, şəbəkə, sistem, neyron, konstruksiya, baza strukturu.*

Mobil robotun naviqasiyası mobil robototexnika sahəsində ən mühüm problemlərdən biridir, çünki bu növ robotlar hədəfə gedən yolda qarşılaşdıqları maneələrdən qaçmağı bacarmalıdırlar. Çox sayda tədqiqatçı öz tədqiqatlarını idarəetmə üsulları və ağıllı avtomobil naviqasiyası üzərində cəmləşdirir, çünki ənənəvi üsullar avtomobilin hərəkət etməsi nəzərdə tutulan ətraf mühitin qeyri-müəyyənliyi səbəbindən məhduddur. Buna görə də, neyron şəbəkələri kimi ağıllı idarəetmə strategiyalarının inkişaf etdirilməsinə ehtiyac vardır, çünki onlar nəqliyyat vasitələrinin naviqasiyası probleminə çox yaxşı həllər təklif edir. Bir sözlə, problem müəyyən bir mühitdə yerləşən bir nəqliyyat vasitəsidir, bu mühit bir sıra təsadüfi maneələri və bu maneələri aşmaq üçün məqsədi ehtiva edir. Bu problemi həll etmək üçün bir neçə yol təqdim edə bilərik, marşrut planlaması və ya vizual qrafiklər kimi klassik üsullar yarana bilər. Bunlardan əlavə neyron şəbəkələri, qeyri-səlis idarəetmə və s. kimi süni intellekt üsullarına əsaslanan intellektual idarəetmə sistemindən istifadə etmək seçimimiz var. Bu sistemlər bəzi insan xüsusiyyətlərini təqlid etmək qabiliyyətinə görə bir çox idarəetmə problemlərini həll edə bilir.

Giriş. Qismən strukturlaşdırılmış mühitlərdə mobil robot naviqasiyası üçün neyron şəbəkələr əsasında mənbə və təyinat nöqtəsi arasında toqquşmadan yol qurulur. Təklif olunan sxem real vaxt rejimində Intel Pentium 350 MHz prosessorunda həyata keçirilir; robot ilkin başlanğıc nöqtəsindən məqsədinə çatmaq üçün bütün maneələrdən qaça bilir.

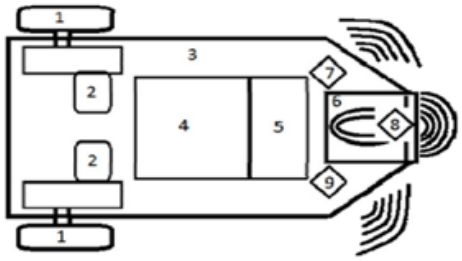
Mobil robotun naviqasiyası problemi yerli neyron şəbəkəsi modelinin köməyi ilə həll edilir. Bu şəbəkə müxtəlif əməliyyat nöqtələrində dinamik sistemin modelləşdirilməsini təmsil edən alt modellər toplusudur. Naviqasiya üçün kontroller ilk növbədə üç alt şəbəkə neyron dizayn dəstindən ibarətdir. İlk ikisi avtomobilin ən vacib davranışlarından məsuldur, hədəfin yeri və maneələrdən yayınma. Üçüncü neyron şəbəkə nəzarətçi kimi çıxış edir və ilk iki şəbəkənin çıxışlarına əsaslanan yekun qərara cavabdehdir.

Məqalədə robot strukturunun təhlili, istifadə olunan mühərrik imkanları, neyron şəbəkələrinin sensor sistemi, sistemin blok diaqramı və həyata keçirilən neyron şəbəkəsinin dizaynı təsvir edilmişdir.

Mobil robot konstruksiyası. Mobil robotun dizaynı asanlıqla dəyişdirilmək və yeni tədqiqatlara uyğunlaşdırıla bilmək üçün hazırlanmışdır.

Robotun prototip sxemi aşağıda göstərilmişdir:

- Arxa təkərlər
- Dişli çarxlar
- Baza strukturu
- İdarəetmə lövhəsi
- Mühərrikləri idarə etmək üçün L293B dövrəsi
- Robotun fırlanmasını təmin etmək üçün qurğu
- Sol SRF02 sensoru (ultrasəs sensoru)
- Mərkəzi SRF02 sensoru (ultrasəs sensoru)
- Sağ SRF02 sensoru (ultrasəs sensoru)



Şəkil 1. *Robotun mexaniki dizaynı, yuxarıdan görünüş*

Robotun proqram təminatı. Çıxış vektoru robotu idarə edən əsas fəaliyyətlərin hər birinə uyğun üç elementdən ibarətdir. Bu elementlərin qiymətləri elə kodlanır ki, müvafiq hərəkət 1-ə, digər üçü isə 0-a uyğun olsun. Beləliklə, şəbəkə hərəkət sağa dönməkdirsə cavab vektorunun (1,0,0,0), sola dönməkdirsə (0,1,0,0), hərəkət irəliləməkdirsə (0,0,1, 0) və nəhayət geriyə dönməkdirsə (0,0,0,1) təmin edəcəkdir.

Mobil robotda hazırlanmış və tətbiq olunan neyron alqoritmi daxili sistemdə həyata keçirmək üçün C dilində proqramlaşdırılmışdır. Neyron şəbəkəsinin arxitekturası və alqoritmlərin dizaynı MATLAB-da oflayn olaraq idarə olunur. Neyron şəbəkənin idarə olunması parametrləri aşağıda qeyd olunmuşdur:

```
S1 = 18;
[R, Q] = size(P1);
[S2, Q] = size(targets);
net = newff(minmax(P1), [5,4,4, S2], {'tansig','logsig','logsig','logsig'},'trainrp');
net.performFcn = 'sse';
net.trainParam.goal = 0.1;
net.trainParam.show = 20;
net.trainParam.epochs = 6000;
net.trainParam.mc = 0.95;
[net,tr] = train(net,P1,targets);
R = sim (net, P1);
```

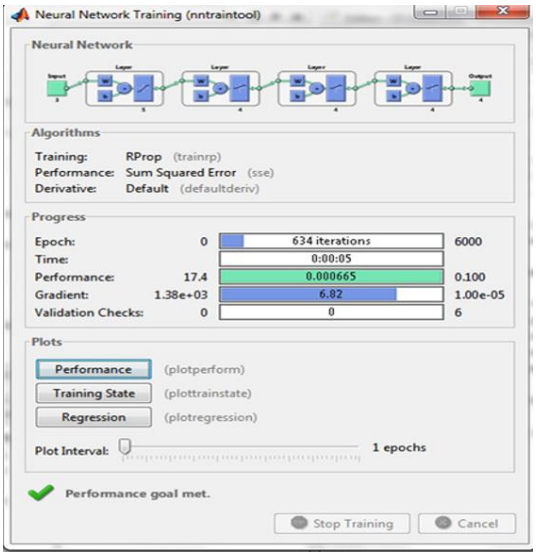
Şəkil 2-də Matlabda müşahidə olunan sınağın neyron şəbəkəsinin performansının xarakteristikalarını göstərilir.

Daxili sistemdə mobil robot üçün hazırlanmış və tətbiq olunan neyron geri paylama şəbəkəsinin proqramlaşdırılması əsasən aşağıdakılardan asılıdır:

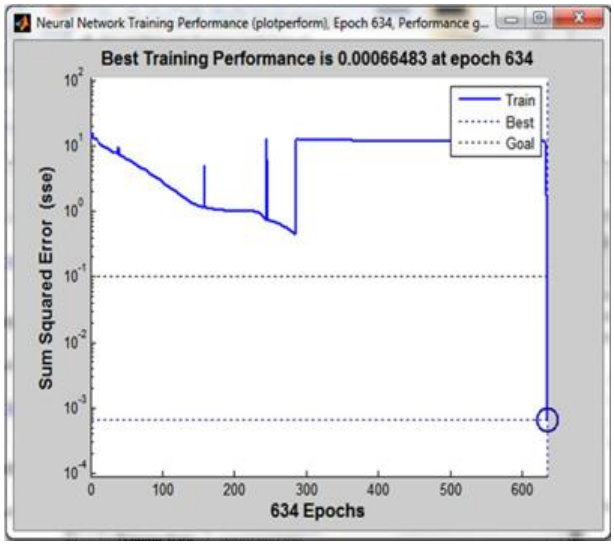
Gizli təbəqələrin sinaptik çəkiləri

Çıxış təbəqələrinin sinaptik çəkiləri

Səviyyələrin hər birində istifadə olunan aktivləşdirmə funksiyalarını bilmək vacibdir. Tam naviqasiya və öyrənmə alqoritmi C dilində 200 sətirdən çox olmayan bir kodda tətbiq olunur. Şəkil 3-də xəta zamanı davranışın xarakteristikalarını göstərilir.



Şəkil 2. *Sınağın tərs paylanmasında neyron şəbəkənin performans xüsusiyyətləri*



Şəkil 3. *Neyron şəbəkəsi təliminin performansı*

Şəkil 2 və 3-də göstərilən robotun yekun ölçüləri-uzunluğu 26 sm, hündürlüyü 12 sm, təkərlər arasındakı məsafə 24 sm və düz bir xəttdə orta hərəkət sürəti 10 sm/s-dir.

Neyron şəbəkələri qeyri-dəqiq məlumatlarla işləmək qabiliyyətinə sahib olan, maneələri aşan mobil robotlarda tətbiq olunan ideal vasitələrdir.

İstifadə olunan SRF02 (ultrasəs sensoru) sensorları bu tətbiq üçün uyğundur; lakin, gələcəkdə aparılacaq tədqiqatlarda SRF08 (ultrasəs sensoru) sensorlarından istifadə edilməsi həm daha təkmil nəzarət etmə imkanı verir, həm də ölçüsü daha kiçik olduğundan robotun qabarit ölçülərinin kiçilməsi üçün daha ideal şərait yaradır. Sistemin daha da təkmilləşdirilməsi üçün tərs paylanmış neyron şəbəkəsinin tətbiqi və idarə etmənin etibarlılığının artırılması lazımdır.

Daha inkişaf etmiş sınaqlar üçün DSP (Rəqəmsal siqnal prosessoru) ilə işləmək tövsiyə olunur. Giroskop, elektron kompas kimi sensorlar bu kimi sistemlərin ətrafdakı maneələri qavramasını artıra bilər. Ən azı beş və ya altı yaxınlıq sensorundan istifadə etmək, DSP'də yaradılacaq neyron şəbəkəsindəki hesablama yükünü dəstəkləyərək ətraf mühiti daha yaxşı başa düşməyimizə imkan verəcəkdir.

Ədəbiyyat

1.Danica Janglova, [Neural networks in mobile robot motion] International Journal of Advanced Robotic System, vol. 1, no. 1, 2004, pp. 15-22.
2.Jason A.Janet, Ricardo Gutiérrez, Troy A.Chase, Mark W.White, and John C.Sutton, III, [Autonomous mobile robot global self localization using kohonen and region-feature neural networks] Journal of Robotic Systems, 14 (4), 1997, pp. 263-282.
3. Hamdi A.Awad, and Mohamed A.Al-Zorkany, [Mobile robot navigation using local model networks] International Journal of Information Technology, vol. 1, no. 2, pp. 58-63.
4. A.Chohra, A.Farah, and C.Benmehrez, [Neural navigation approach for intelligent autonomous vehicles in partially structured environments] Applied
5. Brooks, R [A Robust Layered Control System for a Mobile Robot] IEEE Journal or Robotics and Automation, Vol. RA-2
6. Martin T.Hagan, Howard B.Demuth, Mark Beale [Neural Networks Design]
7. A Practical Guided to Neural Nets, Marilyn McCord Nelso, W.T.Illingworth. Texas Instrument. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
8. [Neural and Adaptive Systems Fundamentals Through Simulations] Jose´ C.Principe, Neil R.Euliano, W.Curt Lefbvre, John Wiley&Sons, Inc.
9. Raul Rojas, [Neural Networks A Systematic Introduction, Springer], 1996.

РЕЗЮМЕ
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ
Султанова А.Б., Абдуллаев Ю. В

Ключевые слова: *мобильный робот, сеть, система, нейрон, конструкция, базовая структура.*

Нейронные сети-идеальные инструменты, применяемые в мобильных роботах, способных работать с неточной информацией, преодолевая препятствия. Используемые датчики srf02 (ультразвуковой датчик) подходят для этого применения; однако использование датчиков srf08 (ультразвуковой датчик) в будущих исследованиях обеспечивает как более совершенное управление, так и более идеальные условия для уменьшения габаритных размеров робота, поскольку он меньше по размеру.Для дальнейшего совершенствования системы необходимо внедрение обратнораспределенной нейронной сети и повышение надежности управления.

Для более продвинутых тестов рекомендуется работать с DSP (цифровым сигнальным процессором).Датчики, такие как гироскоп, электронный компас, могут улучшить восприятие препятствий в окружающей среде такими системами.Использование как минимум пяти или шести датчиков приближения позволит нам лучше понять окружающую среду, поддерживая вычислительную нагрузку на нейронную сеть, которая будет создана в DSP

SUMMARY
DEVELOPMENT OF A MOBILE ROBOT CONTROL SYSTEM USING A NEURAL NETWORK
Sultanova A.B. , Abdullaev Y.V

Keywords: *mobile robot, network, system, neuron, design, basic structure.*

Neural networks are ideal tools used in mobile robots that can work with inaccurate information, overcoming obstacles. The SRF02 (ultrasonic sensor) sensors used are suitable for this application; however, the use of SRF08 (ultrasonic sensor) sensors in future research provides both better control and more ideal conditions for reducing the overall dimensions of the robot, since it is smaller in size.To further improve the system, it is necessary to introduce a reverse-distributed neural network and increase the reliability of management.

For more advanced tests, it is recommended to work with a DSP (digital signal processor).Sensors, such as a gyroscope, an electronic compass, can improve the perception of obstacles in the environment by such systems.Using at least five or six proximity sensors will allow us to better understand the environment, supporting the computational load on the neural network that will be created in the DSP

MÖVQE DƏQİQLİYİNİN İSTİQAMƏTLƏNDİRİLMƏSİ ƏSASINDA PUA-NIN TRAYEKTORİYASININ PLANLAŞDIRILMASI

Sultanova A.B., Hacıyev F.V.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
saxira@mail.ru, fikret.okis@gmail.com

Açar sözlər: *pilotsuz uçuş aparatı, trayektoriyanın planlaşdırması, genetik alqoritm, A* alqoritmi.*

Bu işdə sistemin yerləşdirmə dəqiqliyinin məhdudiyyətləri altında pilotsuz uçuş aparatı üçün yeni trayektoriya planlaşdırma alqoritmini təklif edilir. Quruluş sisteminin məhdudiyyətləri səbəbindən pilotsuz uçuş aparatı yerini dəqiq müəyyən edə bilmir. Yerləşdirmə xətası müəyyən həddə çatdıqdan sonra tapşırıq uğursuzluqla nəticələnə bilər. Pilotsuz təyyarənin başlanğıc nöqtədən son məqsədədək ən qısa trayektoriyaya, bir neçə məhdudiyyət və ən az xətaya malik olmasını təmin etmək üçün trayektoriyanın planlaşdırılmasında qabaqcıl genetik alqoritm və A* alqoritmi istifadə olunmuşdur.

Pilotsuz uçuş aparatı (PUA) avtonom uçuş qabiliyyəti ilə tapşırıqları yerinə yetirə bilən bir təyyarədir. Hazırda yüklərin daşınması [1], obyektlərin aşkarlanması [2] və vizual naviqasiya [3] kimi görmə sistemlərində PUA geniş istifadə olunur.

Müxtəlif planlaşdırma mühitlərində avtonom trayektoriya planlamasını həyata keçirmək üçün alimlər PUA-ın trayektoriyasının planlaşdırılması üzrə dərin tədqiqatlar aparmış və müxtəlif alqoritmlər təklif etmişlər, məsələn, Voronov diaqramı üsulu [4], A* alqoritmi [5], hissəcik sürüsünün optimallaşdırılması alqoritmi [6], genetik alqoritm [7], neyron şəbəkə alqoritmi [8], süni potensial sahə üsulu [9] və s.

Ən yaxşı trayektoriyanın tapılması prosesi məhdudiyyətlərin nəzərə alınmasını tələb edir. Optimal yol optimal məqsəd funksiyasını verməli və bir çox məhdudiyyətləri təmin etməlidir. Adi üsullar eyni anda yalnız bir məqsəd funksiyasını idarə edə bilər, lakin onlar iki və ya daha çox məqsədli funksiya ilə tapşırığın optimallaşdırılmasını idarə edə bilməz . Beləliklə, birləşmiş məqsəd funksiyası iki və ya daha çox ayrı-ayrı məqsəd funksiyasının riyazi şəkildə cəmlənməsi ilə əmələ gəlir. Nisbi əhəmiyyətini əks etdirmək üçün birləşdirilmiş məqsəd funksiyası düsturuna alınmış nəticələr daxil edilir. Bu işdə biz genetik alqoritm və A*

alqoritminə əsaslanan, sistemin yerləşdirmə dəqiqliyi şərtlərini ödəyən PUA trayektoriyasının planlaşdırılması alqoritmini təklif edirik.

PUA tərəfindən planlaşdırılan trayektoriya üçölçülüdür və (x, y, z) fəzada olan bu Nöqtələr koordinatlar kimi müəyyən edilir, burada x – üfüqi istiqamətdə xətadır, y – şaquli istiqamətdə xətadır, z – isə hündürlüyü göstərir. Trayektoriyanın planlaşdırılmasının fiziki məkanı çoxluq şəklində təqdim edilə bilər:

$$S = \{(x, y, z) | 0 \le x \le X_{\max}, 0 \le y \le Y_{\max}, 0 \le z \le Z_{\max}\} \quad (1)$$

burada $X_{\max}$, $Y_{\max}$ və $Z_{\max}$ məlumat toplusu əldə edilə bilən müvafiq koordinatların maksimum qiymətləridir.

PUA-nın trayektoriyasının uzunluğunu və PUA-nın neçə dəfə tənzimləndiyini minimuma endirmək üçün iki obyektiv optimallaşdırma funksiyası təklif olunur:

$$F_1 = \min\left(\sum_{i=1}^{m} (\eta_i + \lambda_i + h_i)\right) \quad (2)$$

$$F_2 = \min\left(\sum_{i=1}^{m} (a_i + b_i)\right) \quad (3)$$

burada F_1 – PUA-nın başlanğıc A nöqtəsindən son B nöqtəsinə qədər olan trayektoriyanın uzunluğudur, F_2 – korreksiya zonası vasitəsilə PUA-nın tənzimlənməsi sayını göstərir, m – uçuş zamanı PUA-nın korreksiyalarının ümumi sayını göstərir, η_i i-ci PUA-nın uçuşunun məsafəsidir,

λ_i – i-ci uçuşdan şaquli xətanın düzəldilməsi nöqtəsinə qədər olan düzəliş məsafəsini təmsil edir,

h_i – i-ci uçuşun üfüqi xətanın düzəldilməsi nöqtəsinə qədər düzəliş məsafəsini təmsil edir,

a_i – şaquli xəta düzəliş nöqtəsinə çatan PUA-nın 1-ci uçuşunu təmsil edir, b_i – üfüqi xətanın düzəliş nöqtəsində i-ci uçuşdur.

PUA hər dəfə bir metr uçduqca şaquli və üfüqi xətalar δ vahid artacaq. Son nöqtəyə çatdıqda şaquli və üfüqi xətalar θ vahidindən az olmalıdır. Buna görə də, bütün uçuş üçün şaquli və üfüqi PUA xətalarının ümumi dəyəri θ-dən az olmalıdır və hər bir PUA uçuşunun ηi məsafəsi bütün trayektoriyanın yerdəyişmə l_{AB}-dən çox olmamalıdır:

$$\sum_{i=1}^{m} a_i \eta_i \delta < \theta \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^{m} b_i \eta_i \delta < \theta \quad (5)$$

$$0 \le \eta_i \le l_{AB} \quad (6)$$

i-ci pilotsuz uçuşun şaquli xətanın düzəldilmə nöqtəsinə qədər λ_i metrlik korreksiya məsafəsi üçün PUA-nın şaquli xətanın düzəldilməsi nöqtəsinə çatdıqda hesab edilir ki, i-ci PUA uçuşu η_i metr öz şaquli xətasını $\delta\eta_i$ vahid artıracaq:

$$\lambda_i = a_i \eta_i \delta, \quad i = 1,\ldots,m \quad (7)$$

i-ci pilotsuz uçuşun şaquli xətanın düzəldilmə nöqtəsinə qədər h_i metrlərinin korreksiyası üçün PUA üfüqi xəta düzəliş nöqtəsinə çatdıqda, i-ci pilotsuz uçuşun η_i metr üfüqi xətasını $\delta\eta_i$ vahid artıracağı hesab edilir:

$$h_i = b_i \eta_i \delta, i = 1,\ldots,m \quad (8)$$

Uçuş zamanı təyyarə ya şaquli xətanın düzəldilməsi nöqtəsinə çatdıqdan sonra, ya da üfüqi xətanın düzəldilməsi nöqtəsinə çatdıqdan sonra özünü düzəldir. Düzəliş nöqtəsinin səhv korreksiyası növü üzrə səhvlərin daha dəqiq düzəldilməsi üçün i-ci uçuş üçün a_i və b_i ikili dəyişənləri təqdim olunur. Şaquli xətanın düzəldilməsi təyyarənin şaquli xətası α_1 vahidindən, üfüqi xətanın isə α_2 vahidindən çox olmadıqda həyata keçirilə bilər. Təyyarənin şaquli xətası β_1 vahidi, üfüqi xətası isə β_2 vahidi keçmədikdə üfüqi xətanın düzəldilməsi mümkündür.

Sonra məqsəd funksiyası həmçinin aşağıdakı məhdudiyyətlərə cavab verməlidir ki, bunlar təyyarə şaquli xətaların düzəldilməsi zamanı yerinə yetirilməlidir:

$$\lambda_i \le \alpha_1, h_i \le \alpha_2 \quad (9)$$

Bundan sonra, PUA üfüqi səhv düzəlişini yerinə yetirdikdə məqsəd funksiyası yerinə yetirilməlidir:

$$\lambda_i \le \beta_1, h_i \le \beta_2 \quad (10)$$

burada λ_i – PUA-nın i-ci uçuşda şaquli düzəliş nöqtəsinə qədər düzəldilmiş məsafəsidir, h_i – PUA-nın i-ci uçuşda üfüqi düzəliş nöqtəsinə qədər düzəldilmiş məsafəsidir, α_1, β_1 – PUA-nın şaquli xətası, α_2, β_2 – PUA-nın üfüqi xətasıdır.

Tapşırıq 1 üçün məqsəd funksiyası korreksiya bölgəsi vasitəsilə düzəliş vaxtını və trayektoriya uzunluğunu mümkün qədər kiçik etməkdir.

Beləliklə, bir neçə məhdudiyyəti olan iki məqsədli optimallaşdırma modeli əldə edirik:

$$F_1 = \min(\sum_{i=1}^{m}(\eta_i + \lambda_i + h_i))$$

$$F_2 = \min(\sum_{i=1}^{m}(a_i + b_i))$$

$$s.t.\begin{cases} \sum_{i=1}^{m} a_i \eta_i \delta < \theta \\ \sum_{i=1}^{m} b_i \eta_i \delta < \theta \\ 0 \le \eta_i \le l_{AB} \\ \lambda_i = a_i \eta_i \delta, \\ h_i = b_i \eta_i \delta, \\ a_i, b_i = 0,1, \\ a_i + b_i = 1, \\ \lambda_i \le \alpha_1 h_i \le \alpha_2, \\ \lambda_i \le \beta_1 h_i \le \beta_2 \end{cases} \quad i = 1,\ldots, m \qquad (11)$$

İki meyarlı optimallaşdırma modelini həll etmək üçün onu tək məqsədli proqramlaşdırma modelinə çevirmək lazımdır. F_1 və F_2 optimallaşdırma məqsədlərini ölçmək üçün onların hər ikisini nəzərə alan kombinasiya seçə bilərik. Onlara qiyməti $\alpha(\alpha \le 1)$ bərabərdir, α isə üstünlük əmsalı adlanır. Beləliklə, F məqsəd funksiyası aşağıdakı kimi ifadə edilə bilər:

$$F = \min(\alpha \sum_{i=1}^{m}(\eta_i + \lambda_i + h_i) + (1-\alpha) \sum_{i=1}^{m}(a_i + b_i)), \quad \alpha \le 1 \qquad (12)$$

Problem 1 üçün məqsəd funksiyasını və məhdudiyyətləri uğurla müəyyən etdildi.

Beləliklə, təklif olunan metod çoxsaylı məhdudiyyətlər altında təkmilləşdirilmiş genetik alqoritm və A* alqoritmindən istifadə edərək optimal trayektoriyanı planlaşdırmağa imkan verir. Təcrübənin ədədi nəticələri sübut etdi ki, təkmilləşdirilmiş genetik alqoritm və A* alqoritmi optimal trayektoriya planlaşdırılması üçün yaxşıdır.

Ədəbiyyat

1. Zhao, S.Y.; Hu, Z.Y.; Chen, B.M.; Lee, T.H. A Robust Real-Time Vision System for Autonomous Cargo Transfer by an Unmanned Helicopter. IEEE Trans. Ind. Electron. 2015, 62, 1210–1218.
2. Shen, Y.F.; Rahman, Z.; Krusienski, D.; Li, J. A vision-based automatic safe landing-site detection system. IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. 2013, 49, 294–311.
3. Zhao, L.; Wang, D.; Huang, B.; Xie, L. Distributed Filtering-Based Autonomous Navigation System of UAV. Unmanned Syst. 2015, 3, 17–34.
4. Khatib, O. Real-time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots. Int. J. Robot. Res. 1986, 5, 90–99.
5. Meng, B.B.; Gao, X.G. UAV Path Planning Based on Bidirectional Sparse A* Search Algorithm. In Proceedings of the 2010 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA), Changsha, China, 11–12 May 2010.
6. Wang, H.; Zhou, H.; Yao, H. Research on autonomous planning method based on improved quantum Particle Swarm Optimization for Autonomous Underwater Vehicle. In Proceedings of the OCEANS 2016 MTS/IEEE, Monterey, CA, USA, 19–23 September 2016.
7. Shorakaei, H.; Vahdani, M.; Imani, B.; Gholami, A. Optimal cooperative path planning of unmanned aerial vehicles by a parallel genetic algorithm. Robotica 2016, 34, 823–836.
8. Shiri, H.; Park, J.; Bennis, M. Massive Autonomous UAV Path Planning: A Neural Network Based Mean-Field Game Theoretic Approach; Cornell University: Ithaca, NY, USA, 2019.
9. Chen, Y.B.; Luo, G.C.; Mei, Y.S.; Yu, J.Q.; Su, X.L. UAV path planning using artificial potential field method updated by optimal control theory. Int. J. Syst. Sci. 2016, 47, 1407–1420.

РЕЗЮМЕ
ПЛАНИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ БПЛА НА ОСНОВЕ ОРИЕНТАЦИИ С ПОЗИЦИОННОЙ ТОЧНОСТЬЮ
Султанова А.Б., Гаджиев Ф.В.

Ключевые слова: *беспилотный летательный аппарат; планирование траектории; генетический алгоритм; алгоритм A*.*

В этой работе описывается новый алгоритм планирования траектории для беспилотного летательного аппарата при ограничениях точности системного позиционирования. Из-за ограничения системы структуры, беспилотный летательный аппарат не может точно определять свое местоположение. Как только ошибка позиционирования накапливается до определенной степени, миссия может провалиться. Усовершенствованный генетический алгоритм и алгоритм A* используются при планировании траектории для убеждения, что беспилотный летательный аппарат имеет кратчайшую длину траектории от начальной до конечной точки с малыми ограничениями и наименьшими количествами исправлений ошибок.

SUMMARY
TRAJECTORY PLANNING ALGORITHM OF UAV BASED ON SYSTEM POSITIONING ACCURACY CONSTRAINTS
Sultanova A. B., Hajiyev F.V.

Keywords: *unmanned aerial vehicle, trajectory planning, genetic algorithm, A* algorithm.*

This paper describes a novel trajectory-planning algorithm for an unmanned aerial vehicle under the constraints of system positioning accuracy. Due to the limitation of the system structure, a UAV cannot accurately locate itself. Once the positioning error accumulates to a certain degree, the mission may fail. The improved genetic algorithm and A* algorithm are used in trajectory planning to ensure the UAV has the shortest trajectory length from the starting point to the ending point under multiple constraints and the least number of error corrections.

TANINMA SİSTEMİNİN TƏTBİQİ İLƏ İNSAN AKTİVLİYİNİN TƏYİNİ

Sultanova A.B., Heydərova L.E.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
saxira@mail.ru, b_leyla00@mail.ru

Açar sözlər: *insan aktivliyi, verilənlərin alınması, verilənlərin çıxarılması, verilənlərin emalı, aktivliyin təsnifatı*

Keçmişə ötəri nəzər salsaq, demək olar ki, hal – hazırda yalnız smartfon vasitəsilə belə artıq insan aktivliyi haqqında verilənləri toplayıb, onun fəaliyyət dərəcəsini müəyyən edib sağlamlığını gözləyən risklər barədə öncədən məlumatlandırmaq olar. Hədəfim sensorlardan alınan siqnalları verilənlər halında qəbul edib sağlamlığın üç əsas predmetinə tətbiq edərək, planlaşdırdığım proqram təminatını ərsəyə gətirərək cəmiyyətə yararlı tətbiq formalaşdırmaqdır. Bu proqramı yaratdıqdan sonra daha dəqiq nəticələr əldə etmək üçün yeni mikro ağıllı cihaza ehtiyac duyulacağını güman edirəm. Bu səbəbdən elmi işimin hədəfində çox kiçik ölçülü sensorlu ağıllı cihazın yaradılmasını da əlavə etmişəm.

Mövzunu seçmə səbəbim insan sağlamlığı və həyatının qayğısına qalmaq, onun səhhətində qarşılaşa biləcəyi təhlükələrdən xəbərdar etməkdir. Günümüzdə elektronik qurğular, ələxsus, smartfonlar həyatımızın ayrılmaz hissəsini təşkil edir. Bu səbəbdən mən ilk olaraq, insan hərəkətini smartfonlar vasitəsilə tanımanı araşdırıram.

Məqalənin mətni: İnsan aktivliyinin tanınmasına əksər müasir yanaşmalar dörd mərhələdən ibarərtdir: verilənlərin alınması, verilənlərin emalı, verilənlərin çıxarılması, aktivliyin təsnifatı**. (Şəkil)**

Verilənlərin alınması – İAT üçün smartfonun ölçmələr ilə verilənləri toplaması və yadda saxlaması prosesidir. Verilənlər, adətən, fərdi şəxslərdən cihazlarda işləyən proqramlar vasitəsilə toplanılır.

Müasir texnologiyalarda ölçmə texnikası iki istiqamət ilə intellektuallaşdırılır:

a. Hesablayıcısı daxilində olan mikroprosessor quraşdırılır;
b. Süni intellekt adi ölçmə vasitələrinin mikro EHM-lə əlaqələndirərək yaradılır.

Ölçmə prosesi ölçmə cihazlarının işləmə rejimi, məhdudiyyəti, çevikliyi, xətaların aşlarlanması ilə əldə edilən hasillərin uyğunluğunun müəyyənləşdirilməsi kimi əməliyyatları özündə birləşdirir.

Sensorlardan alınan analoq siqnallar üzərində birbaş hesablamalar aparmaq mümkün deyildir. Çünki çeviricinin çıxışında ədəd əvəzinə yeni analoq siqnal yaranır. Analoq siqnallar özlüyündə ədədli kəmiyyətlərə çevrilməlidir. Bütün bunları nəzərə alaraq, düzgün ölçmə aparmaq üçün aşağıdakı tənlikdən istifadə etmək olar:

$$x_j^* = R_2 K R_1 x(t_j)$$

Burada $x(t_j)$ – ölçülən kəmiyyət,

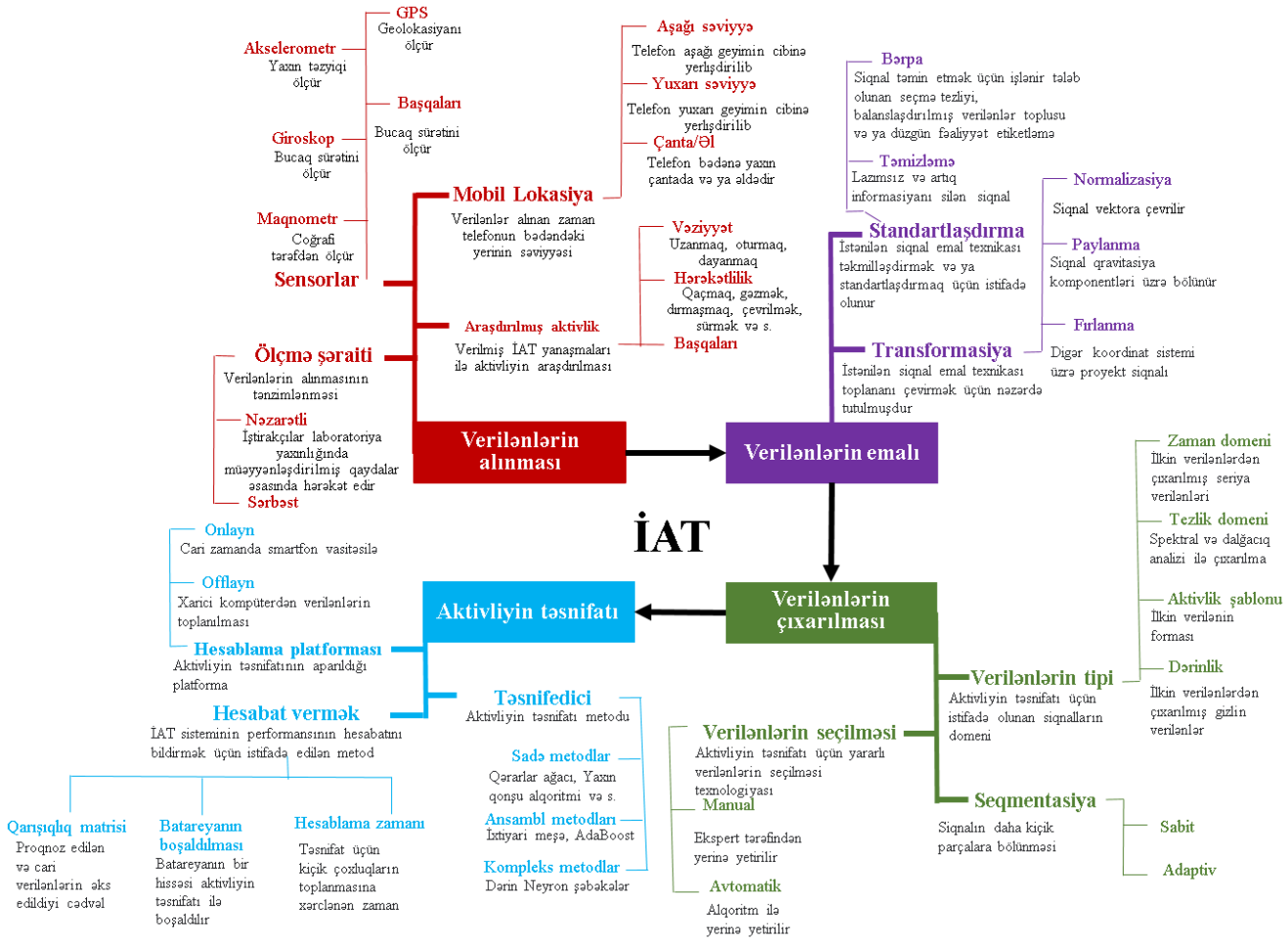
R_1 – analoq şəkildə həyata keçirilən çevrilmələr,

K – analoq - ədəd çevrilməsi,

R_2 - ədəd şəklində həyata keçirilən çevrilmələr,

x_j^* - ölçmə nəticəsidir.

Aktivliyin seçilməsi insan aktivliyinin tanınmasının əsas cəhətlərindən biridir. Araşdırılan aktivliyi müxtəlifliyinə görə siniflərə bölünə bilər: vəziyyət, hərəkətlilik, başqaları.



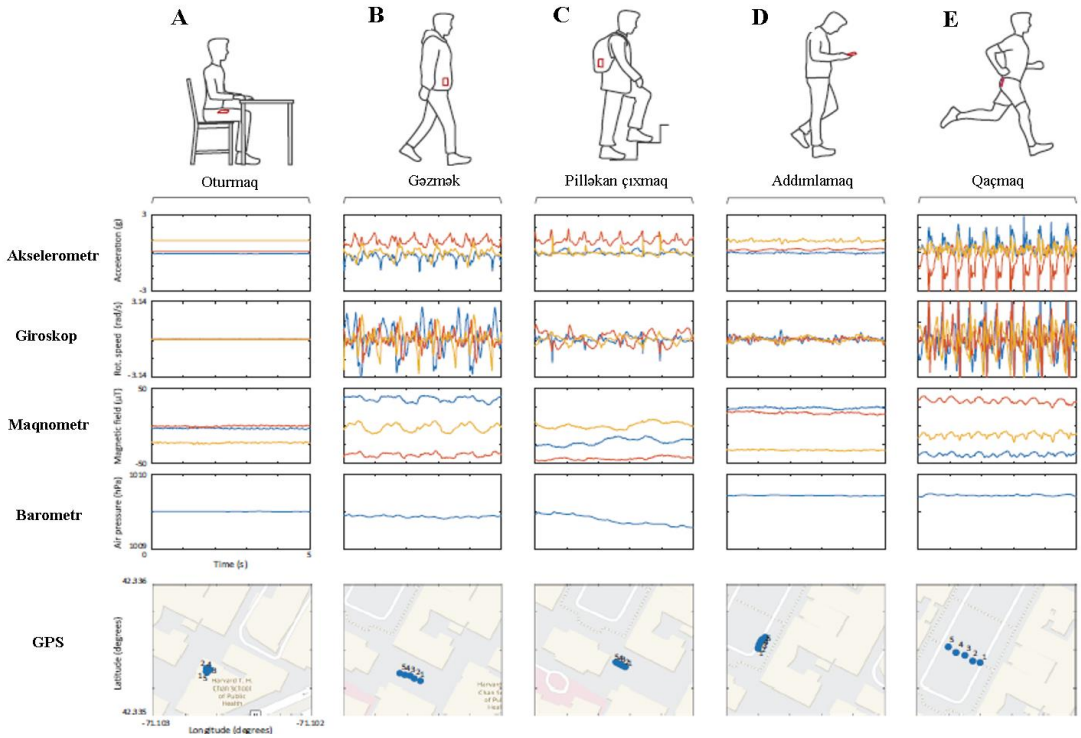
Şəkil 1. *İnsan aktivliyinin tanınmasına (İAT-a) olan dörd yanaşma bir baxışda.*

İnsan hərəkəti vəziyyət sinfində bədənin sabit qalan quruluşuna görə təsnif edilir. Uzanmaq, oturmaq və dayanmaq insanların bədənlərinin gündəlik ən çox rastlaşdığı vəziyyətləridir.

Hərəkətlilik sinfinə aid edilən hərəkət növləri əksər insanlar üçün ümumi hesab edilən davranışlarıdır. Qaçmaq, dırmanmaq, çevrilmək, velosiped sürmək insanlar arasında ən məşhur sayılan hərəkətlərdir.

Başqaları hərəkət qrupuna aid edilən hərəkətlər dağa dırmanmaq, sörfinq, ağır idman hərəkətləri kimi könüllü üz tutulan hərəkətlərdir.

Tədqiq olunan aktivliyin spektri verilənlərin alınması üçün seçilməli olan sensorları müəyyən edir. Müasir smartfonlar bir sıra sensorlarla təchiz olunmuşdur. Bunlara nümunə olaraq GPS, akselerometr, qiroskop, maqnometr, barometr və s. sensorlarının adlarını çəkmək olar. (Şəkil 1)



Şəkil 1. *Smartfonların sensorlar vasitəsilə verilənləri toplaması*

Təsvir edilən şəkildə beş fərqli hərəkət anında olan insanlarda smartfonun lokasiyasına (yuxarı səviyyə, aşağı səviyyə, çanta/əl, bax Şəkil) əsasən sensorların qəbul etdiyi siqnallar əks edilmişdir.

Verilənlərin emalı – İAT üçün toplanmış verilənlərin sazlanması, təmizlənməsi və ölçülərin çevrilməsini təmin edən proseslər toplusudur. Verilənlərin emalı mərhələsində görülən proseslərin səbəbi verilənlərin alınması zamanı baş verə biləcək boşluqları, smartfonun qəfil yerdəyişmələri zamanı ərsəyə gələ bilən uyğunsuzuqları aradan aparmaqdır. Smartfonun sensorları həssas olduğu üçün smartfonun fırlanması, yerinin dəyişməsi kimi halların fərqini hiss etmədən yeni verilənlər kimi hesablayır. Nəticədə təkrarlanmalar, artıq verilənlər ortaya çıxır.

Bu cür təkrarlanmalar səbəbilə **verilənlərin çıxarılması** mərhələsi verilənlərdə olan artıq informasiyanı çıxararaq ilkin verilənləri xülasələşdirir.

Aktivliyin təsnifatı - təsnifat prinsipinə əsaslanan aktivik sinifləri ilə çıxarılmış verilənlərin əlaqələndirilməsi prosesidir. Təsnifat verilənlər bazasında qeyd olunmuş fiziki aktivlik ilə verilənlər arasındakı modeli tanımağı bacaran alqoritm ilə aparılır. Modelin proqnozu ilə həqiqi qiymətlər arasındakı müqayisə yanaşmanın dəqiqliyini qiymətləndirməyə icazə verir.

Təsnifedicinin seçilməsi toplanmış verilənlər bazası üçün yüksək təsnifat dəqiqliyi olan metodların seçilməsi məqsədi daşıyır.

Sonda 2021 – ci ildə Rəqəmsal Tibb jurnalında nəşr olunmuş Seul Milli Universiteti Bundang Xəstəxanasında (SHUH) smartfon vasitəsilə toplanmış verilənlərin bir nüsxəsini yerləşdirmək istəyirəm. (Cədvəl)

Cədvəl .

Verilənlər seti	**Ölçmə şəraiti**	**Əhali**	**Sensorlar**	**Sensorun bədəndəki yeri**	**Aktivlik**	**İstifadəsi**	**Referens**
WISDM*	Nəzarətli	36	Akselerometr	Aşağı səviyyə	Vəziyyət, hərəkətlilik	28,58 – 60, 63,65,69	130
UniMIB SHAR	Nəzarətli	30	Akselerometr	Aşağı səviyyə	Vəziyyət, hərəkətlilik, başqaları	85 – 87, 89, 104, 110, 122 – 129	54
Sussex – Huawei Locomotion (SHL)	Sərbəst	3	Akselerometr, giroskop, maqnometr, başqaları	Aşağı səviyyə, Yuxarı səviyyə, Çanta/Əl	Hərəkətlilik	54,58,82, 85, 96	23

Cədvəl. (davamı)

MobiAct	Nəzarətli	54	Akselerometr, qiroskop, maqnometr	Aşağı səviyyə	Hərəkətlilik, başqaları	23, 42, 83, 119, 131, 132	133
Complex Human Activity**	Nəzarətli	10	Akselerometr, qiroskop, maqnometr	Aşağı səviyyə	Vəziyyət, hərəkətlilik	41, 59, 72, 96	134
Actitracker	Sərbəst	225	Akselerometr, qiroskop	əlçatılmazdır	Vəziyyət, hərəkətlilik	73, 86, 87, 109	135
Extrasensory	Sərbəst	60	Akselerometr, qiroskop, maqnometr, GPS	əlçatılmazdır	Vəziyyət, hərəkətlilik, başqaları	69, 111	136
Real World	Nəzarətli	15	Akselerometr, qiroskop, maqnometr	Aşağı səviyyə	Vəziyyət, hərəkətlilik	102, 106	137
Motion Sense	Nəzarətli	24	Akselerometr, qiroskop	Aşağı səviyyə	Vəziyyət, hərəkətlilik	28, 67	138
Sensor activity	Nəzarətli	10	Akselerometr, qiroskop, maqnometr	Aşağı səviyyə	Vəziyyət, hərəkətlilik	28, 96	32
Walking recognition	Nəzarətli	77	Akselerometr, qiroskop, maqnometr	Aşağı səviyyə, Yuxarı səviyyə, Çanta/Əl	Hərəkətlilik	28	29
Real – Life HAR	Sərbəst	19	Akselerometr, qiroskop, maqnometr, GPS	əlçatılmazdır	Hərəkətlilik, başqaları	29	93
Transportation Mode Detection	Sərbəst	13	Akselerometr, qiroskop, maqnometr, başqaları	əlçatılmazdır	Hərəhətlilik	93	139
HASC – 2016	Nəzarətli, Sərbəst	567	Akselerometr, qiroskop, maqnometr, başqaları	Aşağı səviyyə, Yuxarı səviyyə, Çanta/Əl	Vəziyyət, hərəkətlilik	131	140

Ədəbiyyat

1. Anderson, M.& Perrin, A. Tech adoption climbs among older adults, 2017.
2. Association, G. The mobile economy, 2020.
3. Coorevits, L. & Coenen, T. The rise and fall of fittness trackers. Acad Manag, 2016.
4. Del Rosario, M. B. et al. A comparison of activity classification in younger and older cohorts using a smartphone. Physiol. Meas. 35, 2269–2286 ,2014.
5. Digital Medicine Journal, 2021.
6. Kuehn, B. M. FDA's foray into big data still maturing. J. Am. Med. Assoc. 315,1934–1936 ,2016
7. Nan, Y. et al. Deep learning for activity recognition in older people using a pocket-worn smartphone. Sensors 20, 7195 ,2020.
8. Taylor, K. .& Silver, L. Smartphone ownership is growing rapidly around the world, but not always equally, 2019.
9. Wigginton, C. Global Mobile Consumer Trends, 2nd edition, Deloitte, 2017.
10. Wu, W., Dasgupta, S., Ramirez, E. E., Peterson, C. & Norman, G. J. Classification accuracies of physical activities using smartphone motion sensors. J. Med.Internet Res. 14, e130 ,2012.

РЕЗЮМЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ

Султанова А.Б., Гейдарова Л.Э.

Ключевые слова: *новое приложение, смартфон, цель, микро-интеллектуальное устройство.*

В настоящее время даже с помощью смартфона уже можно собирать данные о человеческой активности, определять степень ее активности и заранее информировать о рисках для здоровья. Наша цель – сформировать полезное для общества приложение, принимая сигналы от датчиков в виде данных и применяя их к трем основным предметам здравоохранения, создавая программное обеспечение, которое мы планируем. Мы предполагаем, что после создания этой

программы вам понадобится новое микро-интеллектуальное устройство для получения более точных результатов. По этой причине мы также включили в цель научной работы создание очень маленького сенсорного интеллектуального устройства.

SUMMARY
DETERMINATION OF HUMAN ACTIVITY USING RECOGNITION SYSTEM
Sultanova A.B., Heidarova L.E.

Keywords: *new application, smartphone, target, micro-intelligent device.*

Currently, even with the help of a smartphone, it is already possible to collect data on human activity, determine the degree of its activity and inform in advance about health risks. Our goal is to create an application that is useful to society by taking signals from sensors in the form of data and applying them to the three main subjects of healthcare, creating the software that we plan. We assume that after creating this program, you will need a new micro-intelligent device to get more accurate results. For this reason, we have also included the creation of a very small sensor intelligent device in the goal of scientific work.

İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYASININ ENERJİ BLOKUNUN DİAQNOSTİK EKSPERT SİSTEMİNİN İŞLƏNMƏSİ

Sultanova A.B., Rüstəmli E.Ə.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
saxira@mail.ru, rustamlieltac34@gmail.com

Açar sözlər*: ekspert sistem, diaqnostika, avadanlıq, qərar cədvəlləri, informasiya texnologiyaları, turbogenerator, qərar qəbuletmə.*

Məqalədə elektrik sistemlərində avadanlıqların vəziyyətinin diaqnostikası üçün ekspert sistemlərinin yaradılması sahəsindəki inkişaflar təhlil edilir. Məlum vəziyyətin qiymətləndirilməsinə əsasən alınan nəticələr əsasında ekspert sisteminin yaradılması üçün yeni yanaşma təklif olunur. Diaqnostik sistemin informasiya komponenti informasiya texnologiyalarının inkişafının müasir tendensiyaları nəzərə alınmaqla hazırlanmışdır. İES-lərdə turbogeneratorların diaqnostikası üçün İES işçiləri tərəfindən qərarların qəbulu prosesinin dəstəklənməsi sistemi ilə birgə fəaliyyət göstərən ekspert sisteminin tətbiqi təklif olunur. Istilik elektrik stansiyalarının enerji bloklarının diaqnostikası ekspert sistemi vasitəsilə verilən məsləhətlər obyektdə baş verən qəza vəziyyətlərinin aradan qaldırılmsına yönəlmişdir.

Problemin qoyuluşu. Müasir dövrdə Elektroenergetika sistemlərinin (EES) işləməsinin obyektləri üçün avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemlərinə olan tələblər dəyişib. Bu, ilk növbədə, ES-nin yenidən qurulması, enerji bazarının yaradılması və fəaliyyəti, habelə obyekt haqqında məlumat toplamaq, bu obyektlərə nəzarət və idarə etmək üçün nəzərdə tutulmuş informasiya texnologiyalarının və müasir mikroprosessor cihazlarının tam tətbiqi ilə bağlıdır. İstilik elektrik stansiyalarının enerji blokları üçün - sistemlərinin yaradılması probleminin müasir vəziyyətinin təhlilini iki istiqamətdə aparmaq məqsədə uyğundur: 1) diaqnostika ekspert sistemlərinin (DES) yaradılması ilə əlaqədar nəzəri tədqiqatlar və üsullar; 2) tətbiqi sistemlərin təhlili.

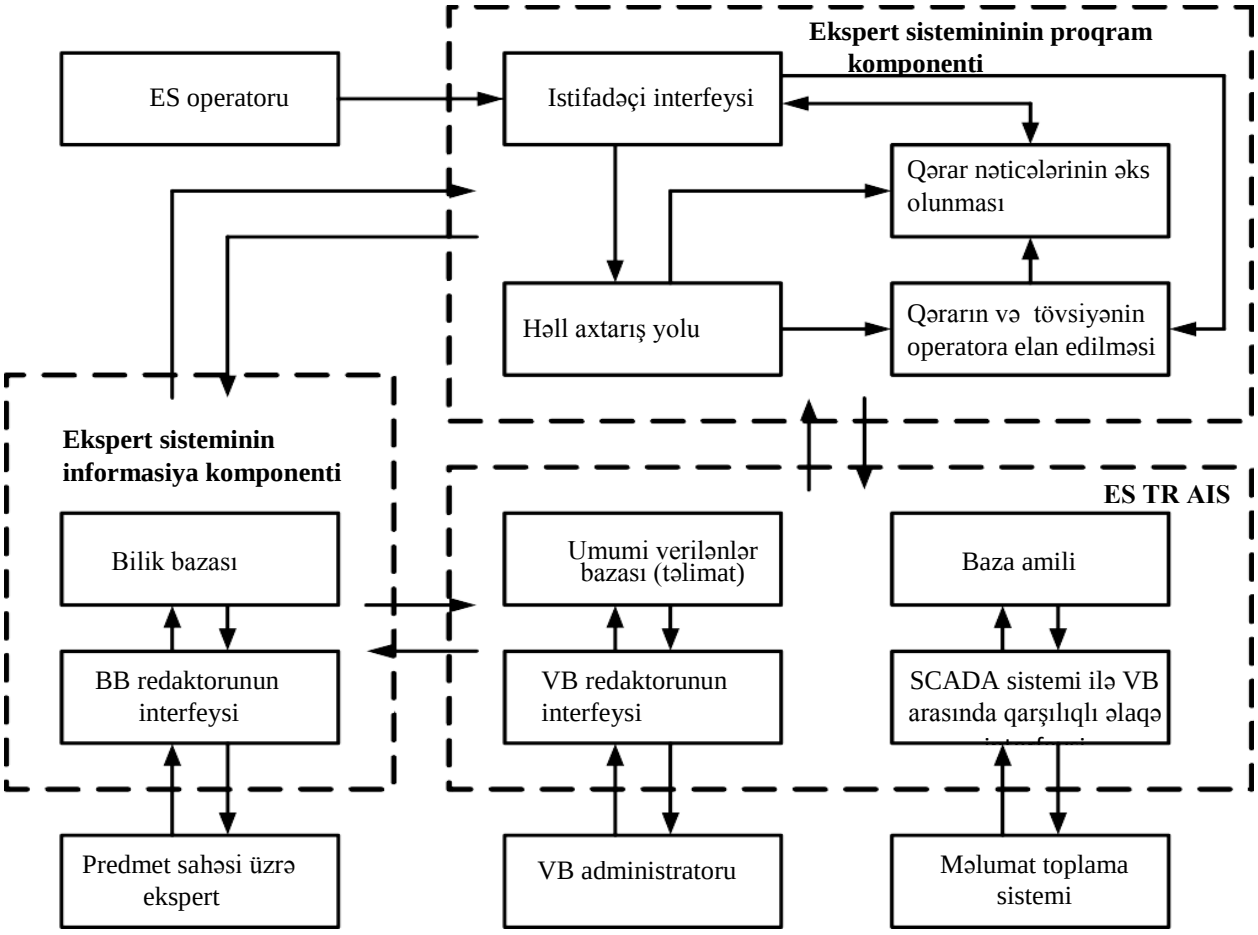
Belə şəraitdə EES-nin işləməsi işçi heyətinin işinin keyfiyyətindən asılıdır. Gərgin, xüsusilə də fövqəladə vəziyyətlərdə əhəmiyyətli miqdarda məlumatı emal etmək lazım olduqda, işçi heyətinin məlumat emalı alətləri ilə qarşılıqlı əlaqəsini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırmağa ehtiyac yaranır.

Real zaman miqyasında fəaliyyət göstərən DES, [1-3]-də qeyd edildiyi kimi, aşağıdakı bloklar əsasında qurulur: biliklər bazası (BB), məntiqi nəticənin çıxarılışı bloku, giriş verilənlərinin təhlili bloku və istifadəçinin interfeysi. Mənbəyinə görə iki tip ilkin verilənlərdən istifadə olunur: 1) operatorun daxil etdiyi verilənlər; 2) məlumat ölçü cihazlarından alınan verilənlər. Belə bir ES üçün BB produksiya qaydaları əsasında qurulur. DES üçün strateji biliklərin konsepsiyasına [3-4]-da baxılıb. [5-6]-də diaqnostika məsələləri üçün biliklərin bir neçə BB-sı arasında paylanmasının münasibliyi qeyd olunur: bu BB-nin ölçüsünü məhdudlaşdırmağa, biliklərin əlavə olunması və dəyişilməsini asanlaşdırmağa, hər bir problem üçün biliklərin təsvirini daha əlverişli formasını seçməyə imkan verir.

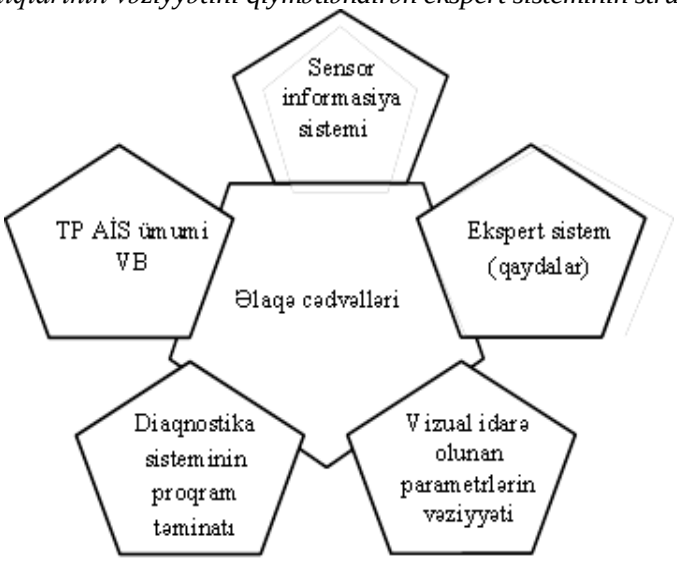
Tədqiqat obyekti kimi kondensasiya tipli istilik elektrik stansiyanı nəzərdən keçirək. Baxılan stansiyada səkkiz enerji bloku istismar olunur . İES-in enerji blokunun prinsipial texnoloji sxeminə baxdıqda hər bir enerji blokun tərkibinə eyni avadanlıq və qurğuların daxil olduğunu görürük.(qazan aqreqatı; buxar turbini; generator; kondensator; 1-ci pillə kondensat nasosları; 2-ci pillə kondensat nasosları; duzsuzlaşdırıcı qurğu; aşağı təzyiqli qazdırıcılar; deaerator; buster nasosları; bəsləyici elektronasos; bəsləyici turbonasos; yüksək təzyiqli qızdırıcılar, su və buxar boru kəmərləri). Bu da bizə bir bloku təhlil etməyə imkan verir.

Bütün bu problemləri həll etmək üçün ekspert sistemlərinin aşağıdakı işləmləri müəyyən edilmişdir.(bax. Şəkil 1)

Ekspert diaqnostika sisteminin qurulması və onun elektrik stansiyalarında müasir avtomatlaşdırılmış proseslərə nəzarət sistemlərinə uyğunlaşdırılması üçün təklif olunan konsepsiya nəzərə alınmaqla, elektrik stansiyasının avadanlıqlarının (İES-lərdə generatorlar) diaqnostikası sisteminin informasiya komponentinin qurulmasının blok diaqramı Şəkil 2-də göstərilmişdir. Bu, minimum xərclə ekspert sisteminin yaradılmasını təmin edir.(bax. Şəkil 2).



Şəkil 1. *Elektrik avadanlıqlarının vəziyyətini qiymətləndirən ekspert sisteminin struktur sxemi.*



Şəkil 2. *Generator diaqnostika sisteminin informasiya komponentləri.*

Bu sistemin biliklər bazasının və müxtəlif hesablama metodlarının paralel emalı rejimi imkanına malik olamsını tələb edir. Başqa sözlə desək, əgər ekspert sistemi deaeratorun diaqnostikası məsələsini həll edirsə o, eyni zamanda onunla əlaqəli olan nasosların , yüksək və aşağı təzyiq qızdırıcılarının da vəziyyətinə diaqnoz qoymalıdır ki, son nəticədə bütövlükdə deaeratorun diaqnostikası məsələsini həll etmiş olsun. OYY əsasında yaradılmış biliklər bazasında predmet sahəsinin – istilik elektrik stansiyasının strukturu, onun blokları və yerinə yetirdiyi funksiyalar vahid bir verilənlər strukturu şəklində birləşdirilir. Bu üsulla OYY-də OLE (Object Linking and embuilding) – obyekt əlaqələndirilməsi və qoşulması üsulu deyilir. Bu üsulun mahiyyəti ondadır ki, enerji bloklarının parametrləri öz verilmiş qiymətlərindən meyl edərkən qeyri-aşkar şəkildə bu vəziyyəti emal edən funksiya və ya məntiqi çıxarılış bloku həllə buraxılır. Məsələn, əgər qazanın iş rejimində hər hansı bir dəyişiklik olarsa, bu üsul onunla əlaqəli olan digər qurğuların: turbinin və yüksək təzyiq gücləndiricilərinin də iş rejimlərinin yenidən qiymətlədirilməsi proqram funksiyalarını qeyri-aşkar şəkildə həllə buraxır.

Texnoloji qurğuların iş rejimlərinin diaqnostikası məsələsində texnoloji parametrlər üçün bu term çoxluqlara baxılır: bir az artdı, artdı, çox artdı, az azaldı, çox azaldı, dəyişmədi. Cədvəldə Turbin qurğusunun parametrlərinin linqvistik termləri göstərilmişdir.

Cədvəl.

Turbin qurğusu parametrlərinin linqvistik termləri

Parametr	Ölçü vahidinin işarəsi	Linqvistik term				
		norma	çox aşağı	aşağı	Yuxarı	Çox yuxarı
Tər buxarın təzyiqi	$P_{I1,}$ KQs/sm^2	240	P_{I1} <235	$P^0_{I1} - 5$	$P^0_{I1} + 5$	$P^0_{I1} + 10$
Tər buxarın temperaturu	T_{I1} , ^{0}C	540	T_{I1} <530	$T^0_{I1} - 10$	$T^0_{I1} + 5$	$T^0_{I1} + 10$
Qızdırılmadan sonra buxarın temperaturu	T_{I2} , ^{0}C	540	T_{I2} <530	$T^0_{I2} - 10$	$T^0_{I2} + 5$	$T^0_{I2} + 10$
Yük	L, MBt	300	L<100	L<200		

Məsələn, Turbin qurğusunun iş rejimini qaydalar şəklində aşağıdakı kimi yaza bilərik:

Əgər $P_{I1}^t \in [246, 260]$ Və $t \in [t_0 , t_0 + 30]$, Onda REJİM=QİSAMÜD_YOLVERİLƏN

Əgər $P_{I1}^t \in [546, 550]$ Və $t \in [t_0 , t_0 + 30]$, Onda REJİM=QİSAMÜD_YOLVERİLƏN

Əgər $P_{I2}^t \in [546, 550]$ Və $t \in [t_0 , t_0 + 30]$, Onda REJİM=QİSAMÜD_YOLVERİLƏN

Əgər $P_{I1}^t \in [246, 260]$ Və $T_{I1}^t \in [546 , 550]$, Onda REJİM=QİSAMÜD_YOLVERİLƏN

Ədəbiyyat

1. Заболотный И.П. Система поддержки решений персонала тепловых электрических станций / И.П. Заболотный, С.А. Гришанов // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». - 2007. - Випуск 12(118). – С. 108-113.
2. Заболотный И.П. Внеязыковая технология программирования в информационно-управляющей системе локальными объектами ЭЭС / И.П. Заболотный // Вісник Кременчуцького державного політехнічного інституту. – 2004(26). – №3. – С. 171-174.
3. Armor A.F. Expert systems for power plants: the floodgates are opening / A.F. Armor // Power Engineering. - 1989. - Volume 93. - Issue 7. - 29-33.
4. Интегрированные экспертные системы диагностирования в электроэнергетике/ [Стогний Б.С., Гуляев В.А., Кириленко А.В. и др.]. – К.: Наук. Думка, 1992. – 248 с.
5. Котельников Б. В. Автоматизированная система диагностики электрооборудования электростанции / Б.В. Котельников // Сборник тезисов докладов межвузовской конференции молодых ученых. - Сургут: Изд-во СурГУ, 2001. – С. 71-72.
6. Гришанов С.О. Реалізація експертної системи для діагностування генераторів теплових електричних станцій / С.О. Гришанов, М.О. Канашевич // Збірник наукових праць X Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів у місті (Кременчук 28-29 березня 2012р.). – Кременчук: КНУ, 2012. - С. 305-306.

РЕЗЮМЕ
РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЭНЕРГОБЛОКА ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ
Султанова А.Б., Рустамлы Э. А.

Ключевые слова: *экспертная система, диагностика, оборудование, графики решений, информационные технологии, турбогенератор, принятие решений.*

В статье анализируются разработки в области создания экспертных систем диагностики состояния оборудования в электрических системах. Предлагается новый подход к созданию экспертной системы на основе результатов, полученных на основе оценки известной ситуации. Информационная составляющая диагностической системы разработана с учетом современных тенденций развития информационных технологий. Для диагностики турбогенераторов на ТЭС предлагается внедрение экспертной системы, работающей совместно с системой поддержки процесса принятия решений работниками ТЭС. Консультации, предоставляемые через экспертную систему диагностики энергоблоков тепловых электростанций, направлены на устранение аварийных ситуаций на объекте.

SUMMARY
DEVELOPMENT OF THE DIAGNOSTIC EXPERT SYSTEM OF THE POWER UNIT OF THE THERMAL POWER PLANT
Sultanova A. B., Rustamli E. A.

Keywords: *expert system, diagnostics, equipment, decision schedules, information technologies, turbogenerator, decision-making.*

The article analyzes development in the field of creating expert systems for diagnosing the condition of equipment in electrical systems. A new approach to the creation of an expert system based on the results obtained on the basis of an assessment of a known situation is proposed. The information component of the diagnostic system has been developed taking into account current trends in the development of information technologies. To diagnose turbo generators at the CHP, it is proposed to introduce an expert system that works together with a decision-making support system for TPP employees. Consultations provided through the expert diagnostics system of thermal power plant power units are aimed at eliminating emergency situations at the facility.

AN ALGORITHM FOR TOTAL DOMINATOR COLORING IN GRAPHS

[1]Vecdi Aytaç, [2]Canan Çiftçi
[1]Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Ege University, Izmir/Türkiye
[2]Department of Mathematics, Faculty of Arts and Sciences, Ordu University, Ordu/Türkiye
vecdi.aytac@ege.edu.tr , cananciftci@odu.edu.tr

Keywords: *combinatorial optimization, graph theory, total dominator coloring.*

Let $G = (V, E)$ be a graph with no isolated vertices. The total dominator coloring of G is a proper coloring that each vertex of the graph G is adjacent to all vertices of a color class. The total dominator chromatic number is the minimum number of colors needed for a total dominator coloring of G and denoted by $\chi_d^t(G)$. For graphs in general, the decision problem for this particular topic is known to be NP-complete. In this research, we propose an approach to determine total dominator coloring of graphs.

INTRODUCTION

We concern with simple and finite undirected connected graphs without loops and multiple edges throughout the study. Let $G = (V, E)$ be a graph, where V is a vertex set and $E \subseteq V \times V$ is an edge set. If there is an edge between two vertices u and v in a graph, then these vertices are adjacent or neighbors. For each vertex $v \in V$, the set $N(v) = \{u \in V \mid (u, v) \in E\}$ is the open neighborhood of v. The degree of a vertex v in G is the number of vertices adjacent to v and denoted by $deg_G(v)$. A subset $S \subseteq V$ is an independent set of G if no two vertices of S are adjacent in G. For graph theory terminology and notations not given here, see [9,10].

Graph coloring and graph domination are well-studied problems in graph theory. The study of domination in graphs has an important place in theory and applications of computer science and other multidisciplinary fields. Facility location problems in operations research provide an application for the dominating set in graphs. Graph coloring problem is a combinatorial optimization problem. Graph coloring is used as a model for an extensive number of applied problems including assignment of limited facilities (e.g., scheduling problems), and has played a crucial act in the growth of graph theory and, more usually, discrete mathematics and combinatorial optimization. A proper vertex coloring of a graph G is an assignment of colors such that no two adjacent vertices have the same color. The chromatic number of G, denoted by $\chi(G)$, is the minimum number of colors needed in a proper coloring of a graph. Coloring can also be defined

as the division of V into independent sets of color classes. Domination and its varieties such as total domination have been broadly investigated [1, 6, 9, 10]. A set $D \subseteq V$ is a dominating set if each vertex in $V - D$ is adjacent to at least one vertex in D. The domination number of G is the minimum cardinality of a dominating set of G.

There is a plenty of variants of proper graph coloring. In addition, graph coloring and domination problems are in connection. Chellali and Volkmann [5] introduce various relations between the chromatic number and several domination parameters. A graph coloring concept, which induces domination relations between vertices and color classes, is defined by Zverovich [14] as *strong coloring*. NP-completeness of strong coloring problem is shown in [14]. A strong coloring is a proper coloring of G such that each vertex of G is adjacent to every vertex of a color class. Then, Haddad and Kheddouci [8] introduce *strict strong coloring* which is a strong coloring such that there is no empty color class, and they prove that strict strong coloring is NP-complete for a number of colors at least four. The strict strong coloring is also studied under the name total dominator coloring [11-13]. The total dominator coloring of a graph is related to its total domination.

Let G be an isolated-free graph. For a subset $S \subseteq V$, if each vertex in $V(G)$ is adjacent to at least one vertex in S, then S is a *total dominating set*, briefly TDS. The *total domination number* of G, denoted by $\gamma_t(G)$, is the minimum cardinality of a total dominating set of S. A *total dominator coloring*, TDC in short, of a graph G having no isolated vertex is a proper coloring of G such that each vertex of the graph is adjacent to every vertex of some (other) color class. The minimum size of color classes in a TDC of G is the *total dominator chromatic number* $\chi_d^t(G)$ of G. It is clear by the definitions that $\chi(G) \leq \chi_d^t(G) \leq |V|$.

Several evolutionary approaches have been proposed to deal with strict strong coloring or total dominator coloring problem [2, 3, 4, 7, 8]. In this research, we offer a new approach to determine total dominator coloring number for graphs.

2. TOTAL DOMINATOR COLORING ALGORITHM

In this section, we give an algorithm for total dominator coloring of a graph.

2.1. The Algorithm

procedure Algorithm_ TDCN (G: A Graph)

{TDS : a variable containing sets that is used to store the set of vertices that have the total domination property

G' : A copy of the graph G . It is used in order not to lose the original graph G. Because the vertex deletion is performed in the algorithm.

neighbors_u : A set variable which holds set of vertices having neighbors of u vertex

neighbors_v : A set variable which holds set of vertices having neighbors of v vertex

z : A set variable which holds set of vertices.

S : a variable containing sets that is used to store the set of vertices that have the independence property **}**

```
begin
TDS ← empty set
 G' ← G
 while size(G') > 1 do
 begin
     v = vertex in G' with maximum degree
     add v to TDS
     u = adjacent vertex to v in G' with maximum degree
     add u to TDS
     neighbors_u ← set of neighbors of u in G'
     neighbors_v ← set of neighbors of v in G'
     z ← neighbors_u ∪ neighbors_v
      remove all vertices in z from G'
 end while
  if size(G') = 1 then
 begin
     v  ← the remaining vertex in G'
     u ←  arbitrary neighbor of v in G // Note that u comes from G not G'
     add u to TDS
```

```
    end if
G' ← G
remove all the vertices in TDS from G'
while G' is not empty  do
begin
        S ← empty set
        for each vertex v in G' do
        begin
                if v is not adjacent to any vertex in S then add v to S
       end for
        add S to TDS
remove all the vertices of S from G'
end while
TDCN ←|TDS|
End
{A number of colors TDCN}
```

2.2. Explanation

The algorithm consists of two main parts. In the first part, the vertices that provide the total domination property of the graph are determined. Each of these vertices will be separately the total dominator color class of the graph.

In the beginning, TDS is initially determined as the empty set. The TDS is the variable containing sets that are used to store the set of vertices that have the total domination property. In the next step, we create a graph G' which is the copy of the original graph G. It is used in order not to lose G because the vertex deletion is performed in the algorithm. After that, a *while* loop starts. In the *while* loop, we choose two vertices u and v from G' having maximum degree, where u is the adjacent vertex of v in G'. We add u and v to TDS. Later, we remove u, v and all their neighbors from G'. This *while* loop continues as long as the number of vertices of G' is greater than 1. The number of remaining vertices of G' after exiting the loop is either 1 or 0. If the number of remaining vertices of G' is 1, the total domination property is not satisfied. Therefore, any neighbors of this remaining single vertex in G is added to TDS as a new color class.

Upon completion of the first step, each vertex that is not in TDS is adjacent to at least one of the color classes formed by TDS. To complete this step in terms of total dominator coloring, other vertices not included in TDS must also belong to the new color class.

In the second part of the algorithm, it is determined which color classes these vertices belong to. Therefore, the graph in which the vertices in TDS are removed from G' is considered. As a result of the second part, all vertices are assigned to a color class.

The total dominator coloring number of a graph G is at most the TDCN value obtained by the algorithm. Thus, $\chi_d^t(G) \leq TDCN$.

Acknowledgements

This work is supported by TÜBİTAK 3501-Career Development Program under the project number 121F228.

References

1. Alber J., Betzler N. and Niedermeier R., Experiments on data reduction for optimal domination in networks, Ann. Oper. Res. 146, 105-117, 2006.
2. Bensouyad, M., Guidoum, N., and Saidouni, D. E. Strict Strong Graph Coloring: Algorithms and Applications. In Proceedings of the International Conference on Engineering & MIS 2015, 1-5.
3. Bensouyad, M., Guidoum, N., and Saïdouni, D. E. A new and fast evolutionary algorithm for strict strong graph coloring problem. Procedia Computer Science, 73, 138-145, 2015.
4. Bouzenada, M., Bensouyad, M., Guidoum, N., Reghioua, A., and Saïdouni, D. E. A generalized graph strict strong coloring algorithm. International Journal of Applied Metaheuristic Computing, 3(1), 24-33, 2012.
5. Chellali M., Volkmann, L. Relations between the lower domination parameters and the chromatic number of a graph. Discrete Mathematics, 274(1-3), 1-8, 2004.
6. Cooper C., Klasing R. and Zito M., Lower bounds and algorithms for dominating sets in web graphs, Int. Math. 2, 275-300, 2005.

7. Guidoum, N., Bensouyad, M., and Saïdouni, D. E. The strict strong coloring based graph distribution algorithm. International Journal of Applied Metaheuristic Computing, 4(1), 50-66, 2013.
8. Haddad M. and Kheddouci H. A strict strong coloring of trees. Information Processing Letters, 109(18), 1047-1054, 2009.
9. Haynes T. W., Hedetniemi S. T., Henning M. A. (eds), Topics in Domination in Graphs, Springer Nature Switzerland, 2020.
10. Haynes T. W., Hedetniemi S. T., Henning M. A. (eds), Structures of Domination in Graphs, Springer Nature Switzerland, 2021.
11. Henning, M.A., Total dominator colorings and total domination in graphs. Graphs and Comb., 31 (2015), 953-974.
12. Kazemi A. P., Total dominator chromatic number of a graph, Transactions on Combinatorics, 4(2), 57-68, 2015.
13. Vijayalekshmi A., Total dominator colorings in graphs, International Journal of Advancements in Research and Technology, 4, 1-6, 2012.
14. Zverovich I. E. A new kind of graph coloring. Journal of Algorithms, 58(2), 118-133, 2006.

XÜLASƏ
QRAFLARDA ÜMUMİ DOMİNATOR BOYAMA ALQORİTMİ
Vecdi A., Canan Ç.

Açar sözlər: *kombinatorial optimallaşdırma, qrafik nəzəriyyəsi, total dominator rəngləmə.*

$G = (V, E)$ təcrid olunmuş təpələri olmayan qrafik olsun. G-nin ümumi dominator rənglənməsi düzgün rəngdir ki, G qrafikinin hər təpəsi rəng sinfinin bütün təpələrinə bitişikdir. Ümumi dominator xromatik sayı G ümumi dominator rənglənməsi üçün tələb olunan minimum rəng sayıdır və $\chi_d^t(G)$ ilə işarələnir. Ümumilikdə qrafiklər üçün bu xüsusi mövzu üçün qərar probleminin NP-tam olduğu məlumdur. Bu tədqiqatda biz qrafiklərin ümumi dominator rəngini təyin etmək üçün bir yanaşma təklif edirik.

РЕЗЮМЕ
АЛГОРИТМ ПОЛНОЙ РАСКРАСКИ ДОМИНАТОРОВ В ГРАФАХ
Вежди А., Джана Ч.

Ключевые слова: *комбинаторная оптимизация, теория графов, полная доминаторная раскраска.*

Пусть $G = (V, E)$ график без изолированных вершин**.** Полная доминантная раскраска G - это такая раскраска, что каждая вершина графика G смежна со всеми вершинами цветового класса. Полное доминаторное хроматическое число — это минимальное количество цветов, необходимое для полной доминаторной раскраски G, и обозначается $\chi_d^t(G)$. Для графиков в целом известно, что проблема решения для этой конкретной темы является NP-полной. В этом исследовании мы предлагаем подход к определению полной доминантной раскраски графиков.

SÜNİ İNTELLEKTİN İSTİFADƏ ETDİYİ NEYRON ŞƏBƏKƏLƏR

Zeynalova S.C.
Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan, Azərbaycan
seadet8787@rambler.ru

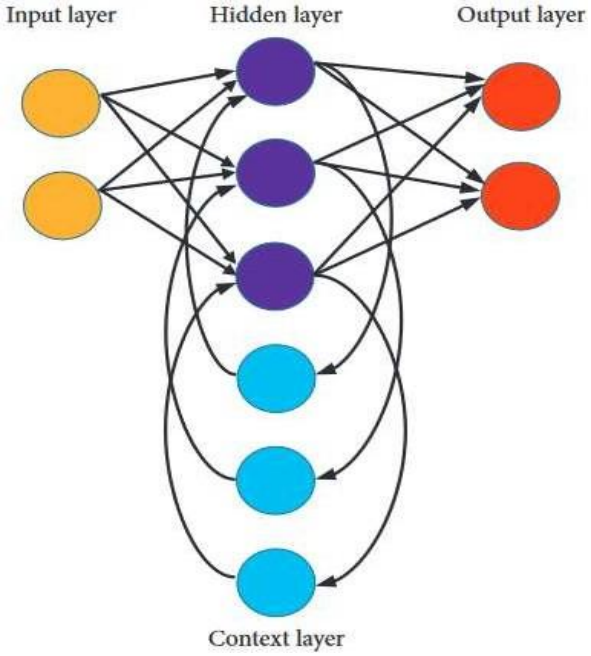
Açar sözlər: *süni intellekt, neyron, neyroşəbəkə, birqatlı şəbəkə, çoxqatlı şəbəkə*

Süni intellekt tədqiqatının insan beyninə bənzəyən maşınlarda funksionallıq yaratmağı hədəflədiyini nəzərə alsaq, AI modellərini yaratarkən tədqiqatçıların insan beyninin strukturundan ilham aldıqları əsaslandırılır. Beləliklə, süni neyron şəbəkələrinin yaradılması beyində neyron şəbəkələrini çoxaltmaq cəhdidir. Süni intellekt sistemləri təbii dili anlamaq kimi insana bənzər hərəkətləri yerinə yetirməyi bacarır və hətta konkret təsvirin məzmununu müəyyən etmək kimi analiz və nümunənin tanınması tələb olunan hərəkətlərdə insan mütəxəssislərini üstələyir.

Neyroşəbəkələrin birinci növü, eyni zamanda bu gün ən populyar olanları irəli ötürülən neyron şəbəkələridir (FNN). Onların adı məlumatın bir istiqamətdə axması və heç bir döngə olmaması ilə əlaqədardır. Xüsusi neyron şəbəkələri aralıq gizli təbəqələrin sayına görə, yalnız giriş qatını və çıxış qatını (birqatlı şəbəkələr) əhatə edən tək qatlılara və ya kənar təbəqələri əhatə edən çoxqatlı şəbəkələrə təsnif edilə bilər. giriş və çıxış və digər gizli təbəqələr (çoxqatlı şəbəkələr). Bu tip şəbəkələrdə əlaqə eyni təbəqənin vahidləri arasında deyil, yalnız əvvəlki təbəqənin vahidlərindən sonrakı təbəqənin vahidlərinə aparılır. İşlənmiş məlumat əvvəlki təbəqəyə qayıtmır. Şəbəkə tərəfindən yerinə yetiriləcək proses nə qədər

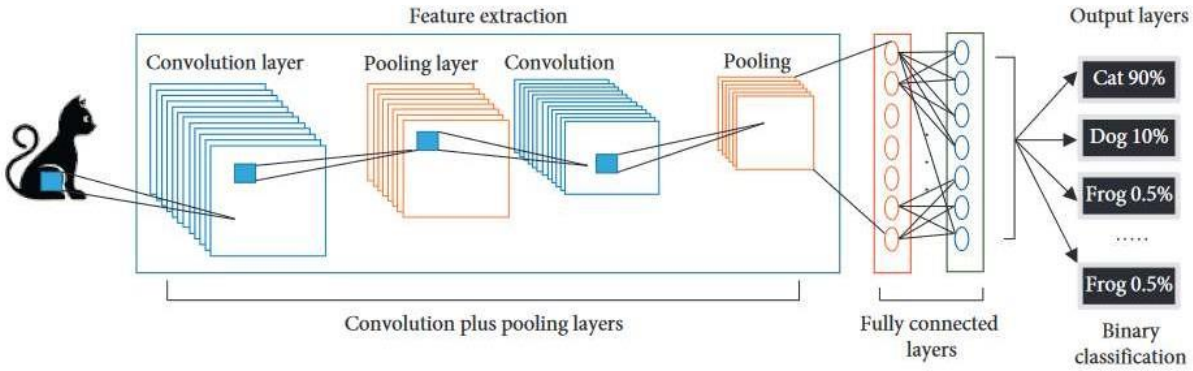
mürəkkəbdirsə, bir o qədər çox təbəqə var. Onlardan ən çox obyektin tanınması və nitqin tanınması sistemlərində istifadə olunur [1].

Neyroşəbəkələrin başqa bir növü, adından da göründüyü kimi, döngələr şəklində təkrar əməliyyatları əhatə edən təkrarlanan neyron şəbəkələridir (RNN). Onlar açıq şəkildə əvvəlkilərdən daha mürəkkəb şəbəkələrdir və eyni zamanda bu mürəkkəb funksionallıq sayəsində sadə səsin tanınmasından daha mürəkkəb prosesləri yerinə yetirə bilirlər. İrəli ötürülən neyron şəbəkələrində əlaqələr bir neyrondan yalnız növbəti təbəqənin neyronlarına gedirsə, təkrarlanan neyron şəbəkələrində daxili vəziyyətlərin mövcudluğuna imkan verən əks əlaqə əlaqələri mövcuddur. Bu, əvvəlki girişlər haqqında məlumat saxlaya bilən yaddaşın mövcudluğu deməkdir. Təbii ki, bu element həm də adi RNN şəbəkələrinin yaddaşı qısamüddətli olduğu üçün onların təlimi və funksionallığı ilə bağlı bir sıra məhdudiyyətlər gətirir. Bu xüsusi yaddaş problemini aradan qaldırmaq üçün uzun qısamüddətli yaddaş şəbəkələri adlanan bu şəbəkələrin daha yeni forması istifadə olunur. Bu şəbəkələrin xüsusi forması yaddaşın genişləndirilməsi vasitəsilə daha çox yaddaş tələb edən prosesləri yerinə yetirməyə imkan verir və adi RNN şəbəkələri yerinə yetirə bilməz. Tipik olaraq RNN-lər nitqin və mətnin tanınması, mətnin proqnozlaşdırılması və təbii dilin yaradılması kimi təbii dilin işlənməsi problemləri üçün istifadə olunur (Şəkil 1).



Şəkil 1. RNN-in strukturu

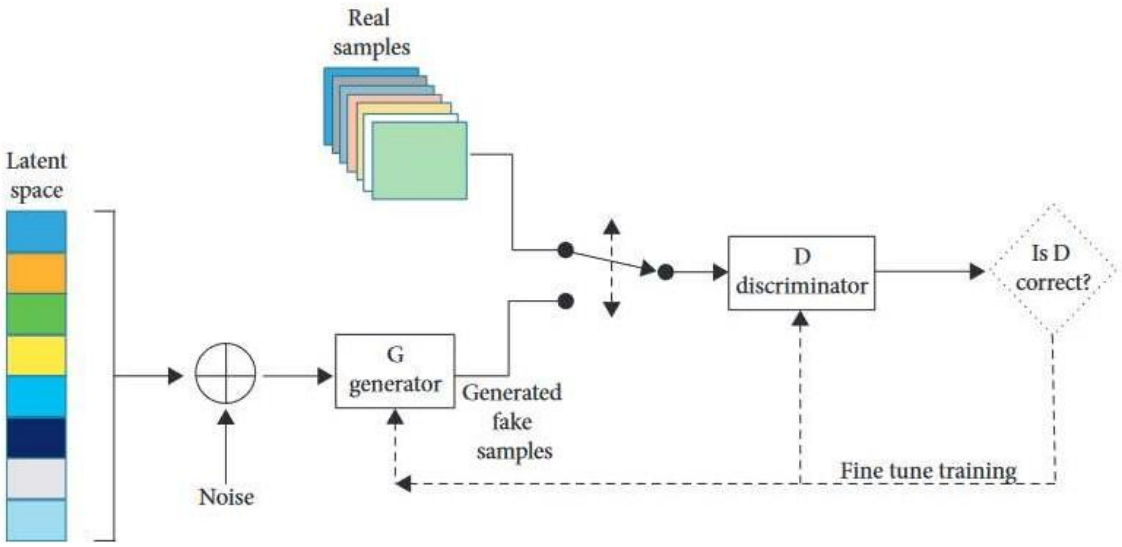
Convolutional neyron şəbəkələri (CNN) də neyron şəbəkələrinin bir növüdür. Onlar əsasən kompüter görmə tətbiqləri ilə əlaqələndirilmişdir və bu, mürəkkəb vizual analizləri yerinə yetirmək üçün uyğun olan arxitekturasına görədir. Şəbəkələrin bu xüsusi növü ilə bağlı ilk araşdırma onların əlyazma simvollarının tanınması üçün istifadəsinə yönəldilib. CNN-lər bir çox təbəqədən qurulur və əlaqələrin məqsədi xüsusiyyətlərin iyerarxik təsvirini öyrənməkdir. CNN şəbəkəsinin arxitekturası tipik ikiölçülü massiv əvəzinə neyronların üçölçülü massivi ilə müəyyən edilir. CNN şəbəkələri adətən üç növ təbəqədən, konvolyusiya qatlarından, birləşən təbəqələrdən və tam birləşmiş təbəqələrdən ibarətdir [2]. Bükülmə və klasterləşdirmə təbəqələri funksiyaların çıxarılmasını idarə edir, tam qoşulmuş təbəqə isə çıxarılan xüsusiyyətlərin son nəticəyə xəritələşdirilməsini idarə edir. CNN-lər əsasən maşın görmə və özünü idarə edən nəqliyyat vasitələri kimi tətbiqlərdə istifadə olunur (Şəkil 2).



Şəkil 2. *CNN-in strukturu*

Neyron şəbəkələrin başqa bir növü GAN-lardır (Generative Adversarial Networks). O, iki obyektdən, Diskriminatordan (D) və Generatordan (G) ibarətdir, burada generator arxitektura daxilində səhv məlumatlar istehsal edir, ayrı-seçkilikçi isə generator tərəfindən istehsal olunan məlumatların real olub-

olmaması barədə məlumat verməyi öhdəsinə götürür. Bu tip şəbəkələr əsasən təsvirin işlənməsi və səsin tanınması kimi tətbiqlər üçün seçilir (Şəkil 3).



Şəkil 3. *GAN-ın strukturu*

Bu növ süni neyron şəbəkələri bugünkü süni intellekt tətbiqlərində ən çox yayılmış olsa da, insan beyni ilə daha müqayisə edilə bilən funksionallıq səviyyəsinə nail olmaq üçün yeniliklər edən bir çox başqaları var. Beynin necə işlədiyinə dair hər yeni kəşf süni intellekt sahəsində yeni kəşfə gətirib çıxarır və neyron şəbəkələrinin daha yaxşı modellərinə gətirib çıxarır [3]. Beləliklə, insan beyni daha yaxşı başa düşülməyə davam etdikcə, insan beyninin bütün funksiyalarını kompüterlərdə canlandırmaq mümkün olmaq üçün yalnız vaxt məsələsidir.

Ədəbiyyat

1. Mohssen Mohammed, Muhammad Badruddin Khan, Eihab Bashier Mohammed Bashier. (2017), Machine Learning: Algorithms and Applications, CRC Press, pp. 7-12
2. Steven W. Knox. (2018), Machine Learning: A Concise Introduction, John Wiley & Sons, pp. 15, 33
3. Abhishek Vijayvargia. (2018), Machine Learning with Python: An Approach to Applied Machine Learning, BPB Publications

РЕЗЮМЕ
НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ
Зейналова С.Дж.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, нейрон, нейронная сеть, однослойная сеть, многослойная сеть*

Обсуждалось, что разные типы нейронных сетей были разработаны для решения разных задач, точно так же, как существуют разные части человеческого мозга, выполняющие разные функции. Существует множество нейронных сетей, разработанных и используемых исследователями, но некоторые из них были проанализированы как более применимые и, следовательно, более популярные.

SUMMARY
NEURON NETWORKS USED BY ARTIFICIAL INTELLIGENCE
Zeynalova S.C.

Keywords: *artificial intelligence, neuron, neural network, single-layer network, multilayer network*

It has been discussed that different types of neural networks have been developed to solve different problems, just as there are different parts of the human brain that provide different functions. There are many neural networks developed and used by researchers, but some of them have been analyzed to be more applicable and therefore more popular.

ПРОДУКЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕПНОГО КОНВЕЙЕРА ЛАМПОВОЙ ПЕЧИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Атаев Г.Н., Руфуллаева Р.А.
Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
gafar_atayev@mail.ru , rufren@mail.ru

Ключевые слова: *продукционная модель, функция принадлежности, температура ламповой печи, цепной конвейер , серво-двигатель.*

Для формирования базы правил системы нечетких продукций для управления цепного конвейера ламповой печи определяются входные и выходные лингвистические переменные. В качестве входной лингвистической переменной следует формально использовать следующие: «температура ламповой печи», «скорость движения цепного конвейера». В качестве выходной лингвистической переменной следует формально использовать «угол поворота вентиля серво-двигателя». Создана база нечетких продукций для управления цепного конвейера ламповой печи в условиях неопределенности [1].

Для фаззификации входных лингвистических переменных «температура ламповой печи», «скорость движения цепного конвейера» использована трапециевидная функция принадлежности [2]. В качестве терм - множества всех входных лингвистических переменных используются следующие множества:

T_1=(в пределах допуска; чуть ниже допуска; ниже допуска; существенно ниже допуска; максимально ниже допуска; чуть выше допуска; выше допуска; существенно выше допуска; максимально выше допуска);

T_2=(нормальное, близкое к нормальному; отрицательное, близкое к нормальному, положительное, близкое к нормальному).

В качестве терм-множества выходных лингвистических переменных используется следующие множество:

T_3=(большой угол влево; небольшой угол влево; нуль, близко к нулю; небольшой угол вправо; большой угол вправо).

Реализована процедура фаззификации входной лингвистической переменной <температура ламповой печи> посредством трапециевидной функции принадлежности на универсуме (0,30). Результат фаззификации входной переменной <температура ламповой печи> изображено на рисунке 1.

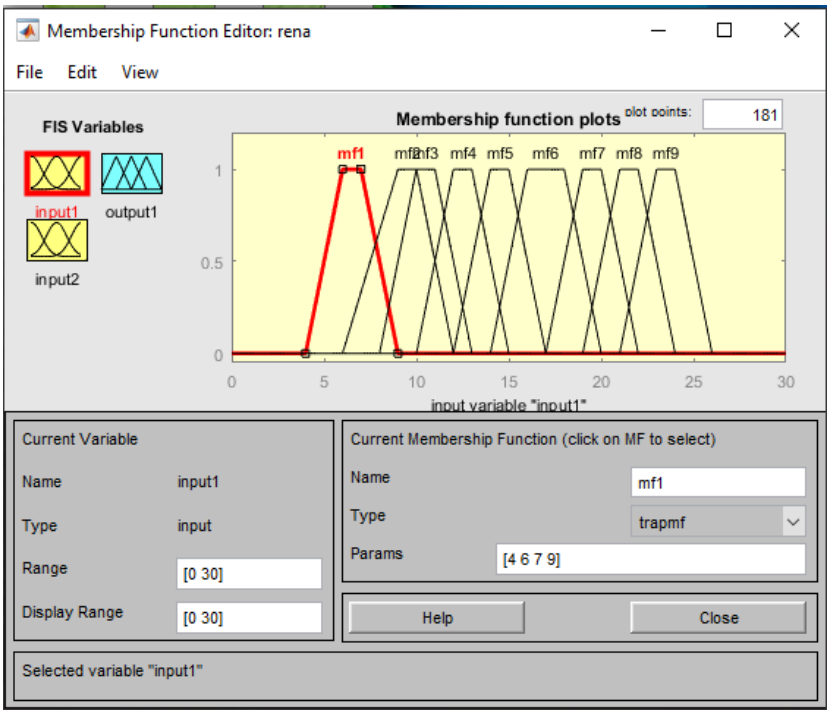


Рис.1 *Фаззификация входной лингвистической переменной <температура ламповой печи>*

Реализована процедура фаззификация входной лингивистической переменной <скорость движения цепного конвейера> посредством трапецеивидной функции принадлежности на универсуме (0,20). Результат фаззификации входной лингивистической переменной <скорость движения ценного конвейера> изображен на рисунке 2.

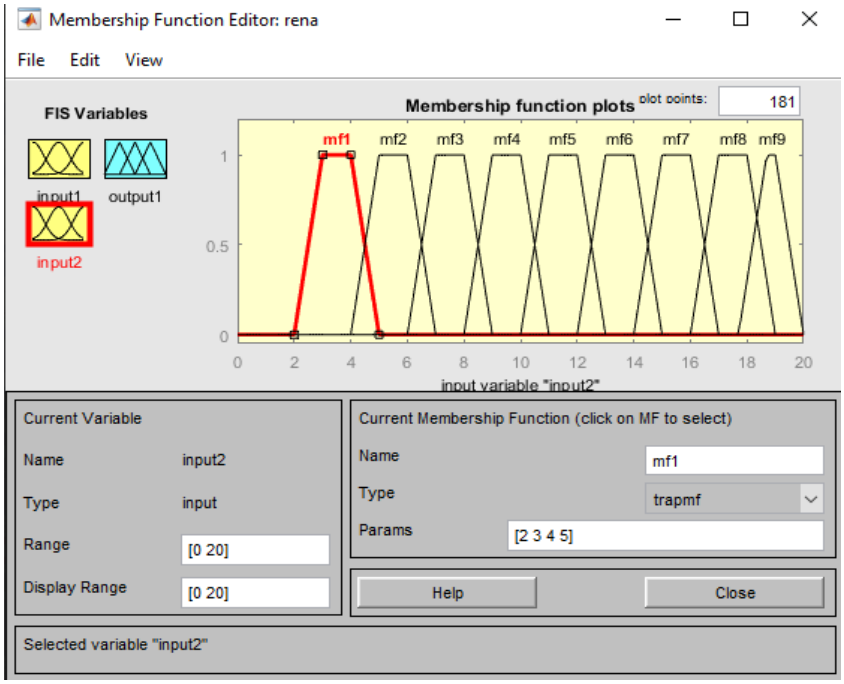


Рис.2. Фаззификация входной лингивистической переменной <скорость движения цепного конвейера>

Реализована процедура фаззификации выходной лингивистической переменной <угол поворота вентиля серво-двигателя> посредством трапециевидной функции принадлежности на универсуме (0,90). Результат фаззификации выходной лингивистической переменной <угол поворота вентиля серво-двигателья> изображен на рисунке 3.

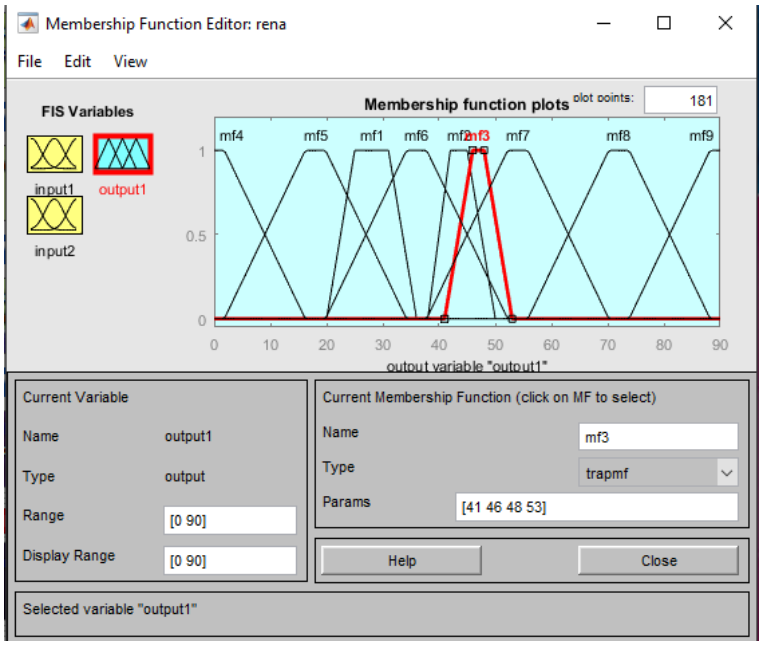


Рис.3. *Фаззификация выходной лингивистической переменной <угол поворота вентиля серво-двигателья>*

Реализована процедура агрегирования степени истинности условий в правилах нечеткой продукции (таблица 1), через которую фаззифицируются 9 термов лингвистической переменной «температура дамповой печи» посредством трапециевидной функции принадлежности на универсуме (0, 30).

Реализована процедура агрегирования степени истинности в правилах нечеткой продукции (таблица 1), через которую фаззифицируются 9 термов лингвистической переменной «скорость движения цепного конвейера» посредством трапецевидных функций принадлежности на универсуме (0, 20).

Таблица1.

Агрегирование входных лингвистических переменных «температура ламповой печи», «скорость движение цепного конвейера»

Степень истинности под условия «температура ламповой печи»	Степень истинности под условия «скорость движения цепного конвейера»	Степень истинности условий
0.900	0.105	0.105
0.175	0.265	0.175
0.280	0.325	0.280
0.390	0.595	0.390
0.470	0.710	0.470
0.100	1.000	0.100
0.580	0.495	0.495
0.200	0.215	0.200
0.120	0.085	0.085

Трёхмерное изображение результата дефаззификации выходных переменных «угол поворота вентиля серводвигателя» представлено на рисунке 4.

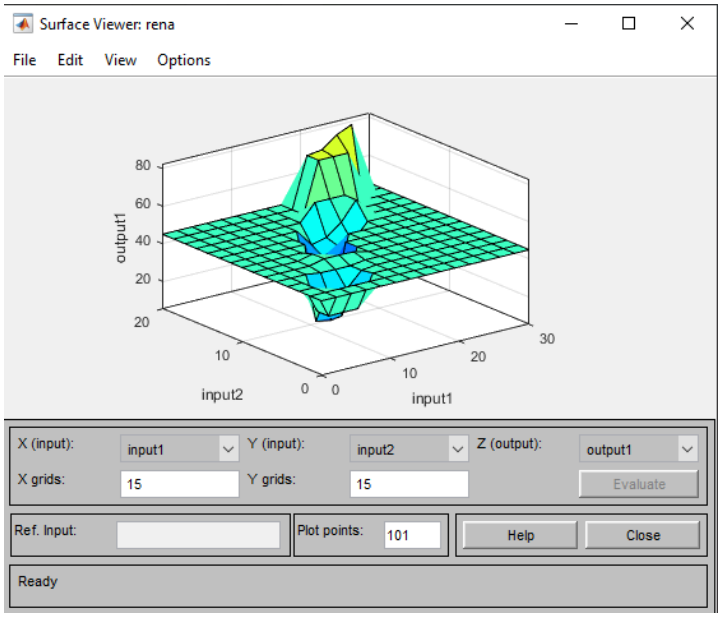


Рис.4. *Трёхмерное изображение результата дефаззификации выходных переменных «угол поворота вентиля серводвигателя».*

Реализована процедура активизации заключений в правилах нечеткой продукции (таблица 2), через которое фаззифицируются 9 термов лингвистической переменной «угол поворота вентиля серводвигателя» посредством трапециевидных функций, принадлежащих универсуму (0, 90).

Таблица 2.

Результат активизации заключений в правилах нечеткой продукции.

Степень истинности условий	Значение функции принадлежности под заключений	Значение функции принадлежности выходных переменных
0.105	0.290	0.105
0.175	1.000	0.175
0.280	0.620	0.280
0.390	0.400	0.390
0.470	0.250	0.250
0.100	0.605	0.100
0.495	0.730	0.495
0.200	0.130	0.130
0.085	0.090	0.085

Определены степени истинности условий в правилах нечеткой продукции. Осуществлена процедура активизации и найдены все значения степеней истинности подзаключений для каждого правила. Вычислено значение функции принадлежности выходных переменных. В результате дефаззификации определены количественные значения выходных лингвистических переменных.

Литература

1. Mustafayev V.A, Rufullayeva R.A. A decision-making model for control of the temperature of a lamp furnace under uncertainty// The 8th International Conference on Control and Optimization with Industrial Applications (COIA 2022), Baku; 24-26 August, 2022, p. 342-344.
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH. СПб.; БХВ-Петербург, 2005. 717с.

XÜLASƏ

QEYRİ-MÜƏYYƏN MÜHİTDƏ LAMPALI SOBADA ZƏNCİR KONVEYERİN İDARƏ EDİLMƏSİ ÜÇÜN PRODUKSİYA MODELİ

Atayev Q.N., Rufullayeva R.A.

Açar sözlər: produksiya modeli, mənsubluq funksiyası, lampalı sobasının temperaturu, zənci konveyer, servo mühərrik.

Qeyri-müəyyən mühitdə lampalı sobada zəncir konveyerin idarə edilməsinin produksiya modeli işlənmişdir. Giriş linqvistik dəyişənlərin bütün alt şərtləri fazzifikasiya olunaraq qaydalar bazası yaradılmışdır. Defazzifikasiya nəticəsində çıxış linqvistik dəyişənlərinin ədədi qiymətləri təyin edilmişdir.

SUMMARY

PRODUCTION MODEL OF THE CONTROL OF THE CHAIN CONVEYOR OF A LAMP FURNACE UNDER UNCERTAINTY

Atayev G.N., Rufullayeva R.A.

Key words: production model, membership function, lamp furnace temperature, chain conveyor, servo motor.

A production model for controlling a chain conveyor of a lamp furnace under conditions of uncertainty has been developed. A rule base has been created and a procedure for fuzzification of all subconditions of input linguistic variables has been implemented. As a result of defuzzification, the quantitative values of the output linguistic variables are determined.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА МЕТОДОМ СТАТИСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ

Гаджиева Т.Ю., Магомедова М.С.

Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

tamila.usup@mail.ru ; madinka.m31@gmail.com

Ключевые слова*: метод Монте-Карло, метод статистических испытаний, OpenCV, Python.*

Введение. Использование метода Монте-Карло для определения площади географического объекта во многом упрощает данную задачу [1-5], хотя и в этом случае исследователи сталкиваются с рядом проблем, связанных с реализацией вычислений [6]. В данной работе в первой части разобран

пример применения метода статистических испытаний для вычисления площади антропогенного географического объекта на примере парка культуры и отдыха имени Ленинского Комсомола г. Махачкала. Во второй части предложен способ оптимизации данного метода.

1. ***Вычисление площади антропогенного географического объекта***

Определение площади фигуры с помощью метода Монте-Карло предполагает:

1) Выбор наиболее простой геометрическую фигуры с известной площадью. В рассматриваемой модели используется прямоугольник R размера $a \times b$, где $a -$ высота изображения рис.1, а $b -$ ширина.
2) Возможность вписать исследуемую фигуру в данный прямоугольник.
3) Выберем N случайных точек, равномерно распределенных в прямоугольнике R, и обозначим через N' количество точек попавших в силуэт объекта исследования.
4) Получаем следующую оценку площади:

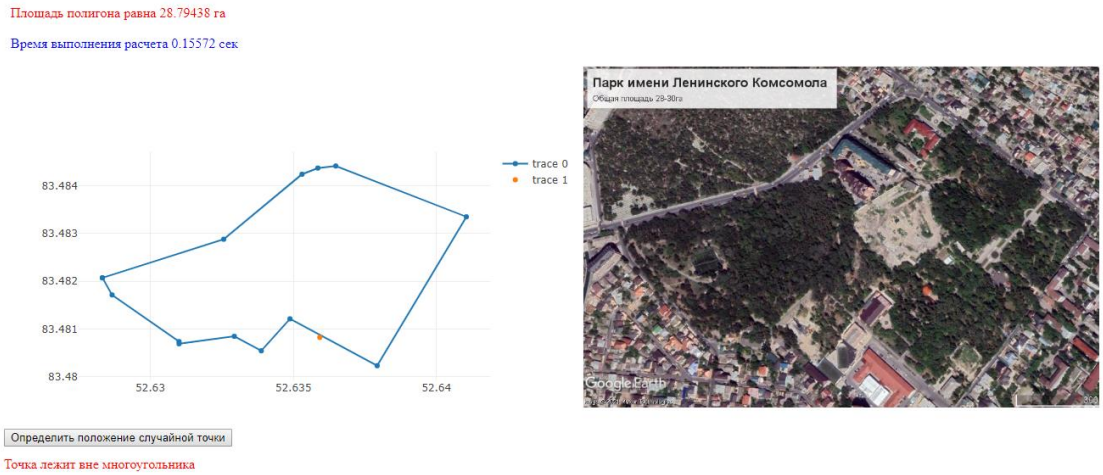
$$S \approx S_R \frac{N'}{N}$$

где $S_R -$ площадь прямоугольника R.

Шаги, на первый взгляд довольно простые. На практике, к сожалению, не все так просто. Проведем расчет площади исследуемого объекта, согласно следующему плану:

1) Подготовка фрагмента карты с исследуемым объектом;
2) Обработка изображения с использованием библиотеки OpenCV для получения силуэта объекта исследования;
3) Написание программы на языке Python (на нашем примере), реализующей метод статистических испытаний для определения площади фигуры;
4) Проведение статистических испытаний и оценка полученных результатов;
5) Вычисление погрешности и сравнение полученных результатов с реальной площадью исследуемого объекта.

В качестве примера, не требующего обработки изображения с использованием библиотеки OpenCV для получения силуэта объекта исследования, возьмем территорию парка культуры и отдыха имени Ленинского Комсомола г. Махачкала. Данная территория занимает площадь приблизительно 29 га. Координаты, входящие в многоугольник, который аппроксимирует парк, являются плоскими прямоугольными координатами Гаусса-Крюгера, поэтому при расчете площади не учитывается масштаб карты. Используя метод трассировки луча для проверки вхождения точки в многоугольник, получим следующие результаты:



Для сравнения с реальными значениями возьмем среднее значение полученное при реализации метода Монте-Карло с достаточно большим количеством случайных точек, для примера было взято $N = 100000$. Таким образом, было получено следующее значение площади парка $S_{\text{п}} = 28.75695556 \approx 29\text{га}$.

Данный результат показывает, что метод статистических испытаний для предложенного примера определяет неплохую точность результата. Но, надо отметить, что при работе с изображениями со спутниковой карты, применяя подход, описанный выше, появляется проблема, связанная с размером этих изображений и временем, которое тратится на проверку принадлежности точек области.

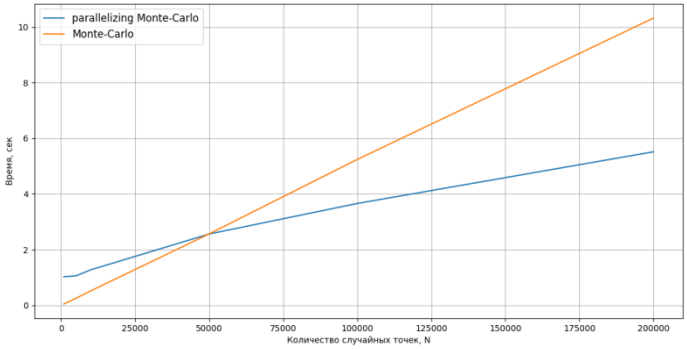
2. Методы улучшения погрешности измерений.

С целью повышения эффективности метода были предложены и реализованы следующие способы:

1) Использовать вместо метода трассировки луча проверку цвета случайного пикселя: если пиксель имеет такой же цвет, что и исследуемая область, то он ей принадлежит.
2) Распараллеливание метода Монте-Карло.

Распараллеливание программы предполагает разбиение ее на подзадачи, каждая из которых может быть выполнена независимо от другой. В языке программирования Python реализована библиотека multiproccesing, которая поддерживает метод множества процессов, т.е. применение более одного ЦПУ для исполнения какой-то задачи. Многопроцессорность понимается как исполнение множества совместных процессов в операционной системе, используя сразу несколько ядер ЭВМ.

Построим график зависимости времени исполнения одного вычисления площади с использованием метода множества процессов и без:



Данный график демонстрирует выигрыш во времени при использовании всех ядер, доступных для использования на ЭВМ.

Для уменьшения погрешности метода Монте – Карло обычно увеличивают количество случайных точек N, однако воспользуемся модификацией метода Монте – Карло и вместо случайных точек возьмём последовательность Соболя. В языке Python такую последовательность можно получить, используя библиотеку sobol_seq.

Таблица относительных погрешностей, для полученных значений:

N – число испытаний (точек)	1000	10000	100000	1000000
Площади с использованием метода Монте-Карло	0.04412	0.013516	0.0045786	0.001579
Площади с использованием метода квази-Монте-Карло	0.01411	0.001271	0.0001381	0.000015

Из представленной таблицы видно, что при одном и том, же количестве точек, "брошенных" на изображение, метод квази-Монте – Карло дает результат с меньшей погрешностью, в сравнении с результатом, полученным обычным метод Монте – Карло.

Литература

1. И. М. Соболь. Численные методы Монте-Карло. М.: Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1973. 312 с.
2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы: Учеб. пособие. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 600с.
3. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы //Изд 2-е, М., Наука, 472с, 1975.
4. D.P. Kroese, T. Taimre, Z.I. Botev Handbook of Monte Carlo Methods, Wiley Series in Probability and Statistics, John Wiley and Sons, New York – 2011.
5. Препарата Ф. П., Шеймос М.Я. Вычислительная геометрия: Введение. М.: Мир. 1989. – 481с.
6. Каменев А.В., Шестопалова А.Ю., Ноздря О.Д., Гришин А.И. Определение площади географического объекта методом статистических испытаний с использованием SVG и Javascript // XLI International scientific and practical conference "International scientific review of the problems and prospects of modern science and education" (Boston. USA. January 29-30, 2018) С. 42-44.

XÜLASƏ
STATİSTİK TESTLƏR METODU İLƏ COĞRAFİ OBYEKTİN SAHƏSİNİN MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ
Hacıyeva T.Y., Maqomedova M. S.

***Açar sözlər**: Monte Karlo metodu, statistik test metodu, OpenCV, Python.*

Məqalədə Python proqramlaşdırma dilinin OpenCV kitabxanasından istifadə edərək coğrafi obyektin sahəsini tapmaq üçün statistik test metodunun (Monte Carlo metodu) səmərəliliyinin artırılması üsulları verilir. Hesablama səhvini və kompüterdə tətbiq müddətini azaltmaq üçün bir yol təklif olunur.

SUMMARY
DETERMINATION OF THE AREA OF A GEOGRAPHICAL OBJECT BY STATISTICAL TESTING
Gadzhieva T.Yu., Magomedova M.S.

***Keywords:** Monte-Carlo methods, statistical methods, OpenCV, Python*

The paper presents methods for improving the efficiency of the statistical test method (Monte Carlo method) for finding the area of a geographical object using the OpenCV library of the Python programming language. A method is proposed to reduce the calculation error and the time of implementation on a computer.

ИНТЕРВАЛЬНО-ПЕРИОДИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ (ИПА) В ОПТИМИЗАЦИИ РАСПИСАНИЙ ДЛЯ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ МАШИН

Георги В.С.
Дагестанский государственный университет,Махачкала, Россия
georgywaleed1993@hotmail.com

***Ключевые слова:** временной интервал, крайний срок, оптимизация расписания, локальное выполнение задачи, машинное обучение, многопроцессорная машина*

В настоящее время оптимальные алгоритмы составления расписаний для многопроцессорных машин [7] имеют ограничения и недостатки, которые обусловлены NP-полнотой задачи. Динамический выбор правил составления расписания во время выполнения реальных операций был признан многообещающим подходом к составлению расписаний многопроцессорных машин [4] и для того, чтобы данная стратегия действовала эффективно, необходимы сведения [10], которые позволяют прогнозировать какое правило лучше всего применить при текущем состоянии процессоров и задач [9].

Для достижения этого представляется **интервально-периодический алгоритм (ИПА)**, основанный на современных методах машинного обучения, который может составить конкуренцию самым известным алгоритмам в оптимизации решения задачи составления расписаний многопроцессорных машин.

Алгоритм, при периодическом анализе состояния системы динамически получает необходимую информацию, на основе которой определяет правила [12], которые позволяют оптимально распределить задачи для их выполнения в каждый конкретный момент времени.

Данный алгоритм может работать при наличии ограничений, минимизировать стоимость операций [1], уменьшить вытеснение и накладные расходы при миграции задач путем изменения локального выполнение задачи в каждом временном интервале [8]. Под миграцией задачи следует понимать обработку подзадач задачи на разных процессорах в различные моменты времени.

В большинстве случаев данный алгоритм не может составить расписание без наличия миграций и вытеснений [5], как и любой другой алгоритм оптимизации расписания, но, несмотря на это, ИПА может существенно минимизировать их, что является крайне полезным в задачах планирования в целом, и в задачах составления расписаний в частности.

Алгоритм составляет расписание для списка задач T состоящего из n периодических задач $\{T_1, T_2, T_3, \dots, T_n\}$, на m процессоров:

- $T_i = (d_i\,, e_i)$, где d_i это период задачи, и e_i это время выполнения задачи. Периоды задач соответственно определяют временные интервалы, на которые опирается данный алгоритм.
- Задача состоит из нескольких подзадач $T_{i,1}\,, T_{i,2}\,, T_{i,3}\,, \dots, T_{i,m}$.
- Задача выполняется в течение e_i единиц времени в интервале $[a_i\,, a_i + d_i[$, где a_i — время поступления задачи T_i на процессор.
- $a_i + d_i$ определяет крайний срок задачи, подобный подход существует в алгоритме *EDF* [11].

- Параметр $u_i = {}^{e_i}/_{d_i}$ обозначает загруженность процессора задачей. Данный параметр необходим при вычислении локального выполнения задач далее (а также и других параметров).
- Максимальная и общая загруженность процессора списком задач T обозначаются как $[U_{max}, U_{sum}]$. Расписание будет оптимально тогда, когда $U_{max} < 1$ и $U_{sum} < m$.

ИПА использует временные интервалы int_j, конец каждого из которых совпадает с крайним сроком выполнения некой задачи T_i :

- Каждый интервал обозначается как $int_j = [t_j\ , t_{j+1}[$, где $j = 1, 2, \ldots$
- Первый интервал начинается в $t_1 = 0$ и каждый следующий t_j это крайний срок некой задачи T_i.
- Длина каждого интервала равна $t_{j+1} - t_j$ и обозначается как k_j.
- Набор интервалов, в которых выполняется подзадачи данной задачи, обозначает переменная $x_{i,j}$.
- $l_e_{i,t}$ обозначает локальное выполнение задачи в интервале.
- $l_u_{i,t} = l_e_{i,t}/(t` - t)$, обозначает локальную загруженность процессора задачей во временном интервале.
- В некоторый момент времени *exc(t)*, для обрабатываемых задач списка *T*, общее локальное выполнение задач: $L_t = \sum_{T_i \in exc(t)} l_e_{i,t}$ и общая загруженность процессора: $R_t = \sum_{T_i \in exc(t)} l_u_{i,t}$.

В начале каждого временного интервала int_j выполняются следующие действия:

1. Вычисляются сроки локального выполнения задач: $l_e_{i,t_j} = u_i\ .\left(t_{j+1} - t_j\right)$, затем эти сроки расставляются в одну длинную последовательность.
2. Обрезается полученная последовательность на части каждые k_j единицы времени.
3. Распределяются полученные срезы на процессоры (сначала срезы назначаются процессору p_1, потом процессору p_2 и т. д.).
4. Высылается каждому процессору составленное ему расписание.

Поскольку алгоритм обрезает последовательность выполнения задач, то ИПА приводит к возникновению миграций [6] в каждом временном интервале. Для минимизации накладных расходов при простоях процессора, миграциях и вытеснениях подзадач, возможно модифицировать локальное выполнения задач в пределах временных интервалов.

Определение абсолютного минимального количества вытеснений и миграций является *NP*-полной задачей [4]. Однако это количество можно уменьшить методами машинного обучения, как было определенно в [2], основанными на следующих правилах [3]:

1. $l_e_{i,t_j} \leq k_j$. Локальное выполнение каждой задачи во временном интервале, не может превышать пределы временного интервала.
2. $L_{t_j} \leq m\ .k_j$. Общее локальное выполнение задач не должно превышать доступное время обработки на всех процессорах.
3. $\sum_{int_j \in\ x_{i,h}} l_e_{i,t_j} = e_i$. Сумма локального времени выполнения каждой задачи в каждом временном интервале, где она обрабатывается, должна быть равна максимальному возможному времени выполнения данной задачи.

Для достижения вышеупомянутого необходимо:

1. Увеличить L_{t_j} до максимально возможного значения в определенных временных интервалах,
2. При необходимости поменять местами выполнения задач между временными интервалами, соблюдая их пределы.

Литература

1. Andersson B., Bletsas K. Sporadic multiprocessor scheduling with few preemptions // ECRTS ’08: Proceedings of the 2008 Euromicro Conference on Real-Time Systems. 2008. – Pp. 243–252.
2. Basu A., Funk S. An Optimal Scheme for Multiprocessor Task Scheduling: A Machine Learning Approach // Work-In-Progress Proceedings. 2009. – P. 29.

3. Chen R. M., Lo S. T., Huang Y. M. Scheduling with Enhanced Competitive Scheme // Information Processing, ICONIP 2006, Lecture Notes in Computer Science Solving Multiprocessor Real-Time System, Springer, Berlin, Heidelberg. 2006. Vol. 4233 – Pp. 1108–1117.
4. Della Croce F. The Longest Processing Time rule for identical parallel machines revisited // 23ème congrès annuel de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision, INSA Lyon. 2022. – P. 27.
5. Faggioli D., Trimarchi M., Checconi F. An implementation of the earliest deadline first algorithm in linux // SAC '09: Proceedings of the 2009 ACM symposium on Applied Computing. 2009. – Pp.1984–1989.
6. Hureira D., Vartanian C. Machine Learning and Neural Networks for Real-Time Scheduling // Recent Advances in Real-Time Systems. 2019. Ed. 1 – P. 5.
7. Orr J., Baruah S. Multiprocessor scheduling of elastic tasks // RTNS '19: Proceedings of the 27th International Conference on Real-Time Networks and Systems. 2019. – Pp. 133-142.
8. Powell M., Miller B. Process Migration in DEMOS/MP // Symposium on Operating Systems Principles, Bretton Woods, New Hampshire. 1983. – Pp. 110–119.
9. Publishing W. Assessment Strategies for Science: Grades 6–8 // Portland: Walch Publishing. 2004. – P. 4.
10. Ross Quinlan J. C4.5: programs for machine learning // Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA. 1993. 1st edition – P. 286.
11. Short M. Improved schedulability analysis of implicit deadline tasks under limited preemption EDF scheduling // IEEE International Conference on Emerging Technology and Factory Automation. 2011. – Pp. 1 – 8. doi:10.1109/ETFA.2011.6059008. ISBN 978-1-4577-0017-0. S2CID 7656331.
12. Weir B. S. Proceedings of the Second International Conference on Quantitative Genetics // Sinauer Associates. 1988. – P. 537.

XÜLASƏ
ÇOXPROSESSORLU MAŞINLAR ÜÇÜN CƏDVƏLLƏRİ OPTIMALLAŞDIRMAQDA İNTERVAL-DÖVRİ ALQORİTM (IPA)
Georgi V.S.

Açar sözlər. *müvəqqəti interval, son müddət, cədvəlin optimallaşdırılması, vəzifənin yerinə yetirilməsi, maşın təlimi, çoxprosessorlu maşın*

Çox prosessorlu maşınlar üçün periodik tapşırıqların cədvəlini tərtib etmək üçün istifadə olunan interval-periodik alqoritm (IPA) təqdim olunur, bu alqoritmin ümumi modeli və davranışı müəyyən edilir, nəzərdən keçirilən alqoritmin nəticələri mövcud məşhur alqoritmlərlə müqayisədə çıxarılır və araşdırılır. Alqoritm addımlarının yerinə yetirilməsinin konkret nümunələri verilir və alınan tapşırıqlar cədvəli çıxarılır, həmçinin bu alqoritmin davranışını və məhsuldarlığını yaxşılaşdırmaq üçün maşın təliminin metod və qaydalarına əsaslanan növbəti addımlar təklif olunur. Göstərilən metod və qaydaların və nəticədə, alqoritmin özünün tətbiqinin məqsədi prosessorların fasiləsini minimuma endirməkdir.

SUMMARY
INTERVAL-PERIODIC ALGORITHM IN OPTIMIZING SCHEDULES FOR MULTIPROCESSOR MACHINES
Georgi V.S.

Keywords: *time interval, deadline, schedule optimization, local task execution, machine learning, multiprocessor machine.*

The interval-periodic algorithm (IPA) is presented, which is used to schedule periodic tasks for multiprocessor machines, the general model and behavior of this algorithm are determined, the results of the algorithm in comparison with existing known algorithms are derived and studied. Specific examples regarding the steps of the algorithm are given and the resulting task schedule is displayed, further steps are proposed to improve the behavior and performance of this algorithm, based on the methods and rules of machine learning. The purpose of applying these methods and rules and, ultimately, the algorithm itself is to minimize processor downtime.

TRIANGLE COUNTING PARALLEL ALGORITHM FOR LARGE GRAPHS (HETA)

Abiyev A.Y.
Khazar University, Baku, Azerbaijan
abulfaz.abiyev@khazar.org, abulfaz@hotmail.com

Keywords: *levels, horizontal edge, horizontal triangle, vertical triangle, horizontal cluster, graph algorithms, large graphs,triangle counting*

Triangle counting in big graph plays serious role in graph mining. Such metrics as e.g clustering coefficient requires calculation of triangle count in graphs.

In this paper presented algorithm of triangle counting in undirected graph which is very simple and easily parallelizible. The algorithm uses notion of Horizontal Edge and searches for triangles in graph components.

Definitions

G = (V, E) be an undirected, simple graph.

n - number of nodes

m - number of edges.

The degree d(v) := |{u ∈ V : ∃{v, u} ∈ E}| is the number of nodes in V adjacent to v.

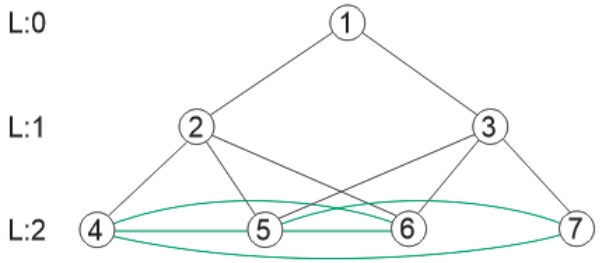
The maximal degree of a graph G is defined as dmax(G) = max{d(v) : v ∈ V }.

A triangle Δ = (VΔ, EΔ) of a graph G = (V, E) is a three node subgraph.

Edge with adjacent vertices of same level is called horizontal (HE).

A horizontal triangle is a triangle made up entirely of three horizontal edges, a vertical triangle is a triangle that is has only one horizontal edge

Set of horizontal edges HE with common vertice is called Cluster.



Green edges are horizontal edges as they connect same level edges.

Horizontal edges: (4,5); (4,6); (4,7); (5,6); (5,7)

Vertical triangles: (2,4,5); (2,4,6); (2,5,6); (3,5,6); (3,5,7)

Horizontal triangles: (4,5,6); (4,5,7)

Horizontal clusters:

1: (4,5); (4,6); (4,7);

2: (5,6); (5,7)

Lemma 1: Number of horizontal edges in full graph with n vertices is $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$

As total number of triangles is C_n^3. In a full graph entry vertices is adjacent to all HE. That's why C_n^3 - (n-1)=$\frac{(n-1)(n-2)}{2}$

Lemma 2: Maximal number of horizontal edges in graph G(m,n) with 2 levels is $\frac{(m-1)(m-2)}{2}$

General description

This algorithm uses the concept of a horizontal and vertical triangles. This algorithm based on application of BFS that assigns each vertex a distance value from the first vertex called level. Vertices with the same level, i.e. equally distant from the first entry vertex are the vertices of the horizontal edge.

Algorithm works in the connected component of the graph, therefore, to search for all triangles, it is necessary to apply this algorithm for each component separately.

Algorithm consists of 3 parts. First finds all components and levels, seconds uses BFS to assign levels to each vertex and create clusters of horizontal edges, third one finds horizontal and vertical triangles.

First part uses Kosaraju's algorithm to identify all components.

Second part for each component passes through each vertex assigns to it level which is equal to distance from first vertices. If vertices is visited algorithm for neighbours with same level creates horizontal edge. All horizontal edges with common vertices are bounded to one cluster. This lets to optimize triangles search.

Third part for searches for same neighbors for of horizontal edges vertices. For each horizontal cluster

Detailed Description

Finding Components

Kosaraju algorithm is used to find components. Each components initial vertex (entry vertex) is used for finding levels and identifying horizontal edges.

Setting Levels and Horizontal Edges for each component

As horizontal edges are present in each triangle, finding them is a key requirement. BFS algorithm is used to go through all vertices. Distance from entry vertex to current vertex is a level. This part assigns to each vertex level number and creates Horizontal Edges List (HE List) from edges with same levels. Vertex order of HE List is same as in BFS vertex order for current component. Using BFS lets to create another notion Cluster. As HEs are created using the BFS and are built around same parent vertex in HE List We have sequence of HEs with same parents. Cluster in HE List is a sequence of HEs with common vertex. In triangle search cluster notion is important. In their turn Clusters in HE List form a Cluster List.

Calculation of Thread bounds for Cluster List based on cluster's vertex degrees power

In order to parallelize triangle counting algorithm Cluster List is divided by number of child vertices. For very big graphs HE Cnt and Cluster Cnt are really high and could be divided by threads counts.

Parallel Triangle Counting

Triangle counting algorithm sets Clusters start vertex children with triangle flag and current pass number. Then it check if every vertex adjacent to Cluster's HE has same triangle flag and passnumber. When searched vertex level isn't equal to Cluster start's level it means that vertical triangle is found. When levels are different then horizontal triangle is found.

Triangle Counting Algorithm Sequence

This is a sequence of steps in triangle counting algorithm. This sequence is repeated for every cluster.

1. Flagging on Cluster Start
2. Counting Vertical Triangles
3. Counting Horizontal Triangles

Realisation

C++ OMP library used for parallelizing. Number of threads is 4 as AMD Ryzen 7 3700U laptop was used for testing algorithm. In order to avoid memory wasting, no data was duplicated. For each thread different triangle counters are used. Each vertex has integer used for setting and checking neighbouring edges on bit level. This lets to run up to 32 threads, otherwise for each vertex long unsigned integer could be used.

This method was implemented in C++ without use of STL libraries. Only arrays are used to store vertices, horizontal edges. Que(FIFO) is implemented also as array. This approach besides high speed also lets to use limited memory resources more effectively with possibility to work with $>10^6$ vertices.

Algorithmic Complexity

This algorithm has several steps:

1. Sequential
   a. Finding Components – O(n)
   b. Assignment Levels and HEs for each component – O(n)
   c. Division Cluster List - O(n)
2. Parallel
   a. Flagging Cluster Start O(n)
   b. Counting Vertical and Horizontal Triangles $<O(n^2)$

Conclusion

This method uses the notion of horizontal edges based on the BFS algorithm. Parallel version uses OMP library. Algorithm complexity is lower than $O(n^2)$. For tested real graphs its complexity is $O(n)$. Horizontal edges could be used for finding higher k-cliques in graphs.

References

1. Noga Alon, Raphael Yuster, and Uri Zwick. Finding and counting given length cycles. Algorithmica, 17(3):209–223, 1997.
2. S. Chu and J. Cheng, "Triangle listing in massive networks and its applications," in Proc. of KDD, 2011.
3. M. Ortmann and U. Brandes, "Triangle listing algorithms: Back from the diversion," in Proceedings of the Meeting on Algorithm Engineering & Experiments. SIAM, 2014, pp. 1–8.

XÜLASƏ
ÜÇBUCAQLARIN PARALEL HESABLAMA ALQORİTMİ (HETA)
Əbiyev Ə.Y.

Açar sözlər: *səviyyə, horizontal tillər, vertikal tillər, horizontal klaster, qraf alqoritmləri, böyük qraflar, üçbucaq sayının hesablanması*

Bu məqalədə çox sadə və asanlıqla paralelləşən istiqamətlənməmiş qrafdakı üçbucağın sayılması alqoritmidir. Alqoritmlər horizontal tillər anlayışından istifadə edir və qrafın komponentlərində üçbucaqları axtarır.

Bu üsul BFS alqoritminə əsaslanan horizontal tillər konsepsiyasından istifadə edir. Parallel algoritm OMP-dən istifadə edir. Alqoritmin mürəkkəbliyi O(n^2)-dən aşağıdır. Sınaqdan keçirilmiş real qraflar üçün onun mürəkkəbliyi O(n)-dir. Qraflarda daha yüksək tək k-klikləri tapmaq üçün horizontal tillər istifadə edilə bilər.

РЕЗЮМЕ
ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ПОДСЧЕТА ТРЕУГОЛЬНИКОВ ДЛЯ БОЛЬШИХ ГРАФИКОВ (НЕТА)
Абиев А.Ю.

Ключевые слова: *уровни, горизонтальные ребра, горизонтальные треугольники, горизонтальный кластер, алгоритмы графиков, большие графики, подсчет треугольников*

В статье представлен алгоритм подсчета треугольника в неориентированном график, который очень прост и легко параллелизуем. Алгоритмы используют понятие горизонтального ребра и ищут треугольники в компонентах графика.

Этот метод использует понятие горизонтальных ребер на основе алгоритма BFS.Параллельная версия алгоритма использует библиотеку OMP. Сложность алгоритма ниже O(n^2). Для проверенных реальных графиков его сложность равна O(n). Горизонтальные ребра можно использовать для поиска более высоких нечетных k-клик в графиках.

Z-İNFORMASİYAYA ƏSASLANAN LİMANIN ORTA ÇƏKİ AQREQASİYA ÜSULU VASİTƏSİLƏ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Cabbarova K.İ.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
konul.jabbarova@mail.ru

Açar sözlər: *Z-ədəd, orta çəki aqqreqasiya üsulu, limanın qiymətləndirilməsi, vaciblik çəkiləri, amillər və alt-amillər*

Giriş. [1]-də quru liman dəniz logistikasında şəbəkənin bütün iştirak edən tərəflərini birləşdirən əsas qovşağa çevrildiyi üçün quru liman yerinin düzgün seçilməsi xərclərin və çatdırılma vaxtının azaldılmasına, eləcə də daha yaxşı logistika performansına kömək edir. Bundan əlavə, liman və hinterland interfeyslərində əlaqələndirici komponent olmaqla, quru liman yerlərinin seçilməsi liman şəhərinin şəhər və təbii mühitinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. [1]-də qeyri-səlis çoxmeyarlı qərar qəbuletmə üsullrından istifadə etməklə quru liman yeri seçimi məsələsi həll edilmişdir.

Yuklərin daşınması üçün hansı limandan istifadə ediləcəyi ilə bağlı qərar strateji qərardır və biznes fəaliyyətinə təsir göstərən ən mühüm amillərdən biridir [2]. Mövcud qərar nəzəriyyələri real dünya problemlərində qərara aid məlumatların qeyri-dəqiqliyini və qismən etibarlılığını nəzərə almaq üçün kifayət qədər adekvat deyil. [2]-də Z -ədədə əsaslanan port seçiminin iyerarxik çoxatributlu qərar probleminə baxılır.

Bu məqalədə professor Zadənin təklif etdiyi Z ədədlər nəzəriyyəsindən istifadə edilmişdir. Məsələnin həlli üçün istifadə olunan riyazi əməliyyatlar [3-5]-da göstərilmişdir.

Məsələnin qoyuluşu. Bu sahəni əhatə edən ədəbiyyatların tədqiqindən sonra ekspertlər limanın qiymətləndirilməsində əsas amilləri təyin edirlər (Cədvəl 1) [6-11].

Cədvəl 1.

Liman secimində vacib amiilər

Amillər &Alt amillər			
C1: SAHIL ZONASI	C2: LİMAN XİDMƏTLƏRİ	C3:DAŞINMA XƏRCLƏRİ	C4:ƏLAQƏLİLİK
1. Limanda xidmət göstərən professional və ixtisaslı kadrlar	1. Sürətli reaksiya	1. Daxili daşın-ma xərcləri	1.Əsas təchizatçının quru ilə məsafəsi və əlaqəsi
2. Liman sahilində beynəlxalq iqtisadi ticarətin həcmi və aktivliliyi	2. 24 saat/7 gün xidmət	2. Gəmi və yük ilə əlaqəli xərclər	2. Səmərəli daxili nəqliyat şəbəkəsi

3. Konteyner yükünün ümumi cəmi	3. Sıfır gpzləmə vaxtı	3. Termnalda dayanma xərcləri	
C5:MÜNASİBLİK	C6: YARARLILIQ	C7: REGIONAL MƏRKƏZ	
1. Yanaşılacaq və gəminin örtüləcəyi kanalın dərinliyi 2. Lman inforrma-siyası və onun tətbiq sahələrinin incəliyi səviyyəsi 3.Limanın işinin sabitliyi	1.Iövbər yerinin yararlılığı 2. Yüklənmə limanı	1. Əlverişlilik limanı 2.Əsas magistral marşrutdan uzaqlaşma	

Cədvəldən göründüyü kimi hər bir liman $C_j, j=1,...,7$ amilə malikdir: sahil zonası, C_1, liman xidmətləri , C_2 ,daşınma xərccləri, C_3, əlaqəlilik C_4, münasiblik, C_5, yararlılıq, C_6, regional mərkəz, C_7 .Tədqiqat obyekti kimi Qingdao limanı götürülmüşdür [12]. Amillər, alt amillər və eləcə də vaciblik əkiləri Z-ədədlərlə təsvir olunub.

Z-ədədlərin A və B hissələrinin codebook-u Cədvəl 2 və Cədvəl 3-də göstərilib.

Cədvəl 2.

Z-ədədlərin A komponentinin linqvistik adlarının kodu

Miqyas	Səviyyə	Linqvistik qiymət
1.	Çox aşağı (ÇA)	$\left\{ {}^{1}/_{1}, {}^{1}/_{1}, {}^{0}/_{0} \right\}$
2.	Aşağı (A)	$\left\{ {}^{0}/_{1}, {}^{1}/_{2}, {}^{0}/_{3} \right\}$
3.	Orta (O)	$\left\{ {}^{0}/_{2}, {}^{1}/_{3}, {}^{0}/_{4} \right\}$
4.	Yüksək (Y)	$\left\{ {}^{0}/_{3}, {}^{1}/_{4}, {}^{0}/_{5} \right\}$
5.	Çox yüksək (ÇY)	$\left\{ {}^{0}/_{4}, {}^{1}/_{5}, {}^{1}/_{5} \right\}$

Cədvəl 3.

Z-ədədlərin B komponenti linqvistik adlarının kodu

Miqyas	Səviyyə	Linqvistik qiymət
1.	Oxşar olmayan (OO)	$\left\{ {}^{1}/_{0.05}, {}^{1}/_{0.05}, {}^{0}/_{0.25} \right\}$
2.	Çox oxşar olmayan (ÇOO)	$\left\{ {}^{0}/_{0.05}, {}^{1}/_{0.25}, {}^{0}/_{0.5} \right\}$
3.	Oxşar (O)	$\left\{ {}^{0}/_{0.25}, {}^{1}/_{0.5}, {}^{0}/_{0.75} \right\}$
4.	Çox oxşar (ÇO)	$\left\{ {}^{0}/_{0.5}, {}^{1}/_{0.75}, {}^{0}/_{1} \right\}$
5.	Hədsiz oxşar (HO)	$\left\{ {}^{0}/_{0.75}, {}^{1}/_{1}, {}^{1}/_{1} \right\}$

Məsələnin həlli. Aşağıda Qingdao limanının hesablanması göstərilib.

Mərhələ 1. Alt-amillərin qiymətlərindən istifadə etməklə orta çəki aqqreqasiya üsulu vasitəsilə Z-ədədli alternativin $Z_{y_{ij}}$ qiyməti hesablanılır:

$$Z_{y_{ij}} = \frac{\sum_{k}^{K_j} Z_{x_{ijk}} \cdot Z_{w_{jk}}}{\sum_{k}^{K_j} Z_{w_{jk}}}.$$

Burada $Z_{x_{ijk}}$ i-ci alternativin j-cu amilin k-cı alt amilinin Z-ədədli qiyməti, $Z_{w_{jk}}$ j-cu amilinin k-cı alt kriteriyasının vaciblik çəkisinin Z-ədədli qiymətidir. Alınmış nəticələr aşagıda göstərilib:

$$Z_{y_2} = \frac{\sum_i^6 Z_{x_i} \cdot Z_{w_i}}{\sum_i^6 Z_{w_i}} = \frac{(M,VL)\cdot(M,L)+(H,VL)\cdot(VH,L)+(M,VL)\cdot(H,VL)}{(M,L)+(VH,L)+(H,VL)} =$$

$$= \big((1.44 \quad 3.44 \quad 6.4)(0.91 \quad 0.97 \quad 0.98)\big);$$

$$Z_{y_3} = \frac{\sum_i^9 Z_{x_i} \cdot Z_{w_i}}{\sum_i^9 Z_{w_i}} = \frac{(L,NVL)\cdot(M,L)+(M,NVL)\cdot(H,VL)+(M,L)\cdot(H,L)}{(M,L)+(H,VL)+(H,L)} =$$

$$= \big((0.86 \quad 2.75 \quad 6.32)(0.71 \quad 0.92 \quad 0.93)\big);$$

$$Z_{y_4} = \frac{\sum_i^{11} Z_{x_i} \cdot Z_{w_i}}{\sum_i^{11} Z_{w_i}} = \frac{(M,VL)\cdot(M,L)+(M,L)\cdot(M,L)}{(M,L)+(M,L)} = \big((0.67 \quad 3 \quad 10)(0.49 \quad 0.87 \quad 0.88)\big);$$

$$Z_{y_5} = \frac{\sum_i^{14} Z_{x_i} \cdot Z_{w_i}}{\sum_i^{14} Z_{w_i}} = \frac{(VH,VL)\cdot(H,EL)+(L,L)\cdot(M,VL)+(M,VL)\cdot(H,VL)}{(H,EL)+(M,VL)+(H,VL)} =$$

$$= \big((1.25 \quad 3.5 \quad 8.8)(0.92 \quad 0.99 \quad 1)\big);$$

$$Z_{y_6} = \frac{\sum_i^{16} Z_{x_i} \cdot Z_{w_i}}{\sum_i^{16} Z_{w_i}} = \frac{(M,EL)\cdot(VH,EL)+(M,VL)\cdot(VH,VL)}{(VH,EL)+(VH,VL)} =$$

$$= \big((1.25 \quad 3 \quad 5.2)(0.95 \quad 0.99 \quad 1)\big);$$

$$Z_{y_7} = \frac{\sum_i^{18} Z_{x_i} \cdot Z_{w_i}}{\sum_i^{18} Z_{w_i}} = \frac{(H,L)\cdot(M,L)+(H,L)\cdot(L,L)}{(M,L)+(L,L)} = \big((0.8 \quad 4 \quad 16)(0.43 \quad 0.82 \quad 0.87)\big).$$

Addım 2. Orta çəki aqqreqasiya üsuluna əsasən kriteriyaların $Z_{y_j}, j = 1,...,7$ Addım 1-də alınmış nəticələrinə əsasən limanın Z_y ümumi qiyməti hesablanılır:

$$Z_y = \frac{Z_{w_1}\cdot Z_{y_1} + Z_{w_2}\cdot Z_{y_2} + Z_{w_3}\cdot Z_{y_3} + Z_{w_4}\cdot Z_{y_4} + Z_{w_5}\cdot Z_{y_5} + Z_{w_6}\cdot Z_{y_6} + Z_{w_7}\cdot Z_{y_7}}{Z_{w_1} + Z_{w_2} + Z_{w_3} + Z_{w_4} + Z_{w5} + Z_{w_6} + Z_{w_7}} =$$

$$= \big((0.7 \quad 3.5 \quad 13.4)(0.66 \quad 0.96 \quad 0.97)\big).$$

Nəticə. Optimal liman seçimi məsələsi bu gün də aktual məsələs olaraq qalır. Bunu nəzərə alaraq, məqalədə Z-infomasiyaya əsaslanan limanın qiymətləndirlməsi məsələsinə baxılır. Z-ədədlərə əsaslanan ryazi əməliyyatlardan istifadə edərək, orta çəki aqqreqasiya üsulu vasitəsilə limanın ümumi qiyməti hesablanır.

Ədəbiyyat

1. Chowdhury, M., Munim, Z. Dry port location selection using a fuzzy AHP-BWM-PROMETHEE approach. Maritime Economics & Logistics (2022).

2. Pınar Sharghi, Jabbarova K.I. Kamala Aliyeva. Decision Making On An Optimal Port Choice Under Z-Information.
3. Aliev RA, Alizadeh AV, Huseynov OH. The arithmetic of discrete Z-numbers. Inform Sciences 2015; 290:134–155
4. Aliev RA, Zeinalova LM. Decision Making Under Z-Information . In Pedrycz W, Guo P, editors. Human-Centric Decision-Making Models for Social Sciences. Springer; 2014. p. 233-252
5. Zadeh,LA. A note on Z-numbers. Inform Sciences 2010; 181: 2923–2932.
6. Rowe G, Wright G. The Delphi technique as a forecasting tool: Issues and analysis. Int J Forecasting1999;15:353-375.
7. Bird J, Bland G. Freight forwarders speak : the Perception of Route Competition via Seaports in the European Communities Research Project. Marit Policy Manag 1988;15:.35–55.
8. D'Este G, Meyrick S. Carrier selection in a RO/RO ferry trade. Marit Policy Manag 1992;19:115–126.
9. De Langen, P. Port competition and selection in contestable hinterlands ; the case of Austria. European Journal of Transport and Infrastructure Research2007;7:1–14.
10. Murphy P, Daley J, Dalenberg D. A contemporary perspective on international port operations. Transportation Journal 1988;28:23–32.
11. Murphy P, Daley J, Dalenberg D. Assessing international port operations. International Journal of Physical Distribution and LogisticsManagement1989;19: pp.3–10.
12.YeoG-T, Adolf K.Y. NG, LeeP T-W, YangZ. Modelling port choice in an uncertain environment. Marit Policy Manag 2014; 41:251-267.

РЕЗЮМЕ

ОЦЕНКА РАБОТЫ ПОРТА НА ОСНОВЕ Z-ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЙ АГРЕГАЦИИ

Джаббарова К.И.

Ключевые слова: *Z-оценка, агрегация средневзвешенных значений, оценка портов, вес важности, факторы и подфакторы.*

В настоящее время очевидна необходимость совершенствования механизмов управления взаимной деятельностью участников рынка грузовых перевозок. С этой целью в статье рассматривается вопрос оценки портов. Факторы и подфакторы, влияющие на работу порта, определяются с использованием существующей литературы. Факторы, параметры и веса значимости описываются числами. Общая стоимость порта рассчитывается методом средневзвешенного агрегирования. Полученный результат подтверждает правильность предложенного подхода.

SAMMARY

Z-INFORMATION BASED PORT EVALUATION USING A WEIGHTED AVERAGE AGGREGATION METHOD

Jabbarova K.I.

Keywords: *Z-number, weighted average aggregation method, port evaluation, importance weights, factors and sub-factors*

Currently, the need to improve the mechanisms for managing the mutual activity of freight transport market participants is obvious. For this purpose, the article examines the issue of port assessment. Factors and sub-factors influencing the operation of the port are determined using existing literature. Factors, parameters and importance weights are described by numbers. The total value of the port is calculated through the weighted average aggregation method. The obtained result shows the correctness of the proposed approach.

QRUNT SULARININ SƏVİYYƏ DƏYİŞMƏLƏRİNİN MODELLƏŞDİRİLMƏSİ

[1]Həsənov A.B., [2]Quliyeva S.Y., [3]Sadıqov E.N., [4]Həsənova T.N.

[1,3]İdarəetmə Sistemləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

[2,4]İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

hesenli_ab@mail.ru

Açar sözlər: *arid zona, kənd təsərrüfatı, meliorasiya, qrunt sularının səviyyəsi, şoranlaşma.*

Respublikanın suvarılan torpaqları əsasən arid zonada yerləşdiyindən yüksək və sabit kənd təsərrüfatı məhsulları əldə etmək üçün meliorasiya və irriqasiya tədbirlərinin daim aparılması tələb olunur. Müxtəlif səbəblərdən qrunt sularının səviyyəsinin yer səthinə yaxınlaşması torpaqların şorlaşması və bataqlıqlaşması ilə nəticələnir. Yeraltı sularının səviyyəsinin lazımi həddə saxlanılması, izafi suların sahələrdən uzaqlaşdırılması variantlarının seçilməsi, optimal meliorativ rejim vasitəsilə əkinə yararlı torpaqların münbitliyinin idarə olunması üçün bu suların səviyyə variasiyalarının riyazi modelinin

yaradılması olduqca zəruridir. Qrunt sularının səviyyəsinin lazım olan həddə saxlanması meliorativ şəraitin əlverişliliyini təmin etmək üçün əsas vasitələrdən biridir. Səviyyənin idarə olunması drenaj sistemi vasitəsilə yerinə yetirilə bilər. Qrunt sularının səviyyəsinin dəyişməsi tənliyi aşağıdakı şəkildə yazılır [1]:

$$\delta \cdot \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{k}{2}\left(\frac{\partial^2 h^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h^2}{\partial y^2}\right) - \frac{k_0}{M_0}(h - H) + W$$

Burada δ, k, k_0, M_0, $H \approx const$,

Sərbəst səthdə $y = H_0$ olduqda $h(x, H_0, t) = f(x,t)$ olur.

$y = 0$; olduqda $h'(x,0,t) = 0$, (sukeçirməzlik şərti) nəzərə alınır.

$h(x,y,t)$ və $W(x,y,t)$ funksiyaları hər hansı ε kiçik parametrinə nəzərən qüvvət funksiyası şəklində götürülür.

$$h(x,y,t) = h_0(t) + \sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon^k \cdot h_k(x,y,t) \quad W(x,Y,t) = W_0(t) + \sum_{k=1}^{\infty} \varepsilon^k \cdot W_k(x,y,t)$$

Bu ifadələri tənlikdə nəzərə alsaq və ε – nin eyni dərəcələrinin əmsallarını bərabərləşdirsək, aşağıdakı differensial tənliklər sistemini alarıq.

$$\delta \frac{\partial h_0(t)}{\partial t} + \frac{k_0}{M_0} \cdot h_0(t) = W_0$$

$$\partial\left(\frac{\partial h_1}{\partial t}\right) = k \cdot h_0(t) \cdot \Delta h_1 - \frac{k_0}{M_0} \cdot h_1 - W_1$$

.....

Bu halda birincidən başqa hər bir tənlik dəyişən əmsallı xətti tənliklərdir. Birinci tənlik isə birinci tərtib qeyri-bircins adi diferensial tənlikdir. Onun həlli:

$$h_0(t) = C \cdot e^{-a \cdot t} + \frac{1}{\sigma} \cdot \int_0^t W_0(\tau) \cdot e^{-a(t-\tau)} d\tau$$

$$a = \frac{k_0}{\delta \cdot M_0}, \quad C = h_0 + \Delta + \frac{W_0(0)}{a}$$

$W_0(0) = W(x,y,t)$ $t = 0$ olduqda infultrasiyanın başlanğıc qiymətidir. Tənliyi həll edərək tapırıq:

$$h_1(x,y,t) = \ln\frac{t-\tau}{t} + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{x^2 + y^2}{k \cdot k! \cdot 4a}\left(\frac{1}{\Delta t} - \frac{1}{t}\right)$$

$$h(x,y,t) = h_0(t) + \varepsilon \cdot h_1(x,y,t) + \ldots$$

Torpaq-qrunt qatının stoxastik qeyri-bircinsliyini, məsaməli mühitlərin fraktal xarakterini nəzərə alsaq və kəsr tərtibli differensiallama üçün məlum ifadələrdən [1-3] istifadə etsək alarıq:

$$D_{0t}^{\alpha}\varphi = \begin{cases} \dfrac{1}{\Gamma(-\alpha)} \displaystyle\int_0^t \frac{\varphi(\tau)d\tau}{(t-\tau)^{\alpha+1}}, & \alpha < 0, \\ \varphi(t), & \alpha = 0, \\ \dfrac{\partial^{[\alpha]+1}}{\partial t^{[\alpha]+1}} D_{0t}^{\alpha-[\alpha]-1}\varphi, & \alpha > 0. \end{cases}$$

Onda

$$h_t = \kappa\Gamma(1-\alpha) D_{0t}^{\alpha-1} \frac{\partial h(x,y,\tau)}{\partial \tau},$$

Burada $D_{0t}^{\alpha-1}$ - kəsr tərtibli differensiallama operatorudur.

M. Kaputo mənada [3] kəsr tərtibli differensiallama operatorundan istifadə etsək:

$$\partial_{0t}^{\alpha} h(x,y,t) = D_{0t}^{\alpha-1} \frac{\partial h(x,y,\tau)}{\partial \tau}, \quad 0 < \alpha \le 1.$$

və ifadələri müqayisə etsək

$$h_t = \kappa\Gamma(1-\alpha)\partial_{0t}^{\alpha} h(x,y,t),$$

və ya

$$\kappa\Gamma(1-\alpha)\partial_{0t}^{\alpha}\left(mh(x,y,t)\right) = \frac{\partial}{\partial x}\left(K\frac{\partial h}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(K\frac{\partial h}{\partial y}\right) - \frac{k_0}{kd_0}K + f_0,$$

olduğunu tapırıq. Bu tənlik zamana görə kəsr tərtibli ümumiləşmiş Bussinesk tənliyi adlanır. Asanlıqla yoxlamaq olar ki,

$$\lim_{\alpha\to 1}\partial_{0t}^{\alpha} h(x,y,t) = \frac{\partial h(x,y,t)}{\partial t}.$$

Ona görə də aşağıdakı halda bu tənlik klassik Bussinesk tənliyinə çevrilir:

$$\kappa = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} \text{ и } \alpha \to 1.$$

olduqda

$$\frac{\partial h}{\partial t} = a\left(\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2}\right) + f(x,y,t),$$

olduğunu alırıq. Daha əlverişli formada

$$\frac{\partial(mh)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(K\frac{\partial h}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(K\frac{\partial h}{\partial y}\right) - \frac{k_0}{kd_0}K + f_0,$$

$$f_0 = -\frac{k_0}{d_0}(h_0 - H_0) + w,$$

olduğunu tapırıq. Fraktal strukturluğun nəzərə alınması halında qrunt suyunun səviyyə variasiyalarının tədqiqi üçün yeni ifadə alırıq:

$$h_t = \kappa\int_0^t (t-\tau)^{-\alpha}\frac{\partial h(x,y,\tau)}{\partial\tau}d\tau,$$

Burada

$$a = \frac{kh_{cp}}{m}, \quad f = \frac{f_0}{m} - \frac{k_0 h_{cp}}{md_0}.$$

Ədəbiyyat

1. Сербина Л. Н. Нелокальные математические модели переноса в водоносных системах . М. Наука . 2007 , 167 с
2. Самко С.Г. , Килбас А.А. , Маричев О . И . Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения Минск. Наука и техника, 1987 , 687
3. Полубаринова - Кочина П .Я .и др. Математические методы в вопросах орошения . М . Наука , 1969, 414 с

РЕЗЮМЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНЯ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД

Гасанов А.Б., Гулиева С.Ю., Садыгов Э.Н., Хасанова Т.Н.

Ключевые слова: *аридная зона, сельское хозяйство, мелиорация, уровень грунтовых вод, водопад.*

Орошаемые земли в основном расположены в засушливой зоне республики, для получения высококачественной и качественной сельскохозяйственной продукции проводятся мелиоративные и ирригационные мероприятия. По мере приближения уровня грунтовых вод к поверхности земли происходит засоление почв и заболачивание. Предложены математические модели управления уровнем подземных вод для обеспечения наличия мелиоративных условий.

SUMMARY

MODELING OF CHANGES IN THE GROUNDWATER LEVEL

Hasanov A.B., Gulieva S.Yu., Sadygov E.N., Khasanova T.N.

Keywords: *arid zone, agriculture, reclamation, water table, waterfall.*

Since the irrigated lands are mainly located in the arid zone of the republic, reclamation and irrigation measures are being taken to obtain high and quality agricultural products. As the ground water level approaches the surface of the earth, soil salinization and swamping occur. Mathematical models for groundwater level management are proposed to ensure the availability of meliorational conditions.

RİYAZİYYAT VƏ İNFORMATİKANIN TƏDRİSİ METODİKASININ AKTUAL MƏSƏLƏLƏRİ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

TOPICAL ISSUES IN THE METHODOLOGY OF TEACING MATHEMATICS AND INFORMATICS

TRANSENDENT TƏNLİKLƏRİN ƏSAS HƏLL ÜSULLARI

Ağayarov M.H., Əliyev F.F., İbrahimova A.B.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
af_64@mail.ru

Açar sözlər: *transendent ədəd, transendet tənlik, qiymətləndirmə üsulu, funksional-qrafik üsul, funksiyanın xassələrindən istifadə üsulu.*

Məlumdur ki, tam rasional əmsallı cəbri tənliklərin həlli olan ədədlərə cəbri ədədlər deyilir.

Bir çox elə tənliklər və tənliklər sistemi var ki, onların analitik həlli yoxdur. İlk növbədə bu, transendent tənliklərə aiddir.

Cəbri olmayan ədədlərə transendent ədədlər deyilir.

Deməli, transendent ədəd tam rasional əmsallı və dərəcəsi $n \geq 1$ olan cəbri tənliyin kökü olmayan ədəddir. Buradan da aydın olur ki, həqiqi transendent ədəd irrasionaldır. Lakin bunun tərsi doğru deyil. Məsələn, $\sqrt{3}$ ədədi irrasional ədəd olduğu halda transendent ədəd deyil, o, $x^2 - 3 = 0$ cəbri tənliyinin köküdür, yəni cəbri ədəddir.

İsbat olunmuşdur ki, dərəcəsi dörddən bğyük olan istənilən cəbri tənliyi analitik həll etmək mümkün deyil. Lakin belə tənlikləri müxtəlif üsullarla həll etmək olar.

Transendent tənlikləri həll etmək üçün müxtəlif üsullar mövcuddur: *qiymətləndirmə üsulu, funksional-qrafik üsulu, funksiyanın xassələrindən istifadə etmə üsulu.*

1. Qiymətləndirmə üsulu. Bu üsulun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, tənliyin sağ və sol tərəfini qiymətləndirməklə verilən tənliyə eynigüclü olan tənlik və ya tənliklər sistemi alıb, onu asanlıqla həll etmək olur.

Misallara baxaq.

Misal 1. Tənliyi həll edin: $\log_2(x^2+4) - \log_2 x = 4x - x^2 - 2$.

Həlli. Aşkardır ki, $\log_2(x^2+4) - \log_2 x = \log_2 \frac{x^2+4}{x} = \log_2\left(x + \frac{4}{x}\right)$.

$x > 0$ olduğundan koşi bərabərsizliyinə görə $x + \frac{4}{x} \geq 2\sqrt{x \cdot \frac{4}{x}}$, yəni $x + \frac{4}{x} \geq 4$ olar. Deməli, $\log_2\left(x + \frac{4}{x}\right) \geq 2$.

İndi isə tənliyin sağ tərəfini qiymətləndirək:

$$4x - x^2 - 2 = -(x^2 - 4x + 2) = -(x^2 - 4x + 4 - 2) = 2 - (x^2 - 4x + 4) = \\ = 2 - (x-2)^2 \leq 2.$$

Beləliklə, alırıq ki,

$$\begin{cases} \log_2\left(x + \frac{4}{x}\right) \geq 2, \\ 2 - (x-2)^2 \leq 2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \log_2\left(x + \frac{4}{x}\right) = 2, \\ 2 - (x-2)^2 = 2 \end{cases} \Leftrightarrow x = 2.$$

Cavab: $x = 2$.

Misal 2. Tənliyi həll edin: $2cos^2\left(\frac{x^2+x}{6}\right) = 3^x + 3^{-x}$.

Həlli. Misal 1-də olduğu kimi burada da tənliyin sol və sağ tərəini qiymətləndirək:

$$0 \le 2cos^2\left(\frac{x^2+x}{6}\right) \le 2,\ \ 3^x + 3^{-x} \ge 2\sqrt{3^x \cdot 3^{-x}} = 2 \cdot 2 = 2.$$

Beləliklə, alırıq ki,

$$\begin{cases} 2cos^2\left(\frac{x^2+x}{6}\right) \le 2, \\ 3^x + 3^{-x} = 2. \end{cases}$$

Bu sistemin yeganə $x = 0$ həlli var.

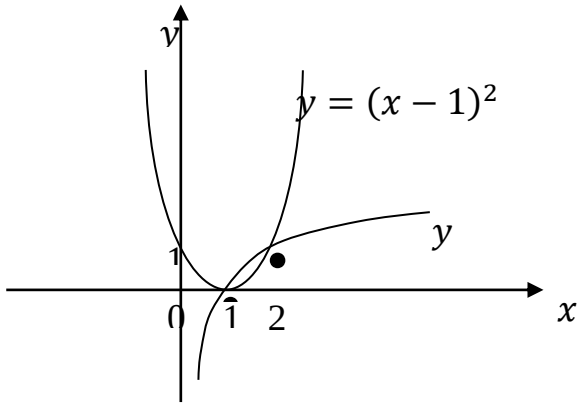
Cavab: $x = 0$.

2. *Funksional-qrafik üsul.* Tənliyi bu üsulla həll etmək üçün tənliyin sağ və sol tərəfində olan funksiyaların eyni bir koordinat sistemində qrafikləri qurulur və onların kəsişmə nöqtələrinin absisləri tapılır. Tapılan absislər verilən tənliyin həlli olur.

Misal 3. Tənliyi həll edin: $(x-1)^2 = \log_2 x$.

$y = (x-1)^2$ və $y = \log_2 x$ funksiyalarının qrafiklərini eyni bir düzbucaqlı koordinat sistemində quraq.

Şəkildən göründüyü kimi bu funksiyaların qrafiklərinin kəsişmə nöqtələrinin absisləri $x = 1$ və $x = 2$-dir.



Cavab: $x = 1, x = 2$.

3. Funksiyanın xassələrindən istifadə üsulu. Tənliyin sağ və sol tərəfindəki funksiyaların xassələrindən istifadə etməklə verilən tənliyi həll etmək olar. Çox vaxt məlum olur ki, belə bir üsul tənliyi adi üsullardan istifadə etməkdən daha asan həll etməyə imkan verir və bəzən hətta bu üsulların belə imkan vermədiyi hallarda da həll edilir. Funksiyaların xassələrindən istifadə edərək bəzi tənliklərin həllinə baxaq.

a) Funksiyanın cütlüyündən istifadə üsulu.

Misal 4. a parametrinin hansı qiymətlərində

$$5 \cdot 25^{|x|} - (1+25a) \cdot 5^{|x|} + 5a = 0$$

tənliyinin iki kökü var?.

Həlli. $f(x) = 5 \cdot 25^{|x|} - (1+25a) \cdot 5^{|x|} + 5a$ funksiyası a parametinin bütün qiymətlərində R həqiqi ədədlər çoxluğunda təyin olunub və istənilən $x \in R$ üçün $f(-x) = f(x)$ olduğundan cüt funksiyadır. Ona görə də əgər x verilən tənliyin həllidirsə, $(-x)$ ədədi də onun həllidir.

$t = 5^{|x|}$ əvzləməsini edək. Onda verilən tənlik $5t^2 - (1+25a)t + 5a = 0$ şəklinə düşər. Bu tənliyin iki kökü var: $t_1 = 0{,}2; t_2 = 5a$. Bunları əvəzləmədə yerinə yazsaq, $5^{|x|} = 0{,}2$ və $5^{|x|} = 5a$ tənliklərini alarıq.

Birinci tənlikdən $|x| = -1$, ikinci tənlikdən isə $|x| = \log_5 5a$ alarıq.

Birinci tənliyin həlli yoxdur, ikinci tənliyin isə $5a > 1$ qiymətlərində, yəni $a > 0{,}2$ olduqda iki kökü var.

Cavab: $a > 0{,}2$.

b) Funksiyanın monotonluğundan istifadə. $f(x) = g(x)$ tənliyində funksiyalardan biri artan, digəri isə azlan olarsa, onda bu tənliyin ya yeganə həlli var (bu həlli asanlıqla tapmaq olur), ya da həlli yoxdur. Həll tapıldıqdan sonra yoxlamaqla bu həllin tənliyin kökü olduğuna əmin ola bilərik.

Misal 5. Tənliyi həll edin: $3^x + 4^x = 7$.

Həlli. Tənliyin sol tərəfi $f(x) = 3^x + 4^x$ funksiyası artan, sağ tərəfi isə 7-dir. Məlum teoremə görə bu tənliyin birdən çox kökü ola bilər. Asanlıqla müəyyən etmək olar ki, $x = 1$ verilən tənliyin yeganə həllidir.

Cavab: $x = 1$.

c) Funksiyanın ekstremumlarından istifadə.

Misal 5. Tənliyi hıəll edin: $x\sqrt{1-x} + \sqrt{3-x} = 2\sqrt{1+x^2}$.

Həlli. Burada

$$a_1a_2 + b_1b_2 \le \sqrt{a_1^2 + a_2^2}\sqrt{b_1^2 + b_2^2}$$

bərabərsizliyindən istifadə edəcəyik.

Bu bərabərsizliyin həndəsi mənası belədir: iki vektorun skalyar hasili onların uzunluqlarının hasilini aşmır. Bu bərabərsizlik $n = 2$ olduqda Koşi-Bunyakovski bərabərsizliyinin xüsusi halıdır. Bərabərlik halı $(a_1; b_1)$ və $(a_2; b_2)$ vektorlarının kollinear olduğu halda doğrudur.

Onda bu bərabərsizliyə görə alarıq:

$$x\sqrt{1-x} + \sqrt{3-x} \le \sqrt{x^2+1} \cdot \sqrt{(1+x)+(3-x)} = 2\sqrt{1+x^2}.$$

Deməli, $(x; 1)$ və $(\sqrt{1+x}; \sqrt{3-x})$ vektorları kollineardır, yəni $\frac{x}{\sqrt{1+x}} = \frac{1}{\sqrt{3-x}}$. Buradan

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

Axırıncı tənliyin kökləri $x_1 = 1, x_2 = 1 + \sqrt{2}, x_3 = 1 - \sqrt{2}$ -dir. Axırıncı kök kənar kökdür.

Cavab: $x_1 = 1, x_2 = 1 + \sqrt{2}$.

Transendent tənliklərin nəzərdən keçirdiyimiz əsas həll üsullardan başaqa digər həll üsulları da məlumdur və bu üsulların sayını daha da artırmaq olar.

Ədəbiyyat

1. Əkbərov M. Cəbr və ədədlər nəzəriyyəsi. Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti. NURLAR nəşriyyatı. Bakı, 2005.
2. Галицкий М.Л., Мошкович М.М., Шварцбурд С.И. Углубленное изучение алгебры и математического анализа: пособие для учителя / М.Л.Галицкий, М.М. Мошкович, С.И. Шварцбурд – М.: Просвещение, 1997.

РЕЗЮМЕ

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ТРАНСЦЕНДЕНТНЫХ УРАВНЕНИЙ

Агаяров М.Г., Алиева Ф.Ф., Ибрагимова А.М.

Ключевые слова: *трансцендентное число, трансцендентное уравнение, метод оценки, функционально-графический способ, использование свойств функции.*

В статье представлены различные методы решения различных типов трансцендентных уравнений.

SUMMARY

BASIC METHODS FOR SOLVING TRANSCENDENTAL EQUATIONS

Agayarov M.H., Aliyev F.F., Ibrahimova A.B.

Keywords: *transcendental number, transcendental equation, evaluation method, functional-graphic method, use of properties.*

The article provides different methods of solving different types of transcendental equations.

HESAB ƏMƏLLƏRİ KOMPONENTLƏRİ İLƏ NƏTİCƏSİ ARASINDAKI ASILILIQLAR VƏ ONLARIN MÜASİR ŞƏRAİTDƏ ÖYRƏDİLMƏSİ YOLLARI

Aşurov M.M.

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiti, Bakı, Azərbaycan, ped.f.d.

ashurovmm@mail.ru

Açar sözlər: *toplanan, azalan, çıxılan, vuruq, bölünən, bölən, cəm, fərq, hasil, qismə***.**

Müşahidələr göstərir ki, bəzi şagirdlər və hətta təcrübəçi tələbələr hesab əməlləri komponentləri. ilə əməl nəticələri arasındakı əlaqələrdən yerli yerində istifadə etməkdə zətinlik çəkirlər. Odur ki, bu məqalədə hesab əməlləri komponentləri ilə nəticəsi arasındakı asılılıqların öyrədilməsi yollarını işıqlandırmağı nəzərdə tutmuşuq.

Azərbaycan təhsil sistemində kurikulumun daxil edilməsi ilə başlanmış köklü dəyişikliklər hər il davam etməkdədir. "Öyrənməyi öyrətmək" prinsipi özünü riyazi təhsildə də göstərir. Belə ki, aparılan eksperimentlər, yeni pilot layihələrin məqsədi fəal təlim prinsiplərinindən istfadə edərək şagirdlərin bacarıqlar və qabiliyyətlərindən maksimum istifadə etməklə riyazi təhsilin daha da inkişaf etdirilməsinə nail olmaq, onları gündəlik priblemlərin həlli üçün daha çox riyazi biliklər əldə etməyə sövq etdirməkdir. Bu məqsədlə proqram və dərsliklərə bir çox yeni mövzular daxil edilmiş, tərdisinə yanaşmalarda dəyişikliklər

edilmişdir. Aparılan dəyişikliklərdən asılı olmayaraq bəzi mövzuların tədrisi ibtidai siniflərin riyaziyyat kursunda həmişə vacib sayılmışdır. Belə mövzulardan biri də hesab əməllərinin komponetntləri ilə nəticəsi arasındakı asılılıqların öyrədilməsi və bu asılılıqlardan digər məsələlər həllində istifadəsidir. Hesab əməllərinin komponentləri ilə onların nəticəsi arasındakı əlaqənin öyrənilməsi məktəblilərin nəzəri bilik səviyyəsini artırır, hər bir hesab əməlinin mənasını anlamaqda qazanılmış biliklərin təcrübədə tətbiqinə və yuxarı siniflərdə riyaziyyatın sonrakı bölmələrinin, xüsusulə cəbri materialların öyrənilməsində şüurlu mənimsəməyə xidmət edir. Pedaqoji təcrübə zamanı müşahidə olundu ki, bəzi şagirdlər və hətta təcrübəçi tələbələr – gələcək müəllimlər hesab əməlləri komponentləri ilə əməl nəticələri arasındakı əlaqələrdən yerli yerində istifadə etməkdə zətinlik çəkirlər. Odur ki, bu məqalədə hesab əməlləri komponentləri ilə nəticəsi arasındakı asılılıqların və onların tətbiqlərinin öyrədilməsi yollarını işıqlandırmağı nəzərdə tutmuşuq.

Riyazi təhsil sahəsindəki bütün araşdırmalar və təhqiqatların nəticəsi göstərir ki, toplama və çıxma əməllərriinin komponentləri ilə nəticəsi arasındakı əlaqəni öyrənməyə birinci sinifdən, vurma və bölmə əməllərriinin komponentləri ilə nəticəsi arasındakı əlaqəni öyrənməyə ikinci sinifdən başlamaq və sonrakı sinifdə davam etdirmək məqsədəuyğundur.

Odur ki, toplama və çıxma əməllərriinin komponentləri ilə nəticəsi arasındakı əlaqəni öyrənməyə birinci sinifdən başlamaq zəruridir. Bu işə hazırlıq kimi 10 dairəsində əməllərin öyrənilməsi zamanı başlamaq olar. Məlumdur ki, 10 dairəsində toplama və çıxma əməlləri əşya çoxluqları üzərində aparılan əməliyyatların köməyi ilə öyrədilir. Nəzəri olaraq çoxluqların birləşməsinin nəticəsini toplama, verilmiş çoxluqdan onun düzgün alt çoxluğunu (hissəsini) ayırmaqla çıxma əməli daxil edilir.

Müəlim stolun üzərinə 4 qırmızı qələm qoyur, daha sonra 3 mavi qələm də əlavə edir. Edilmiş hərəkət misal şəkilində yazılır: 4+3. Şagirdlər nəticəni sayma və ya toplama cədvəlinə əsasən müəyyən edirlər: 4+3=7. Müəllim bir əli ilə qırmızı, digər əli ilə mavi qələmləri birləşdirərək qeyd edir: bütün qələmlərin sayı 7 oldu. Bu 7 qələm iki hissə qələmlərdən təşkil olunub (4 qırmızı və 3 yaşıl qələm). Bu qələmlərdən qırmızı rəngdə olan hissəsini götürək, stolun üzərində mavi qələm olan hissə qalar. Bu hərəkəti riyazi olaraq 7-4=3 kimi yaza bilərik. İndi stolun üzərindəki bütün qələmlərdən mavi qələmlər olan hissəni götürək. Stolun üzərində qırmızı qələmlər olan hissə qalar. Bu hərəkəti riyazi olaraq 7-3=4 kimi yaza bilərik. Bütün qələmlər iki rəngli qələmlərdən ibarətdir. Bu qələmlərdən bir rəngdə olanları götürsək o biri rəngdə olanlar qalar. Eləcə də cəm iki toplanandan ibarətdir. Bu cəmdən toplananlardan birini götürsək, digəri qalar.

Təhlilin nəticəsində demək olar ki, iki toplanandan təşkil olunmuş cəmdən toplananlardan birini götürsək (çıxsaq) yerdə o biri toplanan qalar.

Bu nəticəyə tam- hissə modelindən də istifadə etməklə gəlmək olardı. 7-tamdır, 3 və 4 onun hissələridir. Tam iki hissədən ibarətdir. Tamdan hissələrdən birini götürsək o biri hissə qalar.

Bu kimi çalışmalardan sonra ədəd ailəsi anlayışı daxil edilə bilər.

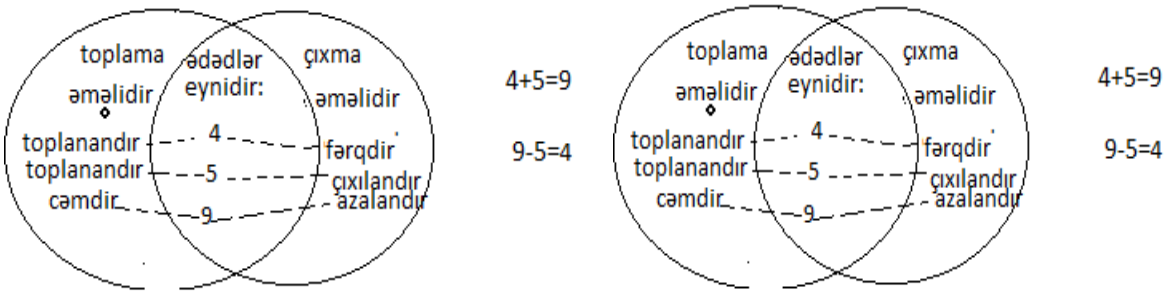
Müəllim 4, 5 və 9 ədədlərini göstərərək bu ədədlərin köməyi ilə misallar tərtib etməyi tapşırır. Alınmış misallar bir sütunda yazılır:

4+5=9 (1)

9-5=4 (2)

9-4=5 (3)

Müəllim şagirdlərdən bu misalları müqayisə etmələrini tələb edir (oxşar və vərqli cəhətləri ayırmaq üçün Venn diaqramından istifadə etmək olar). Müqayisə analoji suallarla da müşayət oluna bilər.



- Birinci misal hansı əmələ aiddir? (toplamaya)
- Buradakı komponent və nəticə adlarını söyləyin: birinci toplanan (4), ikinci toplanan (5) və cəm (9).
- İkinci misal hansı əmələ aiddir? (çıxmaya)
- Buradakı komponent və nəticə adlarını söyləyin: azalan (9), çıxılan (5) və fərq (4).
- Üçüncü misal hansı əmələ aiddir? (çıxmaya)

- Buradakı komponent və nəticə adlarını söyləyin: azalan (9), çıxılan (4) və fərq (5).

- Gəlin birinci misaldakı komponentlərin ikinci və üçüncü misallarda hansı komponentə çevrildiyinə diqqət edək:

Birinci misaldakı birinci toplanan ikinci misalda fərq, ikinci toplanan çıxılan, nəticə isə azalan olmuşdur, yəni, birinci toplananı tapmaq üçün cəmdən ikinci toplanan çıxılmışdır.

Üçüncü misala görə isə ikinci toplanan üçüncü misalda fərq, birinci toplanan çıxılan, nəticə isə azalan olmuşdur, yəni ikinci toplananı tapmaq üçün cəmdən birinci toplanan çıxılmışdır.

Analoji mühakiməni ikinci və üçüncü misallar üzərində də aparmaqla belə nəticəyə gəlmək olar: azalanı tapmaq üçün fərqin üzərinə çıxılan əlavə edilmişdir və çıxılanı tapmaq üçün azalandan fərqi çıxılmışdır.

Kurikuluma görə cəbr elementlərinin daxil edilməsi şagirdlərdə ədədlər və əməllərin bir sıra xassələrinin ümumiləşdirilməsini, hərfi ifadə, bərabərlik, tənlik, funksional asılıqlar və s. kimi mühüm riyazi anlayışların formalaşmasınıa zəmin yaradır. Cəbri anlayışlardan istifadə olunması ətraf aləmdəki hadisələrin riyazi modellərinin qurulması kimi müvafiq vərdişlərin yaranmasını təmin edir. Cəbri aparat vasitəsilə şagirdlər qarşıya çıxan problemləri təbii dildən cəbrin simvolik dilinə və əksinə, çevirməklə həll edirlər.

Bu baxımdan tənlik anlayışının daxil edilməsi çox mühüm addımdır. Metodik ədəbiyyatlarda ilkin mərhələdə tənlik anlayışının öyrənilməsində böş dairə, kvadrat və ya sual işarəsi daaxil olan misallar həlli ilə baxılmasına üstünlük verilir. Belə tapşırıqlardan tənlik anlayışının öyrənilməsinə hazırlıq mərhələsində istifadə olunur. Lakin analoji tapşırıqlardan toplama və çıxma əməlləri arasındakı əlaqəni aşkar edilməsi işində də istifadə etmək səmərəli ola bilər. Bu məqsədlə aşağıdakı kimi tapşırıqlar təklif oluna bilər: Sual yazılmış kvadratda hansı ədəd olar? □+5=9; 4+ □ =7; 8- □=2; □-5=3; □+4=9; □-5=2. Təcrübələr göstərir ki, şagirdlər naməlum komponenti ya toplama cədvəli biliklərinə əsasən, ya da seçmə üsulu ilə tapırlar. Bu mərhələdə hər bir halda nəticənin tapılması seçmə üsulunun məhsuludur.

10 dairəsində toplama cədvəli bliklərinə istinad edərək müəlim soruşur:

- Birinci misal (analoji olaraq digər misallarda) hansı əmələ aiddir?
- Bu əməlin komponentləri necə adlanır?
- Misalda hansı komponent verilmişdir və hansı komponenti tapmaq lazımdır?
- Boş kvadratda hansı ədəd olduğunu necə tapdınız? (Naməlum komponenti necə tapdınız?)

Daha bir neçə belə çalışmalar təhlil edildikdən sonra ümumiləşmə aparmaq olar:

- Məchul toplananı tapmaq üçün cəmdən məlum toplananı çıxmaq lazımdır;
- Məchul azalanı tapmaq üçün fərqin üzərinə çıxılanı gəlmək lazımdır;
- Məchul çıxılananı tapmaq üçün azalandan fərqi çıxmaq lazımdır.

Analoji işləri ikinci sinifdə vurma və bölmə əməllərinin öyrənilməsi zamanı da aparaq olar. Bu zaman da 3, 8 və 24 ədədlərinin köməyi ilə vurma və bölməyə aid misalllar düzəltmək tapşırığı üzərində iş aparıla bilər.

Bu ədədlərin köməyi ilə sadə məsələ və onun tərs məsələləri üzərində də aparmaq olar.

Məsələ 1. Əsgərlər hər sırada 8 olmaqla 3 sıraya düzüldülər. Cəmi neçə əsgər var idi?

Məsələ 2. 24 əsgər sıralara düzüldü. Hər sırada 8 əsgər oldusa, onlar neçə sıraya düzülmüşdülər?

Məsələ 3. 24 əsgər 3 sırada düzüldü. Hər sırada neçə əsgər oldu?

Eyni nəticələrə gəlmək üçün kvadratlara bölünmüş düzbucaqlı modelindən istifadə etmək olar. Məsələn, 3 sətirin hər birində 4 kvadrat olan düzbucaqlı modeli üzərində aşağıdakı kimi mühakimə aparaq olar.

- Neçə sətir var? (3)
- Neçə sütun var? (4)
- Cəmi neçə kvadrat olduğunu necə tapmaq olar? (3·4=12 və ya 4·3=12)
- Kvadratların ümumi sayı və sətirlər sayı məlim olarsa idi, sütuların (hər sətirdəki) kvadratlatın sayını necə tapa bilərdik?
- Kvadratların ümumi sayı və sütunları sayı məlim olsa idi, sətirlərin (hər sütundakı) kvadratlatın sayını necə tapa bilərdik?

Bu əlaqəni həm də vurma və bölmə əməllərinin daxil olduğu sadə tənliklər həllinə hazırliq mərhələsində də (□·3=6; □·2=8; □·3=9; 4· □=7; və s. kimi tapşırıqlarla) aparmaq olar.

Artıq qeyd ediyimiz kimi, hesab əməlləri komponentləri ilə əməl nəticəsi arasındakı asılılıqlar birinci və ikinci sinifdə öyrədilir. İbtidai siniflərdə öyrənmədə induktiv metoda üstünlük verildiyindən daha çox oxşar çalışmalar həll edildikdən sonra nəticələrə gəlmək lazımdır. Bu zaman daha çox əyaniliyə də üstünlük vermək lazımdır.

Şüurlu mənimsəmənin əhəmiyyətini qazanılmış biliklərin gündəlik həyatda və tədrisin sonrakı mərhələlərində istifadə oluna bilməsi ilə şərtlənir. Təbii ki, şagirdlər induktiv üsulla əldə edilmiş nəticələri deduktiv üsulla digər situasiyalara tətbiq edə bilməlidirlər. Hesab əməlləri komponentləri ilə nəticəsi arasındakı asılılıqlarından:

- hesab əməllərinin doğruluğunun yoxlanılmasında;
- ədədi bərabərlikdə buraxılmış ədədin tapılmasında;
- Tənliklərin həllində;
- Tənlik qurmaqla məsələlər həllində;
- Verilmiş məsələyə tərs məsələ qurmaqda;
- Hesab məsələlərinin sondan başlayaraq həlli üsulunda;
- Riyazi asılıqlarla verilmiş tapmaca şəklindəverilmiş əyləncəli çalışmalar həllində və s. kimi situasiyalarda səmərəli istifadə etmək olar.

Müəllim üçün nəzəriyyəni öyrətmək nə qədər vacibdirsə, onun tətbiqlərini öyrətmək ondan da vacibdir.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikasının ümumtəhsil məktəbləri üçün riyaziyyat fənni üzrə təhsil proqramı (kurukulumu) (I-XI siniflər), Bakı, 2013. 138 s.
2. S.S.Həmidov, A.Ə.Məcidova. Məktəbin ibtidai siniflərində riyyaziyyatın tədrisi metodikası. Bakı, ADNSİ-2016. 278s.
3. M.M.Aşurov, Hesab məsələlərinin “sondan başlayaraq həlli” üsulu. Mingəçevir Dövlət Universiteti, “Davamlı inkişaf strategiyası: qlobal trendlər, milli təcrübələr və yeni hədəflər” mövzusunda I Beynəlxalq elmi konfransın materialları, I cild. MİQ Poliqrafiya ofisi, 2021, səh.225-228.
4. Riyaziyyat-1. İbtidai siniflərin 1-ci sinfi üçün dərslik komplekti. Bakı, 2018.
5. Riyaziyyat-1. İbtidai siniflərin 1-ci sinfi üçün dərslik komplekti. Bakı, 2022.
6. Riyaziyyat-2. İbtidai siniflərin 2-ci sinfi üçün dərslik komplekti. Bakı, 2018.
7. Riyaziyyat-2. İbtidai siniflərin 2-ci sinfi üçün dərslik komplekti. Bakı, 2022.

РЕЗЮМЕ

ПУТИ ОБУЧЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ АРИФМЕТИЧЕСКИХ ДЕЙСТВИЙ И ИХ РЕЗУЛЬТАТОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Ашуров М. М.

Ключевые слова: *слагаемые, уменьшаемые, вычитаемые, множитель, делимые, делитель, сумма, разность, произведение, частное.*

Наблюдения показывают, что некоторые учащиеся и даже начинающие студенты-практиканты затрудняются при использовании взаимосвязей между арифметическими компонентами и результатами их действии. . Поэтому в данной статье мы освещаем способы обучения зависимости между компонентами арифметических операций и их результатов.

SUMMARY

WAYS OF LEARNING THE RELATIONSHIP BETWEEN THE COMPONENTS OF ARITHMETIC OPERATIONS AND THEIR RESULTS IN MODERN CONDITIONS

Ashurov M.M.

Key words: *terms, reduced, subtracted, multiplier, dividends, divisor, sum, difference, product, quotient*

Observations show that some students and even novice interns find it difficult to use the relationships between arithmetic components and the results of their actions. Therefore, in this article, we intend to highlight the ways of teaching the dependencies between the components of arithmetic operations and their results.

TƏDRİS PLANININ İNKİŞAFINDA FƏRDİ YANAŞMA VƏ WİLHELM VON HUMBOLDT SİSTEMİ

Cəbiyev K.M.

Azərbaycan Universiteti, Bakı, Azərbaycan

kamilce75@gmail.com

Açar sözlər: *fərdi araşdırma, akademik azadlıq, şəxsi inkişaf, interdistiplinliyin əhəmiyyəti, təhsil və özqərarlılığın inkişafı*

Tədris zamanı tələbənin dərsə olan marağının daim yüksək tutmaq üçün dərsin müəllim tərəfindən monoloq şəkildə deyil, tələbələrlə qarşılıqlı diskussiya şəklində olması daha effektiv nəticə verir. Yəni

burada müəllim ilə tələbələr aradında olan fikir mübadiləsi, müəllimin və tələbələrin tədris zamanı keçilən mövzulara olan biliklərinin güncəl qalmasına və eyni zamanda müəllimin və tələbələrin yeni fikirlərinin formalaşmasına böyük təsir göstərir.

Bundan əlavə olaraq tələbələrin fərdi araşdırmaya yönəlik failiyyətlərini artırmaq üçün Wilhelm von Humboldt sisteminin bir neçə prinsipindən də istifadə olunur.

Bunlar:

1. Fərdi potensialın inkişafı: Sistem, özünü təhsil vasitəsi ilə özünü inkişaf etdirən insanın intellektual və şəxsi potensialının inkişafına həssaslıq göstərir.

2. Tədqiqat və təhsilin birləşdirilməsi: Sistem, tədqiqat və təhsilin birləşdirilməsini təmin edir, tələbələrin araşdırmalarına aktiv cəlb edir.

3. Akademik azadlıq: Sistem akademik azadlığı təmin edir, müəllimlər və tələbələr öz maraqlarına və araşdırmalarına maneələr olmadan məşğul ola bilirlər.

4. Özqərarlılıq inkişaf: Sistem fərdi özqərarlığın inkişafına diqqət yetirir, tələbələr öz öyrənmə və şəxsi inkişaf proseslərinin cavabdehliyini öz üzərinə götürə bilirlər.

Bu sistemin əsas məqdədi müasir araşdırma universitetinin inkişafına təsir göstərmək və akademik azadlıq, interdistsiplinliyin əhəmiyyəti konseptini qəbul etməkdə köməklik göstərməkdir.

Ədəbiyyat

1. Wilhelm Von Humboldt, “Ideas on the Study of Humanity”
2. Froebl P.K. “Pedagogical report”

РЕЗЮМЕ
РАЗВИТИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА С ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ПОДХОДОМ И СИСТЕМА ВИЛЬГЕЛЬМА ФОН ГУМБОЛЬДТА

Джабиев К. М.

Ключевые слова: *индивидуальные исследования, академическая свобода, личностное развитие, важность междисциплинарных исследований, развитие образования и автономии*

Статья рассматривает методы преподавания, используемые учителем в процессе обучения. Эти методы оценивают способы, которыми учитель может передавать информацию студентам, способствовать процессу обучения и обеспечивать эффективное обучение студентов. Методика преподавания развивается с использованием опыта опытного и успешного учителя в процессе обучения студентов.

SUMMARY
THE DEVELOPMENT OF THE CURRICULUM WITH AN INDIVIDUALIZED APPROACH AND THE SYSTEM OF WILHELM VON HUMBOLDT

Jabiyev K. M.

Keywords: *individual research, academic freedom, personal development, the importance of interdisciplinary studies, the development of education and autonomy*

The article discusses the teaching methods used by a teacher in the teaching process.These methods evaluate ways in which the teacher can convey information to students, promote the learning process, and ensure that students learn effectively. The teaching metodology develops by using the experience of an experienced and successful teacher in the students’ learning process

RİYAZİYYATDAN FƏAL DƏRSİN REALLAŞDIRILMASI İLƏ BAĞLI BƏZİ MÜLAHİZƏLƏR

Cəbrayılov B.S.
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Bakı, Azərbaycan
Cabrayilov55@mail.ru

Açar sözlər: *fəal dərs, motivasiya, tədqiqat sualı, tədqiqatın aparılması, qruplarla iş, müzakirə, innovasiya, qiymətləndirmə*

Məqalədə fəal dərsin ayrı-ayrı mərhələlərinin mahiyyəti açıqlanmış, onların funksi-yaları qeyd olunmuş, bu sahədə bu gün də mövcud olan qüsurlar göstərilmişdir. Fəal dərsin mərhə-lələrini şagirdlərin həyata hazırlanmasında rolu(həyatda qarşılaşdığı hər bir problem bir riyazi məsələ kimi yanaşıb həllinə çalışmaq, qiymətləndirmə zamanı obyektiv olmaq, fikrini əsaslandırmağı, əməkdaşlıq etməyi bacarmaq və s.) hər bir mərhələyə uyğun nümunələrlə göstərilmişdir.

Hörmətli oxuculara məqalənin mövzusu bir qədər maraqsız görünə bilər. Belə ki, 2008-ci ildən məktəblərdə dərslər fənn kurikulumun tətbiqi ilə aparılır. Lakin dinlənilən dərslər, aparılan sorğuların

nəticələləri göstərir ki, hələ də fəal dərsin mərhələlərinin kompleks şəkildə həyata keçirilməsinin şagirdlərin həyata hazırlanmasındakı rolu tam başa düşülmür. Bu baxımdan riyaziyyatdan fəal dərsin reallaşdırılması ilə bağlı bəzi mülahizələrimi söyləmək qərarına gəldim.

Cəmiyyətin tələblərinə müvafiq bacarıqlara malik şəxsiyyətin formalaşması, şəxsiyyətyönümlü və nəticəyönümlü təlimin başlıca məqsədidir. Bu təlim prosesinə yeni yanaşmaların - təlimin təşkilinin müxtəlif forma və metodlarının tətbiqini zəruri edir. Bu gün təlim şagirdi təlimin mərkəzi subyekti hesab edir. Əks halda dəyişən cəmiyyətin tələblərinə müvafiq şəxsiyyətin tərbiyə və inkişafından daşınmaq olmaz.

Təlimin psixoloji tərəflərini nəzərə almadan təlimin səmərəliliyindən danışmaq olmaz.

Belə ki;

1. Öyrətmək o zaman asan olur ki, öyrənənin öyrənməyə marağı olsun.
2. Öyrənənin özünün gəldiyi nəticə, qanuna uyğunluq daha yadda qalan olur.
3. Öyrənən səhv nəticəyə gəldikdə belə, nəticənin araşdırılması və səhvin aşkara çıxarıl-ması qoyulmuş tədqiqat sualının daha dərindən mənimsənilməsinə səbəb olur. [2]

Ona görə də qoyulmuş idrakı məsələnin həlli üçün motivasiyanın yaradılması, şagirdlərin onu öyrənmələri üçün emosional vəziyyətin, öyrənmək istəyinin yaranması təlimin səmərəlili-yinin artırılmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Aparılan tədqiqatlar sübut etmişdir ki, insan ömrü boyu öyrəndiklərinin təqribən 70%-ni 6 yaşına qədər əldə edir. Bu isə insanın uşaqlıq dövründə öyrəndiklərinin öyrənmək istəyindən qaynaqlanır. Uşaq onu maraqlandıran nə varsa onu dərk etmək istəyir, suallar verir və cavabları diqqətlə dinləyir. Bu baxımdan fəal təlim məntiqi, dialektik, elmi, yaradıcı mühakimə yürütməyi öyrədir, təlimi daha inandırıcı, daha maraqlı, daha emosional etməklə, intellektual hissləri, inkişaf etdirir.

Müəllim motivasiyanı elə qurur ki, şagirdlər proqram üzrə keçiləcək mövzuya səfərbər olsunlar, həmin mövzunu öyrənmək üçün onlarda istək yaransın. Belə yanaşma uşaqlarda müşahidə etmək, araşdırma aparmaq və müəyyən bir fikrə gəlmək üçün əlverişli şərait yaradir. "Nə üçün bu hadisə baş verdi?", "Niyə belə oldu? və s. sualların ümumiləşmiş forması kimi **tədqiqat sualı** yaranır.

İbtidai sinif müəllimlərinin şagirdlərə ünvanladıqları aşağıdakı kimi suallarla tez-tez rastlaşıriq:

- Qədər çoxdur deyəndə nə etmək lazımdır(toplamaq)?
- Qədər azdır deyəndə nə etmək lazımdır(çıxmaq)?
- Dəfə çoxdur deyəndə nə etmək lazımdır(vurmaq)?
- Dəfə azdır deyəndə nə etmək lazımdır(bölmək)?

Məsələnin şərtini nəzərə almadan verilən bu tip suallar və ona verilən düzgün olmayan cavablar şagirdləri düşünmədən cavab verməklə robortlaşdırmağa səbəb olur.

Bunu aradan qaldırmaq üçün aşağıdakı yanaşmadan istifadə etmək olar.

Məsələ 1. Məktəbyanı sahədə Ömər 5 ağac, Əli isə ondan 2 ağac az əkdi, Əli neçə ağac əkdi(*ədədin bir neçə vahid azaldılmasına aid məsələ.düzünə ifadə olunmuş*)? [1]

5 -2 = 3(Əlinin əkdiyi ağacların sayı)

Məsələ 1'. Məktəbyanı sahədə Ömər 5 ağac əkdi. Bu Əlinin əkdiyi ağaclardan 2 ağac çoxdur. Əli neçə ağac əkdi(*ədədin bir neçə vahid azaldılmasına aid məsələ- dolayısı ilə ifadə olunmuş*)?

5 -2 = 3(Əlinin əkdiyi ağacların sayı) [1]

Tədqiqat sualı: Nə zaman qədər çoxdur dedikdə toplama əməlindən, nə zaman çixma əməlindən istifadə etmək lazımdır?

Tədqiqatın aparılması prosesində müəllimin tərtib etdiyi məsələləri həll etməklə(düzünə və dolayısı ilə verilmiş məsələləri) aşağıdakı nəticəyə gəlirlər:

- Qədər çoxdur dedikdə həm toplama, həmdə çixma əməli tətbiq oluna bilər.
- Axtarılan qədər çoxdursa toplama əməlindən, verilən qədər çoxdursa çıxma əməlindən istifadə olunur.

Analoji olaraq, qədər azdır, dəfə azdır, dəfə çoxdur ifadələrinə də aydınliq gətirmək olar.

Yaxşı olar ki,iş forması kimi qruplarla iş seçilsin. Bu zaman şagirdlərdə əməkdaşlıq etmək, fikrini yoldaşı ilə paylaşmaq, müzakirə aparmaq, gəldiyi nəticəni əsaslandırmaq kimi vacib key-fiyyətlər formalaşır.

Məsələyə bu şəkildə yanaşma həm təlimin səmərəliliyini təmin edir, həm də şagirdlərin həyata hazırlanmasında müstəsna rol oynayır.

Şagirdlər dərk etməlidirlər ki, riyaziyyat bəzilərinin ifadə etdiyi kimi heç də "quru elm" deyil.

Bunun üçüm məsələlər tərtib edilərkən innovativ yanaşmadan istifadə etmək lazımdır. Müəllim mövcud dərsliklərdə olan məsələlərdə bir qədər dəyişiklik etməklə buna nail ola bilər. Məsələn, III sinif riyaziyyat dərsliyində (litr mövzusunda) təxminən aşağıdakı kimi məsələ var.

Məsələ 2. 1 litr qatıqdan 3 litr ayran alınır.

1) 2*l* qatıqdan nə qədər ayran alınar:

2) Alınan ayranı 500 ml şüşə qablara tökdülər. nə qədər şüşə qab tələb olunar?

Məsələ burada yekunlaşır. Lakin məsələyə növbəti sualı əlavə etsək, alınan məsələ nəzərdə tutulan təlim nəticələrini yerinə yetirməklə yanaşı şagirdlər üşün daha cəlbedici olar, onlarda riyaziyyatı öyrənməyə marağı artırar və təlimi daha səmərəli edər.

Məsələ 2[1]. 1*l* qatıqdan 3 *l* ayran alınır.

1) 2*l* qatıqdan nə qədər ayran alınar:

2) Alınan ayranı 500 ml şüşə qablara tökdülər. nə qədər şüşə qab tələb olunar?

3) 1*l* qatıq 1 manat, 1 boş 500 ml-lik şüşə qab 10 qərik, ayranla dolu isə 60 qəpik olarsa, 2*l* qatıqdan nə qədər gəlir əldə etmək olar?

Məsələni həll etməklə şagird dərk edir ki, riyaziyyat tək alış - verişdə deyil, biznes qurmaqda da onlara kömək ola bilər. Müzakirə zamanı şagirdlər bu zaman satışın təşkili və s. məsələlərin də nəzərə alınmasının vacibliyini dərk edirlər və ümumi nəticəyə gəlirlər.

Fəal dərsin "Məlumat mübadiləsi və təhlili" mərhələsində toplanılmış məlumatlar əsasında tapşırıqların izahı verilir, təhlil edilir, şagirdlərin münasibəti öyrənilir və ortaya çıxan suallar cavablandırılir. Bu zaman şagirdlərin fəal iştirakı təmin edilməli, onların məsələyə münasibəti öyrənilməlidir.

Ümumiləşdirmə və ya nəticələrin çıxarılması mərhələsində təqdim olunan suallar əsasında ümumiləşdirmələr edərək müəyyən nəticələr çıxarılır. Mövzunun necə mənimsənildiyini yoxlamaq məqsədi ilə suallar verilir. Şagirdlər sualları cavablandırır, fikrini ifadə edir, riyazi olaraq əsaslandırır, bunun üçün müxtəlif arqumentləri əsas gətirir və beləliklə də onlarda mühüm keyfiyyətlər formalaşır.

Produktiv (yaradıcı) tətbiq etmə mərhələsində şagirdlər əldə etdikləri bilikləri konkret situasiyalara tətbiq etmək bacarığı qazanırlar ki, bu da onların həyatda qarşılaşdıqları problemləri həll etməkdə(ən azından buna cəhd etməkdə) köməyinə gəlir

Kiçik yaşlı məktəblilərin nailiyyətlərinin qiymətləndirilməsi təlim prosesinin vacib tərkib hissəsi olmaqla aşağıdakı funksiyaları həyata keçirir.

1. Sosial funksiya yaş dövrünə uyğun olaraq şagirdlərin səviyyəsinin cəmiyyətin qoyduğu tələblərə uyğunluğunu müəyyən edir. Buraya təhsillilik səviyyəsi, yaşa müvafiq tərbiyə və məlumatliliq səviyyəsi, idrakı, hissi və iradi keyfiyyətlərinin dayanıqlığı səviyyəsi daxildir və 4 səviyyədə qiymətləndirilir(I, İİ, III, IV səviyyə və ya əla , yaxşı, kafi və qeyri kafi).

2. Təhsil funksiyası təlimin nəzərdə tutulan nəticələri ilə mövcud vəziyyətin müqayisə olunma-sını müəyyən edir. Buraya şagirdlərin tədris materialını mənimsəmə keyfiyyətinin aşkarlanması, biliklərin tamlığı və bu biliklərin müxtəlif situasiyalarda tətbiqi, səmərəli yolların axtarılması bacarıqları, müvəffəqiyyətin dinamikası, şəxsi keyfiyyətin dayanıqlığı, təfəkkür əməliyyatlarının inkişaf səvviyyəsi və s. daxildir.

3. Tərbiyə funksiyası müsbət öyrənmə motivinin formalaşdirilması və şagirdin özünə nəzarətə yiyələnməklə özünə inamsızlığın aradan qaldırılmasını nəzərdə tutur. Düzgün təşkil olunmuş qiymətləndirmə şagirdi əlavə təzyiqlərdən xilas edir və özünü "bacarıqsız şagird" kimi hiss etmir.

4. Məlumat funksiyası planlaşdırma və proqnozun əsasını təşkil edir. Nəticələrin təhlili, çatışmazlıqların aşkara çıxarılması və aradan qaldırılması yollarının müəyyən olunması bu funksiyanın əsas xüsusiyyətidir. [1]

Şagird nailiyyətlərinin qiymətləndirilməsi təlim-tərbiyə prosesinin vacib elementlərindən biridir. Təsadüfi deyildir ki, Yeni Təhsil Konsepsiyasında(milli kurikulum) bu məsələyə önəmli diqqət verilmişdir.

Fəal dərsin **qiymətləndirmə mərhələsinin** düzgün təşkil olunması, yuxarıda bəhs etdiyimiz funksiyaların nəzərə alınması mühüm əhəmiyyət kəsb edir və bunun üçün müəyyən məsələlərə diqqət yetirilməlidir.

1. Hər bir dərs üçün mövzuya uyğun qiymətləndirmə meyarı müəyyən edilməlidir. Bu meyarda həmin mövzuya uyğun şagirdlərin yiyələnməli olduqları təlim nəticələri öz əksini tapmalıdır.

2. Həyatı vacib məsələ olan vaxta əməl edilməsi qiymətləndirmə meyarına daxil edilməlidir.

3. Nizam – intizam məsələsi nəzərə alınmalıdır.

4. Əməkdaşlıq nəzərə alınmalıdır(qruplarla, cütlərlə iş zamanı).

5. Yoldaşlarını dinləmək , müzakirədə iştirak və fikrini bildirmək qabiliyyəti qiymətləndirmə meyarında qeyd olunmalıdır.

Məsələn, IV sinifdə “Bucaqların ölçülməsi və qurulması” mövzusuna uyğun qiymətləndirmə meyarını aşağıdakı kimi müəyyən etmək olar.

Meyarlar	Qrup adı			
	A	B	C	D
Bucaqları növlərinə görə ayırır, ölçüsünü müəyyən edir				
Bucaqları günyə və ya transportir vasitəsilə dəqiq ölçür				
Bucaqları real vəziyyətlər və əşyalar üzərində göstərir				
Yoldaşlarının izahlarını və fikirlərini diqqətlə dinləyir				
Fikir mübadiləsində iştirak edir				
İzah edərkən fikirlərini dəqiq və səlis çatdırırlar				
Bütün qrup üzvləri layihədə iştirak edir				
Başqalarının fikrinə hörmətlə yanaşırlar				

Qiymətləndirmə meyarı əvvəlcədən elan edilməli və hamının görə biləcəyi yerdən asılmalıdır. Müəllim şagirdlərə hər hansı iradı birbaşa deyil, meyarda uyğun bəndi xatırlatmaqla etməlidir.

Qiymətləndirmə meyarlara əsaslanaraq həm müəllim həm də şagirdlər tərəfindən aparıla bilər.

Belə yanaşma nəticəsində:

- Qiymətləndirmənin obyektlivliyi təmin edilir;
- Qiymətləndirilən həmin qiymətin nə üçün verildiyini başa düşür və çatışmamazlıqları(əgər varsa) aradan qaldırmaq üçün səfərbər olur;
- Şagirdlər yoldaşlarını qiymətləndirmək üçün onları diqqətlə dinləyir və meyarlara nə dərəcədə əməl etdiklərini özü üçün müəyyənləşdirir;
- Şagirdlərdə obyektiv fikir söyləmək, fikrını meyarlara söykənərək əsaslandırmaq qabiliy-yəti formalaşır;
- Fikir mübadiləsində iştirak etməklə təlim prosesində fəal iştirak edir;
- Müzakirələrdə başqalarının fikirlərinə hörmət etməklə müzakirələrə açıq olur.

Fəal təlimin elementlərinin kompleks şəkildə tətbiqi təlimin səmərəliliyini artırmaqla yanaşı müasir dövrün fəal iştirakçısı olan gənclərin yetişməsində də müstəsna rol oynayır.

Ədəbiyyat

1. Cəbrayılov B.S. Riyaziyyatın tədrisi metodikasının aktual problemləri (İbtidai sinif müəllimliyi ixtisası magistrantları üçün dərs vəsaiti) Bakı-ADPU-2019, 160s.
2. Cəbrayılov B.S. Şəxsiyyətin təlimində fəallıq problemi, interaktiv təlimin tarixi, psixo-pedaqoji və didaktik əsasları // Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 90 illiyinə həsr olunmuş ADPU-nun Pedaqoji fakültə əməkdaşlarının Elmi-praktik konfransının materialları. Bakı “ ELM və TƏHSİL “ 2013.
3. Cəbrayılov B.S. Ənənəvi təhsildən təfəkkür məktəbinə keçidlə bağlı bəzi mülahizələr Azərbaycan Respublikası Təhsil İnstitutu. Elmi əsərlər. Bakı-2018, №5,s.35-38

РЕЗЮМЕ

НЕКОТОРЫЕ СУЖДЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С РЕАЛИЗАЦИЕЙ АКТИВНОГО УРОКА ПО МАТЕМАТИКЕ

Джабраилов Б. С.

Ключевые слова: *активное обучение, мотивация, исследовательский вопрос, проведение исследования, групповая работа, обсуждение, инновация, оценивание.*

В данной статье разъясняется сущность отдельных этапов активного урока, подчёркиваются их функции, указываются недостатки, существующие в этой области и сегодня. Показана роль этапов активных занятий в подготовке учащихся к жизни (подходить к каждой встречающейся в жизни проблеме как к математической задаче и пытаться ее решить, быть объективным при оценивании, уметь обосновать свое мнение, сотрудничать и т.д.), а также приведены примеры, подходящие для каждого этапа активного урока.

SUMMARY

SOME CONSIDERATIONS REGARDING THE REALIZATION OF AN ACTIVE MATHEMATICS COURSE

Jabrayilov B. S.

Keywords: *active learning, motivation, research question, doing research, group work, discussion, innovation, evaluation.*

In the article, the nature of the separate phases of the active lesson is explained, their functions are mentioned, and the deficiencies that exist in this field even today are pointed out. The role of active course steps in preparing students for life (approaching every problem in life as a mathematical problem and trying to solve it, being neutral in evaluation, defending one's opinion, collaborating, etc.) Examples suitable for each stage.

PRAKTİK VƏ MƏNTİQİ MƏZMUNLU MƏSƏLƏLƏR RİYAZİYYAT TƏLİMİNİ HƏYATLA ƏLAQƏLƏNDİRƏN VASİTƏ KİMİ (V SİNİF)

Cəfərli E.V.
Gəncə Dövlət Universiteti, Gəncə, Azərbaycan
Esmiraceferli@gmail.com

Acar sözlər: *riyazi, təlimi, metod, induktiv, qanunauyğunluq, praktik məzmunlu, alqoritm.*

Məqalədə praktik və məntiqi məzmunlu məsələlər onların xarakteristik xassələri geniş qeyd edilmişdir. Riyaziyyat təliminin intensivləşdirilməsi vasitəsi kimi praktik məzmunlu axtarış xarakterli məsələlərin həlli prosesinin səmərəli təşkil edilməsindən ibarətdir. Məsələ anlayışını geniş mənada işlətsək, onda təsdiq edə bilərik ki, məktəbdə riyaziyyat təlimi məsələ həlli prosesində həyata keçirilir. Məsələlər induktiv metodla geniş həll olunmuşdur. Məsələlər induktiv mühakimələr əsasında geniş şəkildə göstərilmişdir.

Praktik məzmunlu məsələlərdə həyati (real) obyektlər və onların riyazi xarakteristikalarından bəhs olunur. Hər bir riyazi məsələnin həlli şagird üçün müəyyən bir məsuliyyətli işi görmək səviyyəsində olmalıdır. Xüsusən də şagirdə təqdim olunan məsələ həyati xarakter daşıyırsa, daha maraqlı olur. Çünki, bu tipli məsələlər qeyri-standart olmaqla, şagirddən müəyyən nəzəri bilik tələb edir və onların həlli nəticəsində müəyyən bir riyazi təklif, qayda, informasiya aşkarlanır və gələcəkdə onlardan istifadə olunur.[1]

Riyaziyyat təliminin həyatla əlaqələndirilməsində xarakterik olan məsələ nümunələrini göstərək.

Məsələ 1 [3]. Üç metrlik ağacı yarım metrlik hissələrə bölmək üçün onu neçə dəfə kəsmək lazımdır?

Həlli: Üç metrlik ağac 300 sm-dir. Onu, hər biri 50 sm olan hissələrə bölmək lazımdır: 300 : 50 = 6 (hissə). Bu hissələri almaq üçün ağacı neçə yerdən mişarlamaq lazımdır?

Bu məsələni əyani – induktiv metodla həll etmək olar. Ağacı iki hissəyə bölmək bir yerdən mişarlamaq lazımdır; onda üç hissəyə bölmək üçün iki yerdən mişarlamaq lazımdır; dörd hissəyə ayırmaq üçün üç yerdən mişarlamaq lazımdır; beş hissəyə ayırmaq üçün dörd yerdən mişarlamaq lazımdır; altı hissəyə ayırmaq üçün beş yerdən mişarlamaq lazımdır. Məsələnin cavabı induktiv mühakimə əsasında alındı.

Ümumiyyətlə, hər hansı əşyanı müəyyən sayda hissəyə bölmək üçün bölmə prosesinin hissələrinin sayından 1 az tətbiq etmək lazımdır. Bunu belə də əsaslandırmaq olar: parçanı 3 hissəyə böldükdə iki dəfə bölmə (kəsmə, ayırma) tətbiq olunur. Dörd hissəyə bölmək üçün əvvəlki üç hissədən birini yenidən iki hissəyə bölmək lazımdır: nəticədə 2+2=4 (hissə) alınır. Bu prinsipin sonlu sayda istənilən bölgü üçün doğrudur.

İndi tərs məsələləri nəzərdən keçirək:

Məsələ 2 [3]. 48 metrlik məftili, hər biri 3 metr olmaqla, bərabər hissəyə ayırmaq üçün həmin məftili neçə dəfə kəsmək lazımdır?

Həlli: 1) 48 : 3=16 (alınan hissələrin sayı);

2) 16 – 1 = 15 (dəfə kəsmək lazımdır).

Məsələ 3. 48 metrlik məftili 11 dəfə kəsməklə bərabər hissələrə ayırdılar. Hər hissənin uzunluğunu tapın.

Həlli: 1) 11 dəfə kəsilibsə, deməli həmin məftil 11 + 1 = 12 (hissə) ayrılmışdır;

2) hər hissənin uzunluğu 48 : 12 = 4 (m) olacaqdır.

Məsələ 4. 200 metrlik məsafədə bir-birindən 10 m məsafədə olmaqla neçə dirək basdırmaq olar?

Həlli: Əvvəlcə hissələrin sayını tapaq:

1) 200 : 10 = 20 (hissə)

2) Neçə dirək basdırılmalıdır? 20+1=21 (dirək)

Məsələ 5 [3]. 180 metrlik məsafədə bir-birindən eyni məsafədə olmaqla 61 dirək basdırılmışdır. İki qonşu dirək arasındakı məsafə nə qədərdir?

Həlli: 1) 61-1=60 (hissə), yəni 180 m 60 bərabər hissəyə bölünmüşdür.

2) 180 : 60 = 3 (m), iki qonşu dirək arasındakı məsafə.

Yuxarıda misal göstərdiyimiz məsələlər bölmə əməlinə aid standart olmayan məsələlərdir. Burada həm bərabər hissələrə bölmə və həm də bölmə əməlinin neçə dəfə təkrar olunması tətbiq olunur. Sonuncu bölmə bilavasitə praktik, əməli xarakter daşıyır. İndi isə məntiqi xarakterli məsələ nümunələrini nəzərdən keçirək. [2]

Məsələ 1. Toplama əməlində toplananların rəqəmlərini tapın:

$$+\overset{xy}{yx} \quad +\overset{xy}{yx} \quad +\overset{xy}{yx}$$

$\overline{77}$ $\overline{55}$ $\overline{99}$

Həlli: Aşkardır ki, bu toplama – onluğu aşmayan hala aiddir. 1) x+y=7 və cəmin yerdəyişmə xassəsinə əsasən (y+x=7) aşağıdakı cədvəli alarıq:

x						
y						
x+y						

Aşkardır ki, x və y sıfır ola bilməz. Onluğu olmayan belə hallarda hər bir rəqəm təkliyin (və ya onluğun) sayından 1 əksik qiymət ala bilər.

3-cü misalda x ədədi 1-dən 8-ə qədər (səkkiz) qiymətləri alır.

Məsələ 2. Ulduzların yerində rəqəmləri bərpa edin:

1) +1*7* 2) +2*8*

*3*2 **3*

$\overline{5314}$ $\overline{66*5}$

Bu tipli məsələlərin həlli bilavasitə sınaq metoduna əsaslansa da, şagirdlər onluq say sistemində ədədin tərkibi şərtlərin miqdari münasibətlərinə dair biliklərindən istifadə edirlər.

Şagirdlərin riyazi təfəkkürünün inkişafında sırf mühakimə əsasında həll olunan məntiqi məsələlərin böyük əhəmiyyəti var. Bu məsələlər bilavasitə həyatla bağlı olur.

Məsələ 3. «Qarabağ» futbol komandası 4 oyun keçirib: ikisini udub, birini uduzub, birini heç-heçə qurtarıb. 2 top vurub və 2 top buraxıb. Oyunların nəticəsini tapın.

Cavab: 1:0; 1:0; 0:0; 0:2.

Bu tipli məsələləri elə seçmək lazımdır ki, həllin bir variantı və nadir halda iki variantı mümkün olsun. Həllin bütün mərhələri ciddi məntiqə tabe olur. Lakin elə məsələlər var ki, onların həlli (cavabı) tapmağa xarakter daşıyır. Bu tipli məsələlərin həlli – cavabı o tələbləri ödəyən bütün ədədlər üçün eyni olur. Ona görə də müəllim qabaqcadan məsələnin cavabını söylədikdə, şagirdlər həm təəccüblənir, həm də müəllimin biliyinə pərəstiş edirlər. Səciyyəvi olan bir məsələni nəzərdən keçirək:

Məsələ 4. Sıfırdan fərqli olan ixtiyari 3 rəqəm götürün və onlar vasitəsilə bütün müxtəlif üçrəqəmli ədədləri yazın. Həmin ədədlərin cəmini götürdüyümüz üç rəqəmin cəminə bölün. Alınan cavabın 222 olduğunu göstərin.

Şagirdlər məsələni həll etmək üçün onun məzmununa uyğun surətdə hərəkət edirlər.

Rəqəmlər: 3, 5, 2

Ədədlər: 352, 532, 523, 253, 235, 325.

Cəmi: (352+235)+(532+253)+(235+325)=587+785+848=2220

Rəqəmlərin cəmi: 5+3+2=10

Cavab: 2220 : 10 = 222

Burada bir riyazi qanuna uyğunluq olduğu üçün həmin tipli məsələlərin hamısında cavab eyni (222) olur. Bu qanunauyğunluğu aşkar edək:

Şagirdlərin diqqətini aşağıdakı faktlara yönəldirik:

1) heç biri sıfır olmayan üç rəqəmdən ən çoxu 6 müxtəlif üçrəqəmli ədəd düzəltmək olar. Hər rəqəm iki dəfə birinci yerdə yazılır.

2) alınmış üçrəqəmli ədələrin cəmini səmərəli üsulla hesablayıb və qismətini tapırıq.

3) məsələnin ümumi şəkildə həllini fərz edək ki, həmin rəqəmlər a, b, c-dir. Alınan ədədlər: 100a+10b+c,

100b+10a+c,

100c+10b+a,

100a+10c+b,

100b+10c+a,

100c+10a+b.

Həmin ədədlərin cəmi:

100(2a+2b+2c)+10(2a+2b+2c)+(2a+2b+2c)=222(a+b+c)

Qismət: 222(a+b+c) : (a+b+c)=222

Cəmin ədədə bölünməsi, ədədin hissəinin tapılmasına aid əyləncəli məsələlər vermək olar.

Məsələ 5. 6-ya bölünən ixtiyari bir ədəd nəzərdə tutun. Həmin ədədi 2-yə bölün, sonra həmin ədədi 3-ə bölün və 6-ya bölün. Alınana üç qisməti toplayın. Alınan rəqəm, fikrimizdə tutduğumuz ədəd olacaqdır. Nə üçün?

Şagirdlər məsələdə təsvir olunan alqoritmi ixtiyari ədəd üçün icra etdikdə fikirdə tutulan ədədi alırlar. Həmin məsələ ümumi xarakter daşıyan riyazi təklif olsa da, əslində yerinə yetirilən əməllər qismətin, cəmin xassələrinə əsaslanır.

1) verilmiş ədədin yarısı (1/2-ni) tapırlar;
2) verilmiş ədədin 1/3 hissəsini tapırlar;
3) verilmiş ədədin 1/6 hissəsini tapırlar;
4) bu hissələrin cəmi fikirdə tutulmuş ədədi verəcəkdir, çünki $\frac{1}{3}+\frac{1}{6}=\frac{1}{2}-dir.\frac{1}{2}+\frac{1}{2}=1.$

Bu məsələnin ümumi şəkildə də həll etmək olar:

$\overline{ab}$: 6

$\overline{ab}$ = 10a+b ədədi 6-ya bölünürsə, deməli həmin ədəd 2-yə və 3-ə bölünür. 2-yə bölündüyündən, b cüt və ya sıfır olmaldır.

3-ə bölündüyündən, a+b cəmi 3-ə bölünməlidir. Beləliklə, 10a+b şəklindəki ədədin 1/2, 1/3, 1/6 hissələri cəmi yenə həmin ədədə bərabər olacaqdır.

Yuxarıda nəzərdən keçirdiyimiz çalışmaların həllində tətbiq olunan riyazi biliklər şagirdlərin riyazi hazırlığı səviyyəsinin genişliyini göstərir.

Ədəbiyyat

1. Adıgözəlov A.A. Orta məktəbdə riyaziyyatın tədrisi metodikası. Bakı, 2009
2. Tahirov B.Ö. və b. Riyaziyyatın tədrisi üsulları. Bakı, 2007
3. Qəhrəmanova N., Hüseynov F. Riyaziyyat. 5 sinif. Dərslik. Bakı, 2020

РЕЗЮМЕ

ПРАКТИЧЕСКОЕ И ЛОГИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИКИ КАК СРЕДСТВО СВЯЗИ С ЖИЗНЬЮ (V КЛАСС)

Джафарли Э.В.

Ключевые слова: *математически, обучение, индуктивный, закономерность, практическое содержание, алгоритм*

В статье широко упоминаются вопросы практического и логического содержания и их характерные свойства. Как средство интенсификации математического образования она заключается в эффективной организации процесса решения поисковых задач практического содержания. Если использовать понятие задачи в широком смысле, то можно утверждать, что математическое образование в школе осуществляется в процессе решения задач. Вопросы широко решались индуктивным методом. Проблемы широко сформулированы на основе индуктивных рассуждений.

SUMMARY

PRACTICAL AND LOGICAL CONTENT OF THE MATHEMATICS PROBLEM AS A MEANS OF COMMUNICATION WITH LIFE (V CLASS)

Jafarli E.W.

Keywords: *math, training, method, inductive, leqality, practical content,alqorithm.*

In the article, issues with practical and logical content and their characteristic properties are widely mentioned. As a means of intensification of mathematics education, it consists in the effective organization of the process of solving search problems with practical content. If we use the concept of problem in a broad sense, then we can confirm that mathematics education in school is carried out in the process of problem solving. The issues were widely resolved by the inductive method. The issues are broadly stated on the basis of inductive reasoning.

ICT-BASED LESSON STRUCTURE IN NATURAL SCIENCES

Bayramova F.B.

Baku State University, Baku, Azerbaijan

rovshangumbataliev@rambler.ru

Key words: *education, training, natural sciences, informatics, visualization.*

Introduction. Although less than half a century has passed since we were introduced to the Internet and computer technologies, its reflection and influence on our daily life and business is progressing quite fast. This process of innovation and change affects human life and changes the way we socialize, learn, communicate and have fun. In addition, at a time when technology enters our lives, the production and use of fast technology is widespread, there is a need to catch up with this process at the same speed. Based on the goal of school life, which prepares people for independent life, it is extremely important to train individuals

who can keep up with the processes of change in order to follow innovations on a global scale [1]. For this reason, technology-based courses must be regularly structured and updated within this change.

Developed countries have begun to prepare curricula for effective education of new generations, including actual problems of computer programming. The underlying philosophy of this new trend is focused on more efficient use of technology, problem solving and product development. Even the world has set 2030 as a target for the use of technological equipment. [2]. If the young population in the Caucasus countries, as well as in Azerbaijan, is equipped with sufficient equipment and healthy cooperation is established between the relevant structural units in connection with the provision of infrastructure in universities, our country can stop being a country where technical equipment is sold and take its rightful place among the countries that have a say in the software sector. Currently, extensive works and projects are being carried out in this direction. Of course, for this process, state programs, technology policies and plans, curricula should be built in such a way as to support this vision.

The main issue. The development of digital skills is considered a prerequisite for the realization of digital transformation and economic growth in the world, raising the level of well-being of citizens and creating a digital economy strategy. For this reason, a unique connection has started to be established between the development plans of countries and education policies, and therefore computer science education. Ensuring continuity in the educational process of the "Information technologies and software" course, which covers informatics subjects and prepares students for the future, is important in terms of training well-equipped and adequate informatics graduates in the modern information age.

Computer science should also maintain itself as high a level of study in informal areas as it is in informal areas. Acquiring problem-solving skills and learning to program allows students to gain benefits and skills in many ways. In addition to supporting students to become competent digital citizens in the use of technology and innovation production, it is also expected that they are literate about the concepts used in this process [3]. In addition to these, taking into account today's student competencies, projects are aimed for students to be individuals who build information from various sources, develop innovations, have computational thinking skills, can express themselves correctly and creatively in online environments, and collaborate nationally and globally [3].

Although most of the students in science faculties can easily use computer programs, they do not have the opportunity to learn what happens in the process of information processing. Using computer software and understanding how it works has distinct advantages in contributing to the learning process. The process of acquiring problem-solving skills and writing a program provides cognitive and affective contributions to students in terms of thinking and collaborative skills. Learning to problem solve and program develops skills such as logic, decision making, critical thinking and questioning. For example, instead of just playing games, these students will be able to design their own games and have the opportunity to learn at a higher cognitive level. Although this situation is widespread in exact natural sciences such as mathematics and informatics, it is absent in other natural sciences.

Since most coding sites today have collaborative infrastructures, there is a need for students to further improve their collaborative skills, but as mentioned above, other natural sciences such as geography, biology, chemistry, etc. the ability of students of such faculties to engage in this program is assessed as low probability. That is, from the point of view of teaching, the ICT skills of the subjects listed above can be learned virtually while contributing to the lesson as a simulation (visualization). For example, mix substances in a science such as chemistry.

References

1. Daggett, W. R. (2010). Preparing students for their technological future. International Center for Leadership in Education, 1-14.
2. Young, M. et al. (2016), “Preliminary reflections and research on Knowledge, Skills, CSTAAttitudes and Values necessary for 2030”.
3. ISTE (2011). Computational Thinking in K–12 Education leadership toolkit. http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/471.11CTLeadershiptToolkit-SP-vF.pdf

XÜLASƏ

İCT ƏSASINDA TƏBİƏT ELMLƏRİ ÜZRƏ DƏRS STRUKTURU

Bayramova F.B.

Açar sözlər: *təhsil, təlim, təbiət elmləri, informatika, vizuallaşdırma*

Bu işdə təbiət fakültələrində informatika fənninin öyrədilmə texnikasından istifadə edərək, bəzi çatışmayan və ya yetərli informal bacarığı ortaya qoymaqla tələbənin fənni üstün səviyyədə yox, sadəcə öz ana fənninə lazım olacaq dərəcədə

mənimsəməsindən bəhs olunub. Həmçinin simulyasiyadan istifadəylə informatika fənninin barədə əsas fənnə necə kömək olması vurğulanıb.

РЕЗЮМЕ
СТРУКТУРА УРОКА ПО ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ НА ОСНОВЕ ИКТ
Байрамова Ф.Б.

Ключевые слова: *образование, обучение, естественные науки, информатика, визуализация.*

В данном исследовании отмечается, что при использовании методики преподавания информатики на естественных факультетах студент усвоил предмет в объеме, требуемом основным предметом, а не на более высоком уровне, выявив некоторые недостаточные или неадекватные неформальные навыки. Кроме того, подчеркивается, как информатика может помочь основному предмету с помощью моделирования.

EARRING WORKING ON THE PRINCIPLE OF MAGNETIC LEVITATION INVESTIGATION OF THE LEVEL GAUGE DEVICE

Allakhverdiyeva A.T.
Azerbaijan State Marine Academy, Baky, Azerbaijan
allahverdiyevaaynura@gmail.com

Keywords: *magnetic levitation, level measuring device, fluid, sensitive element.*

In modern times, the rapid development of scientific, technical and technological processes makes the development of innovative technical tools and their application in production very urgent. From this point of view, the article examines the research of the level measuring device with a buoy working on the basis of the new principle of magnetic levitation. The principle of magnetic levitation has many positive aspects. One of them is that the levitating object, which acts as a sensitive element, can be placed in different measuring chambers, which allows it to localize the factor of interest to the researcher and exclude all others. This makes it possible to carry out measurements in the most diverse environments surrounding this object, for example, in liquid or gaseous environments, at different temperatures and pressures, in vacuum, in air and sea vessels, in tankers, in the level and density of marine fuel in tanks, etc. allows to measure.

Introdustion. The process of developing and designing devices working on the principle of magnetic levitation is one of the main issues in the field of modern measurement techniques. In this regard, it is very important to measure technological parameters in the field of ship engineering, measure the level and density of liquids transported in sea ships, tankers, fuel in tanks with a magnetic levitation level gauge, measure the water level in ship steam boilers, and conduct theoretical studies of the physical processes that occur in the case of body levitation.

Measuring the level and density of liquid with a magnetically levitated buoyancy gauge is the basis of our research work. The purpose of the presented work is to study the possibilities of measuring the level and density of the liquid in different reservoirs with a magnetic levitation, buoy level gauge. The principle of magnetic levitation has many positive aspects, one of which is that the levitating object, which acts as a sensitive element, can be placed in various measuring chambers, which allows it to localize the factor of interest to the researcher, excluding all others. This makes it possible to carry out measurements in the most diverse environments surrounding this object, for example, in liquid or gaseous environments, at different temperatures and pressures, in vacuum, in air and sea vessels, in tankers, in the level and density of marine fuel in tanks, etc. allows to measure.

The main part. It is known that in modern times, the creation of new improved measuring devices in the field of control and measurement techniques is very important. From this point of view, the article talks about the possibilities of measuring the level and density of liquid in the field of shipping technology with a magnetic levitation, buoy level gauge. Currently, the creation of new devices in the field of control and measurement techniques is of great importance. Therefore, it is very important to eliminate the shortcomings and improve the previously created devices, as well as to apply new methods and enable the processes to be completed quickly and accurately thanks to the latest advances in electronics. [1]

Buyok level measuring device consists of a vertically placed solenoid, a measuring chamber, a levitating dart node, a high-frequency inductive transmitter, a solenoid current control unit. In addition, a magnetic suspension with the same construction, a buoy made of aluminum in mechanical contact with a permanent magnet, grid-shaped partitions located in the measuring chambers, thermistors for temperature compensation, one input of the amplifier block microcontroller receives signals from measurement resistances, and its output is connected to a level indicator. For measuring the level, there is a level meter

with a buoy, and the working principle is based on Archimedes' law. As we know, according to this law, the weight of a substance in a liquid changes in proportion to the change in the liquid level. This device has inertia, mechanical connections, small measurement range, primary information is in the form of mechanical displacement, the received information is not in the form of an electrical signal, the density of the liquid whose level is to be measured is not taken into account, the forces affecting the buoy are measured by means of a spring, it is impossible to transmit the received information to a distance. such shortcomings are concerned. Disadvantages of the indicated device include the inability to measure the level and density of the liquid, and the lack of a sensitive element for measuring the level and density.

The closest to the device presented in the article in terms of its technical nature (prototype) is a liquid level measuring device. The device consists of a sensitive element immersed in liquid and made in the form of a ball, a hollow bushing, which forms the measuring chamber, a magnetic system placed inside it and in contact with the sensitive element, a spring-loaded groove in contact with the sensitive element, a fixed magnet attached to the groove, as a transmitter. It consists of a used Hall element and a measuring unit with a microprocessor.[2] The following figure shows the principle scheme of the device that measures the level and density of different types of liquids with high accuracy in ship steam boilers, oil tanker tanks, various types of reservoirs and other such open and closed environments. The device has two probes - one is a sphere and the other is a cylindrical rod. The dimensions of the first hair do not play an important role. To measure the density of the liquid, the probe is completely immersed in the liquid. To measure the part of a given volume filled with liquid (steam boiler in ships, tanks in tankers, etc.), another buoy is located partly in the liquid and the rest above the surface of the liquid. The advantage of this method is that the moving parts of devices working with this method are minimal.

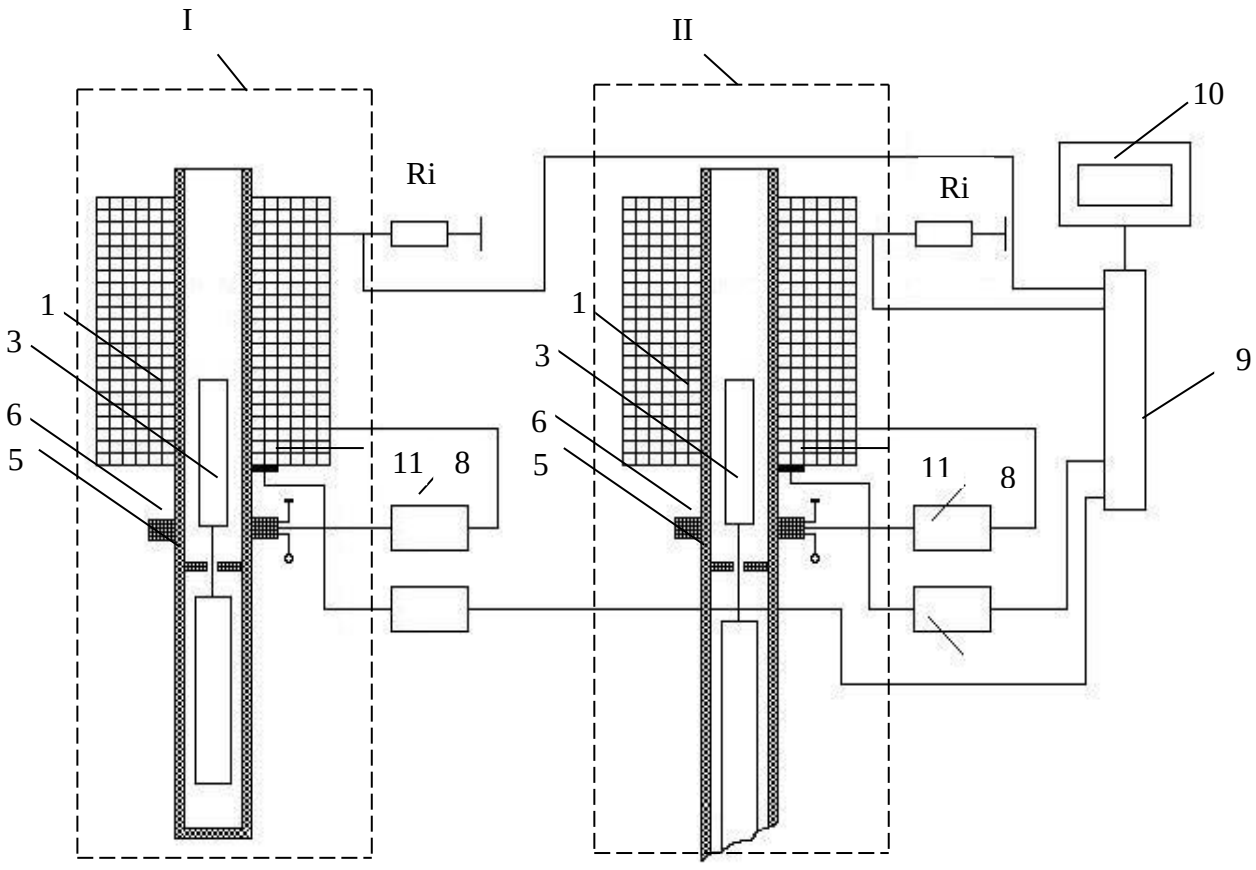


Fig 1. *Magnetic levitation measuring liquid level and density, circuit diagram of the unit with a coil*

Two devices are described in order to explain the working principle as shown in the diagram. I - liquid density measuring device and II - liquid level measuring device. Both devices have the same construction and are for measuring the density and level of a liquid. The device works as follows: I is used to measure the density of the liquid to be measured by the device. When the device is connected to the circuit, the magnetic flux created by the solenoid 1 keeps it in a suspended position with the help of the inductive

transmitter 6 due to its interaction with the permanent magnet 3. That is, the inductive converter 6 generates an electrical signal at its output proportional to the displacement of the permanent magnet 3. These electrical signals enter the current control unit 8, where, after being amplified, they affect the currents of the solenoid 1 through feedback. As a result, the electromagnetic field generated in the solenoid 1 interacts with the magnetic field of the permanent magnet 3 and forms an electromagnetic attraction force that balances the gravity of the permanent magnet 3 located at the attraction node, leading to the state of levitation of the permanent magnet. 3 permanent magnets and 4 are mechanically connected. The liquid to be measured is poured into the measuring chamber 2 when the level is measured on the buoy 4, and the buoy is affected by the repulsive force of the liquid (Archimedes force). When the density of the fluid changes, the value of the propulsive force will also change. As the power changes, the signal in the inductive transmitter 6 changes, and the current control unit changes the value of the current flowing from the solenoid, keeping the 3 permanent magnets and the 4 buoys mechanically connected to it in a state of levitation. [3]

Thus, the current proportional to the weight of the permanent magnet in the winding of the solenoid 1 and the buoy 4 mechanically connected to it is automatically adjusted each time. The Uρ-electrical signal, which is proportional to the density of the liquid, will enter the first input of the microcontroller 9. The liquid level is measured through device II. The device works as follows: the part of 2 measuring chambers with 4 probes is placed in the medium whose level is to be measured. When the level of the liquid changes, the value of the thrust force acting on the buoy 4 changes. As the power changes, the signal in the inductive transmitter 6 changes, and the current control block 8 changes the value of the current flowing from the solenoid, keeping the permanent magnet 3 and the buoy 4 mechanically connected to it in a state of levitation. Thus, the current proportional to the weight of the permanent magnet in the winding of the solenoid 1 and the buoy 4 mechanically connected to it is automatically adjusted each time. The electrical signal Uh, which is proportional to the level of the liquid, will enter the second input of the microcontroller 9. Temperature changes in measuring chambers 2 to other inputs of the microcontroller will cause corresponding errors. To correct this temperature change, temperature measuring thermistors 11 are installed. After operations are performed in the microprocessor, the signal is given to the indicator 10.

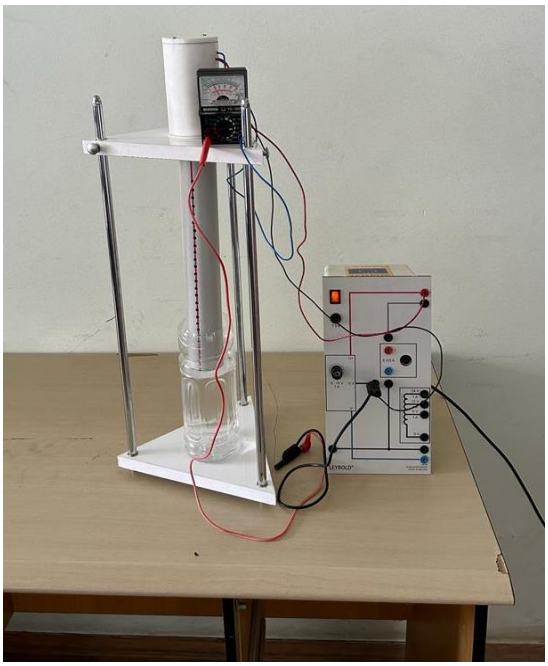


Fig. 2. *Magnetic levitation measuring liquid level, a working model of the hair dryer*

It can be concluded that the level measurement range of the level measuring device is not limited and measurements can be made in liquids of any density. The construction drawings of the device that measures the level of liquid based on the principle of magnetic levitation have been prepared and are shown in the figure below

The working principle of this device is based on magnetic levitation, i.e. the balancing of two forces

- the force of gravity acting on the buoy, which is fully or partially placed in the liquid to be measured, and the force pushing the magnet by the electromagnet. The presented device has the following advantages:

- to be inertialess;
- no temperature error;
- absence of mechanical contacts;
- not using a mechanical spring;
- that the received information is in the form of an electrical signal;
- high measurement accuracy;
- wide measurement range.
- not depending on the influence of liquid density in level measurement;

It is possible to measure the level of liquid (part of the volume filled with liquid) and density in different reservoirs with the presented innovative device magnetic levitation, buoy level meter.

Reult: The studied device for measuring the level with a buoy belongs to the measurement technique and can be used for high-precision measurement of the level of liquids in ship steam boilers, oil tanker tanks, and other similar open and closed environments. The device consists of several simple structural parts, its preparation does not require complex technology, expensive materials, and mass production is possible. This device with a wide measurement range is a new type of device based on the principle of magnetic levitation with high precision and sensitivity. Absence of inertia during operation, as well as absence of temperature error, non-use of mechanical contact and mechanical spring allows the device to obtain information in the form of an electrical signal.

Ədəbiyyat

1. Pashaev A.M., Efendiev O.Z. Theory and practice of magnetic levitation in instrumentation, M.: Mashinostroenie, 2009, 335p.
2. Patent RU2534423 "Device for measuring liquid level", GO1F23/38, GO1F23/62, 27.11.2014.
3. Patent AZ a2015 0012 I 20170035 "Buyok level gauge", GO1F 23/04, 17.07.2017

XÜLASƏ
MAQNETİK LEVİTASİYA PRİNSİPİ ÜZRƏ İŞLƏYƏN SÜRGÜ SƏVİYYƏSİNİ ÖLÇƏN CİHAZIN ARAŞDIRILMASI

Allahverdiyeva A.T.

Açar sözlər: *maqnit levitasiyası, səviyyəölçən qurğu, maye, həssas element*

Müasir dövrdə elmi-texniki və texnoloji proseslərin sürətli inkişafı innovativ texniki vasitələrin işlənib hazırlanması və istehsalatda tətbiqini olduqca aktuallaşdırır. Bu baxımdan məqalədə yeni maqnit levitasiyası prinsipi əsasında işləyən buyoklu səviyyəölçən qurğunun tədqiqi araşdırılmışdır. Maqnit levitasiya prinsipi bir çox müsbət cəhətlərə malikdir. Bunlardan biri ondan ibarətdir ki, həssas element rolunu oynayan levitasiya edən cisim ona tədqiqatçını maraqlandıran faktoru lokallaşdırmaq və bütün başqalarını istisna etmək imkanını yaradan müxtəlif ölçü kameralarına yerləşdirilə bilər. Bu imkan yaradır ki, ölçmələr bu cismi əhatə edən ən müxtəlif mühitlərdə aparılsın, məsələn, maye ya qazlar mühitində, müxtəlif temperaturlarda və təzyiqlərdə, vakuumda, hava və dəniz gəmilərində, tankerlərdə daşınan mayelərin, çənlərdəki gəmi yanacağının səviyyəsini və sıxlığını və s. ölçməyə imkan verir.

РЕЗЮМЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЗУНКОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ УРОВНЯ, РАБОТАЮЩЕГО ПО ПРИНЦИПУ МАГНИТНОЙ ЛЕВИТАЦИИ

Аллахвердиева А.Т.

Ключевые слова: *магнитная левитация, уровнемер, жидкость, чувствительный элемент*

В современное время стремительное развитие научно-технических и технологических процессов делает весьма актуальной разработку инновационных технических средств и их применение в производстве. С этой точки зрения в статье рассматриваются исследования уровнемера с буем, работающего на основе нового принципа магнитной левитации. Принцип магнитной левитации имеет много положительных сторон. Один из них заключается в том, что левитирующий объект, выполняющий роль чувствительного элемента, может быть размещен в разных измерительных камерах, что позволяет локализовать интересующий исследователя фактор и исключить все остальные. Это дает возможность проводить измерения в самых разнообразных средах, окружающих данный объект, например, в жидких или газообразных средах, при различных температурах и давлениях, в вакууме, в воздушных и морских судах, на танкерах, в уровне и плотности судовое топливо в цистернах и т.д. позволяет измерять.

METHODS OF SOLVİNG MATHEMATİCAL PROBLEMS İN PYTHON

Huseynova V.M.
Educational Institute, Baku, Azerbaijan
rovshangumbatliev@rambler.r

***Key words**: Python programming language, construction, function, matrix*

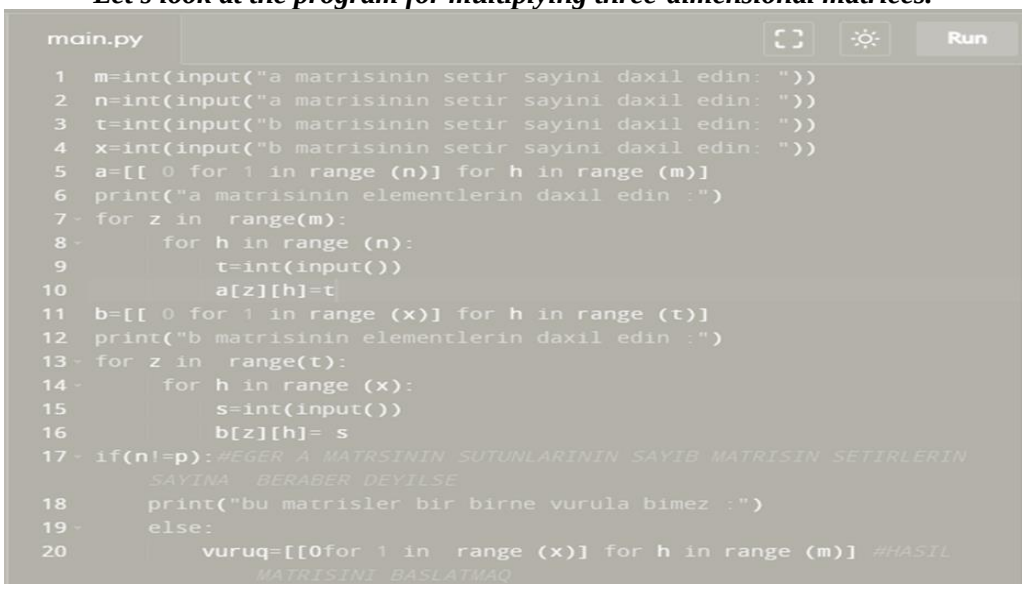
Introduction. When we worked with students in grades 5-7 with the Scratch programming language, we saw that the components that make up this language were simplified and adapted to our language. By this time, students can work on various projects in the Scratch programming language and improve their skills. The simplicity of the Scratch language can further increase students' enthusiasm and interest in programming, and this will enable students to master programming concepts and encourage them to familiarize themselves with the basic algorithmic constructions of programming languages. Starting from the 8th grade, students' knowledge and skills in programming

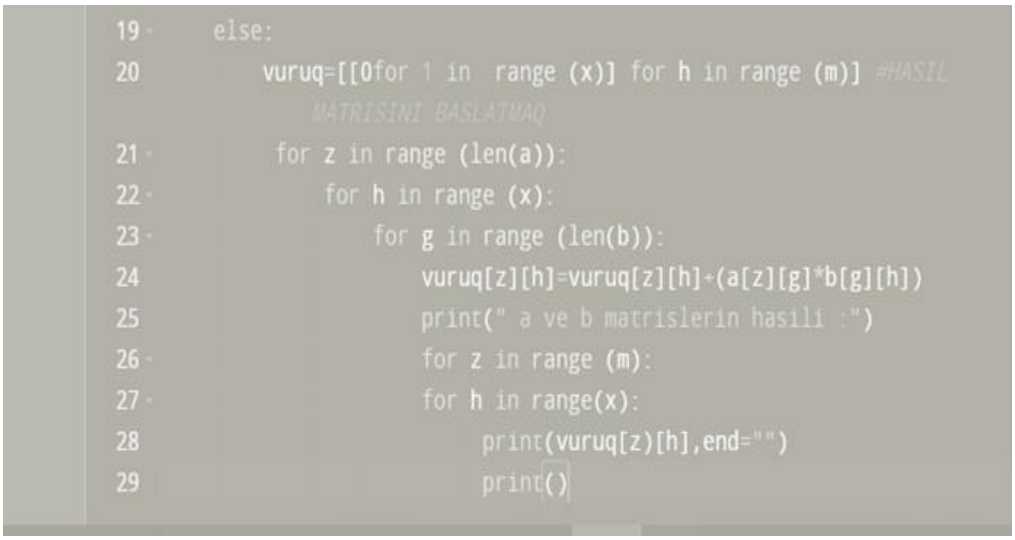
It is developed based on the Python language. Python 3.4 version can be downloaded from the "Software" section of the informatik.az website. So, the best way to learn programming is by doing. So, let's start developing a program in python. It should be noted that programming is a field that is constantly developing rapidly. We need to teach students based on examples that are relevant to the times. How long will children learn to program by drawing? At the same time, if we take into account that after the 8th grade, the Olympics in the field of programming also begin. Therefore, students need to be taught how great things can really be done with programming. I suggest to change the sample programs taught to students in python, taking into account a little in my work. This can be seen in the course of my work. First we start from 8th grade, so we need to take the right direction. So, my main goal in this work is to increase both the number and degree of difficulty of the programs shown as examples. These can be noted. First, let's mention the python topics taught in these two classes.

Problem solving. So, in the 8th grade, we are talking about the first program in python, quantities, conditional operator, period operator. In the 9th grade, the work topics of strings, lists, functions and numbers were touched upon. Let's start with the 8th grade first. Here, instead of or in addition to the programs shown in the topic of quantities, let's look at such an example with students. Using the random function, checking the multiplication table can be viewed as an addition to the program.

Another program would be appropriate to add a program that determines how many years older one of the three people entered is older than the other two. An example of a game-type program can be shown on the topic of periods. A number guessing game can be shown here. The main goal is to acquaint students with more complex program examples, we need to introduce them to programs with a degree of difficulty. The first lesson in the 9th grade is work with numbers. In addition to this topic, we can add a program example that calculates the average of odd and even numbers from n numbers entered by the user and displays them on the screen.

Let's look at the program for multiplying three-dimensional matrices.





```
    else:
        vuruq=[[0for i in  range (x)] for h in range (m)] #HASIL
            MATRISINI BASLATMAQ
        for z in range (len(a)):
            for h in range (x):
                for g in range (len(b)):
                    vuruq[z][h]=vuruq[z][h]+(a[z][g]*b[g][h])
                    print(" a ve b matrislerin hasili :")
                    for z in range (m):
                    for h in range(x):
                        print(vuruq[z)[h],end="")
                        print()
```

Then the topics of Strings, lists and functions are taught, and the following program examples can be shown. For example: "Multiplication of three-dimensional matrices" to the functions, a program that determines how old one of the three people is by the age of the other two people, to the lists "Parts of money in the ATM are 100, 50, 20, 10, 5, 1 division", checking the multiplication table using the random function Random. The lines include "calculation of day, hour, minute according to the given second", and "calculation of year, month, day according to the given number of days". For example, let's look at an example program**.**

References

1. Mathematics: a textbook for the 8th grade of secondary schools, Baku edition-2008, 128 p.
2. Mathematics textbook for the 9th grades of secondary schools, Baku edition-2008, 128 p.

XÜLASƏ

PYTHON-DA PROBLEMLƏRİN HƏLLİ METODLARI

Hüseynova V.M.

Açar sözlər: *Python proqram dili, konstruksiya, funksiya, matris.*

Məqalədə orta məktəbin 8-9-cu siniflərdə şagirdlərə Python proqramlaşdırma dilində riyazi məsələlərin öyrədilməsi metodikasına baxılır.

РЕЗЮМЕ

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ В PYTHON

Гусейнова В.М.

Ключевые слова*: язык программирования Python, конструкция, функция, матрица.*

В статье рассматривается методика обучения математическим задачам на языке программирования Python учащихся 8-9 классов общеобразовательной школы**.**

DIFFERENTIATION OF TEACHING COMPUTER SCIENCE IN SECONDARY SCHOOLS

Allakhverdiyeva S.I.

Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan

rovshangumbataliev@rambler.ru

Key words*: principle, formations, systems, differentiation.*

Introduction. In recent decades, the mass production of personal computers and the rapid growth of the Internet have significantly accelerated the formation of society in developed countries.

For life and work in the information society, it is necessary to have an information culture, that is, knowledge and skills in the field of information technology, as well as be familiar with the legal and ethical standards in this area.

In this regard, the following requirements are imposed on today's graduates of secondary educational institutions: the ability to effectively use modern personal computers, plan their work productively, master the means of rational thinking, and collaborate effectively when working in a group. From this point of view, the main task of the informatics course in secondary educational institutions is the formation of a thinking style in students that is adequate to the requirements of the modern information society.

The main goal of the informatics course is to form a young generation ready to actively live and act in a modern information society, saturated with the means of storing, processing and transmitting information based on the latest information technologies. The cultural level of such a modern young person is characterized by the concept of information culture, which, due to the fundamental nature of its constituent concepts, should be formed at school, starting from the first school lessons.

The educational goal of the course as an independent school subject is to acquaint students with computer science as a science, to determine its place in the modern world and in the system of sciences, with the content of its main sections - software, technical and algorithmic means, to promote the development of logical (algorithmic) skills thinking, acquiring programming skills.

The practical goal is to develop practical skills in working with computers, methods of working with system and application software, to acquire permanent work in telecommunication systems.

Main job. One of the fundamental features of education is its differentiation. Differentiation of education is one of the fundamental principles of personality formation. It is based on the need to take into account the individual characteristics of students. It is necessary to ensure that each student has the opportunity to choose different forms of differentiated learning - the type of school, specialized classes, curricula, textbooks, learning rates, various types of extra-curricular and extra-curricular activities. To do this, a flexible education system adequate to the needs of students should be created [1, 2]

The transition of the school to the diversity of educational systems, the desire to more fully implement the student-centered model of education in the practice of school education have significantly actualized the problem of differentiation of education. The school of today makes an attempt to turn to the personality of the child, to his individuality, to create the best conditions for the development and maximum realization of his inclinations and abilities in the present and future [4, 5]

Differentiation of education is currently one of the key areas of school renovation. An analysis of the meaning of differentiation of learning must begin with an analysis of the very concept of "differentiation of learning". From a psychological and pedagogical point of view, the goal of differentiation is the individualization of education, based on the creation of optimal conditions for identifying the inclinations, developing the interests and abilities of each student.

From a social point of view, the goal of differentiation is a targeted impact on the formation of the creative, intellectual, professional potential of society, caused at the present stage of development of society by the desire for the most complete and rational use of the capabilities of each member of society in its relationship with society. From a didactic point of view, the goal of differentiation is to solve urgent problems of schools by creating a new methodological system for differentiated teaching of students, based on a fundamentally different motivational basis [3].

Solving the problem of differentiation of the content of education plays an important role in the implementation of a student-centered learning model. The educational school is designed to form not only the foundations of knowledge, but also to teach creative thinking, independently acquire knowledge, use it in educational and life situations, i.e. develop cognitive activity, independence, initiative.

The student-centered learning model, which is currently being developed in a number of psychological, pedagogical, didactic and methodological studies, is aimed at creating conditions for the maximum disclosure of the individual characteristics of schoolchildren. This could be based on:

1) the choice of an education program of the appropriate level, but not lower than the mandatory one specified by the state standard;

2) a reasonable combination of differentiation and integration;

3) creation of a system of students' activities that develops their abilities and interests to the maximum, giving students the experience of versatile activities;

4) creation of favorable conditions in the social environment.

Thus, personality development is carried out in the implementation of the student's activity, independence, initiative. For the implementation of student-centered learning with a position of differentiation of the content of training, it is necessary:

- ✓ different versions of programs, textbooks, didactic materials, allowing to vary and individualize the learning process on the basis of a single basic content of knowledge;

- ✓ new forms of conducting group and individual classes in order to enhance the experience of creative students, create conditions for its manifestation and implementation;
- ✓ constant attention to the analysis and evaluation of the ways of the student's educational work, prompting him to realize not only the results, but also the process of his work. It is important that students could tell what they did during the lesson and how they organized their cognitive activities;
- ✓ special preparation of the teacher for the systematic implementation of such work;

Thus, the differentiation of education is due to the uneven development of children, determined genetically and socially, taking into account their health, and peculiarities of mental development. Its main goal is to find ways to develop the capabilities of each student. The differentiation of education is considered as a means of creating conditions for the maximum development of the intellectual abilities of schoolchildren, their capabilities and self-manifestation in various activities, determining the form and rhythm of educational tasks.

The essence of the problem of differentiation of the content of education in general terms can be expressed in the creation of equal initial conditions and opportunities for the development of each child throughout the entire process of lifelong education, taking into account his inclinations, individual inclinations and abilities. Differentiation ensures the freedom of the student's personality, gives him the opportunity to have additional classes with specialists from different fields of science, culture and art, providing the right to choose subjects and deepening in the study of individual subjects, the right to move from one class to another, the right to choose a teacher, choose an exam and the form of its delivery, etc. The purpose of differentiation of the content of education is to prepare the student for social and professional activities in modern conditions, based on his inclinations.

So, from the foregoing, we can conclude that the differentiation of education is now becoming one of the most important directions in the development of school education. This is determined by the role that differentiation plays in the implementation of the diversity of educational systems, the development of individualization of education, abilities, inclinations, cognitive activity of schoolchildren, the normalization of the study load of students, etc. For the implementation of these tasks, informatics, as a subject, provides especially great opportunities, which are due, firstly, to the didactic potential of information technologies introduced into the educational process by informatics; secondly, wide interdisciplinary connections of this academic discipline; thirdly, a significant applied component of the content of training in informatics (information technology tools and methods of their use in various fields of human activity), which is a natural sphere for differentiating the content of training.

That is why computer science is now in the first row of school subjects, the content of which is already quite widely differentiated in the practice of teaching in many schools. However, an analysis of the experience of differentiation of school education in informatics shows that this process is largely spontaneous, does not have sufficient didactic and psychological and pedagogical justification, and is often due to subjective factors. In addition, among the computer science teachers at school there are many former programmers who did not receive a full-fledged pedagogical education, and many teachers of other subjects who now teach computer science graduated from a pedagogical university when differentiation was considered only as a means of.

References

1. Methods of teaching computer science. / Under. Ed. Matveeva N.M. – M.: Binom. Knowledge Lab, 2005.
2. Ugrinovich N.D. Informatics and information technologies. Textbook for grades 10-11 - M .: Binom. Knowledge Lab, 2007.
3. Zakharova T. Profile differentiation of teaching computer science at the senior level of school. - M.1997.
4. Malev VV General methodology of teaching computer science. Tutorial. - Voronezh: VGPU, 2005.
5. Pervin Yu.A. Informatics at home and at school: A book for teachers. - St. Petersburg: BHV - Petersburg, 2003.

XÜLASƏ

ÜMUMTƏHSİL MƏKTƏBLƏRİNDƏ İNFORMATİKA FƏNNİNİN TƏDRİSİNİN DİFERENSİALLAŞDIRILMASI

Allahverdiyeva S.İ.

Açar sözlər: *prinsip, təhsil, sistemlər, diferensiallama*

Təhsilin diferensiallaşdırılması şəxsiyyətin formalaşmasının əsas prinsiplərindən biridir. Bu məqalədə məhz bu nəzərdə tutulur.

РЕЗЮМЕ
ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ В СРЕДНИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ
Аллахвердиева С.И.

***Ключевые слова**: принцип, образование, система, дифференциация*

Дифференциация образования – один из основополагающих принципов формирования личности. В этой работе именно этого рассматривается.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL SYSTEM

Huseynova M.M.
Azerbaijan State Pedagogikal University, Baku, Azerbaijan
rovshangumbataliev@rambler.ru

***Key words:** technology, information and communication technologies, information competence, information competence.*

Introduction. In the information society, the main resource is information, it is on the basis of the possession of information about the most diverse processes and phenomena that any activity can be effectively and optimally built. Most of the population in the information society is engaged in information processing or uses information and communication technologies in their daily activities. To live and work in an information society, it is necessary to possess an information culture, that is, knowledge and skills in the field of information technologies, as well as to be familiar with legal and ethical norms in this area.

In this regard, the following requirements are imposed on today's graduates of secondary schools: the ability to effectively use modern personal computers, to plan your work productively, to possess the means of rational thinking, to cooperate effectively when performing work in a group. From this point of view, the formation of a thinking style adequate to the requirements of the modern information society is recognized as the main task of the computer science course in secondary schools. The main goal of the computer science course is the formation of a young generation, ready to actively live and act in a modern information society, saturated with means of storage, processing and transmission of information based on the latest information technologies. The cultural level of such a modern young person characterizes the concept of information culture, which, due to the fundamental nature of its constituent concepts, should be formed at school, starting from the first school lessons.

The educational goal of the course as an independent school subject is to familiarize students with informatics as a science, to determine its place in the modern world and in the system of sciences, with the content of its main sections - software, technical and algorithmic tools, to facilitate the development of logical (algorithmic) thinking skills, the acquisition of skills programming основных ее разделов – программными, техническими и алгоритмическими средствами, способствовать выработке навыков логического (алгоритмического) мышления, приобретению навыков программирования.

The practical goal is to develop practical skills of working with computers, methods of working with system and application software, to acquire permanent work in telecommunications systems. Mastery of telecommunication and information technologies, as means of implementing the principle of continuity of education using technical means (computers), is only one of the aspects of the educational function of informatics. The basis of the course should be its focus on the solution of general education and worldview tasks, which allows to ensure the implementation of differentiated training, preparation of students for life in the information society.

The main part. Information and communication technologies (IKT) should be considered as a practical part of the scientific field of informatics, which is a set of methods, methods, means of automated collection, processing, storage, transmission, use, production of information to obtain certain, known, expected results. ICT is implemented with the help of computer technology and is characterized by:

• modern software, hardware and technical means and devices, functioning on the basis of microprocessor and computer technology;

• providing direct access to dialog mode when using professional programming languages and artificial intelligence tools;

• simplicity of the process of interaction between the user and the computer.

ICT functions are carried out in a certain environment and contain the corresponding components, such as:

• technical environment (technical means of providing ICT);
• programming environment (software tools for ICT implementation);
• subject environment (the content of a specific subject area, i.e. information that can be processed);
• methodological environment (instructions, principles, rules of use, order of actions, etc.).

The application of ICT in the educational process is impossible without a certain level of formation of informational competence of both the teacher and the students. Before determining what the concept of "informational competence" is, let's turn to the understanding of the essence of competence and competence. In the pedagogical literature, there are different points of view on the definition of these concepts [1-4, 7].

Competence is an integrative quality of a person, formed on the basis of the totality of subject knowledge, skills, experience, reflected in theoretical and applied readiness for their implementation in activities at the level of functional literacy. Competence is considered as a synthesis of cognitive, subject-practical and personal experience and as a person's ability to realize competence in concrete practical activity (kompetentnost v deystvii). It is necessary to pay special attention to the formation and development of information competence of students. Professional training should provide the future specialist not only with general educational and professional knowledge, but also with a sufficient level of information culture, the entry of the graduate into the information society. To do this, the subject area "Informatics" should be made a special synthesizing "metasubject" in some set of studied academic disciplines. В XXI в. Only those who not only master the basic courses of university programs, but are able to apply the acquired knowledge in traditional and non-traditional situations and, most importantly, can work with information, will be able to achieve success. Today's employer is interested in such a worker who is able to act independently, competently and creatively approaches the resolution of various problems. Modern society needs a specialist who strives to continuously improve his knowledge, improve his competence and competence.

Practice has shown that insufficient attention is paid to teaching students to independently and rationally organize their educational and cognitive activities. Therefore, university graduates often cannot quickly adapt to the constantly updated new information technologies. At the present time, it is not the student's information, but the ability to solve the problems that arise, moving away from the knowledge paradigm of education to competence. The development of ICT provides users with qualitatively new opportunities that, in turn, lead to the development of informational competence. Informatics and ICT are increasingly penetrating the economy, science, education, culture, politics, as well as in the field of environmental and national security, and the domestic sphere. In the information society, a person needs to perceive and process large volumes of information accumulated not only by him personally, but also by other people. Fast and high-quality work with information based on computer and information technologies has become one of the types of professional activity.

The information competence of a student is made up of knowledge and skills to apply the acquired knowledge and abilities to work independently with information and communication technologies in educational and future professional activities. M. B. Lebedeva and O. N. Shilova define competence in the field of information technology as the ability of an individual to solve educational, everyday, professional tasks using information technology [5, 8]. The authors single out the basic, general and professional stages of the formation of information competence and clearly distinguish between the use of ICT in educational activities and the use of these technologies for solving professional problems. In this context, information competence is a combination of two components: computer literacy and computer education. The implementation of this task requires specific skills and abilities of a systematic approach to search activities in the field of hardware, software and information. This contributes to the formation of an information outlook, the development of students' systemic thinking, orientation in the mass of software tools and the choice of computer configuration necessary for the effective solution of their tasks. The starting points for the process of developing information competence are:

• motivation, need and interest in obtaining knowledge, skills and abilities in the field of hardware, software and information;
• the totality of public, natural and technical knowledge, reflecting the system of the modern information society;
• knowledge constituting the informative basis of search scientific and cognitive activity;
• methods and actions that determine the operational basis of exploratory scientific and educational activities;
• experience in search activities in the field of software and technical resources;
• experience of "human-computer" relations.

When using ICT in education, it is necessary to:

• clearly define the goals and specific objectives of training;

• select software and hardware that meet these goals and objectives;

• to carry out the optimal selection of topics and the distribution of material within the time allocated for training;

• develop didactic tools and techniques that allow reproducing in the educational process the procedure for analyzing a software product at various levels of problematicity;

• to have available methodical developments and handouts with assignments corresponding to the future specialty;

• select a list of appropriate teaching methods and model teaching activities in accordance with the objectives and goals;

• develop a system of tasks that allows students to develop experience in the analysis of software tools for the implementation of the problems;

• provide for a variety of types of teaching activities, taking into account the level of training of students;

• allocate time for monitoring and evaluation of work;

• articulate what students need to know and be able to do.

In modern conditions, information competence can be attributed to universal competence, which is strongly facilitated by the entry into the Bologna Agreement and the deepening processes of informatization of all spheres of human activity.

Information competence should be understood as the formed skills to independently search, analyze and select the necessary information, organize, transform, store and transmit it using ICT. The potential of ICT-learning manifests itself in many ways, while opening up certain opportunities:

• improving the methodology and strategy for selecting the content of the studied discipline and introducing changes in the methodology for teaching traditional disciplines, provided for by the curriculum of the specialty;

• increasing the speed of mastering the volume and content of educational information by students;

• organization of new forms of interaction in the learning process, as a result of which there is a change in the content and nature of the activity of the teacher and the student;

• implementation of positive motivation for learning, contributing to the personal development of students;

• access to additional information resources, providing a quality level of education.

Limiting only the information competence of a specialist, it is possible to single out classes of tasks that are solved on the basis of the use of information technologies. These include tasks

• cognitive class, based on understanding, reflection and awareness of the need to use ICT in education;

• value-motivational class, aimed at understanding, empathy, having a value orientation not only for the use of ICT, but also for the scientific organization of information;

• creative class, involving the formation of creativity, reflection and improvisation when using ICT;

• research class, based on the basic characteristics of information competence, value orientation and the ability to improvise.

Education in information technologies should be closely intertwined with the emerging theory of informatization of society - the activity process of more and more complete mastery of information as the most important factor in the intellectual progress of civilization. The main set of problems in the use of ICT is related to human resources - the necessary level of information competence of users. The content of the modern stage of informatization is:

• active development and fragmentary introduction of ICT tools into traditional academic disciplines, and on this basis - the development by teachers of new methods and organizational forms of educational work;

• a practical solution to the issue of a radical change in the structure, traditional forms and methods of the educational process;

• development and start of development of educational and methodological support systems (software and methodological complexes, computer courses), including software for personal computers, various video and audio materials, texts for students and methodological materials for teachers.

Speaking about the features of the use of ICT in education, it should be emphasized that their use will be appropriate if and only if it provides a real increase in the quality and effectiveness of education. And in order to appreciate this increase, objective means of measuring learning outcomes are needed. The availability of such means is one of the most important characteristics of ICT. Let us turn to the problems of

using ICT in education from the point of view of the software used. "Currently, there is a discrepancy between the need for the effective use of modern information technologies in professional activities by future specialists and the insufficient focus on this of the existing content of information technology training," B. E. Starichenko, E. B. Starichenko and A. D. Shemetova note [6, p. 79]. The use of ICT in education is possible if we consider them as three models: as an object, as a tool and as an environment. The fact is that at present, almost all existing software products used in ICT both in global and local networks are becoming an object, tool or environment of a new type for the implementation of learning tasks. In addition, some experts distinguish between two areas: ICT in education and education based on the use of ICT. Thus, the domestic typology of software products (software) distinguishes their various types, while distinguishing between pedagogical software for use in the educational process and instrumental for automating the process of their creation. A didactic approach to the typology of software tools is also possible, depending on the tasks being solved, the form of organizing classes, the principles of managing the learning process, the degree and type of adaptability to the student and methodological purpose.

The study of ICT, like the study of any other academic discipline or group of disciplines at different levels of education, is directly related to the problem of the content of education as a whole. This subject, being an equal academic discipline, at the same time differs from other subjects in its increased predictiveness, fundamental focus on the future. ICT in a certain sense is one of the elements of computer resources that are mastered in the learning process. At the stage of developing the program of discipline in ICT, the following tasks are solved:

1) transformation of the public goal (request) for information literacy of graduates of educational institutions;

2) concretization of the pedagogical goal in relation to the zones of proximal development of students;

3) designing the pedagogical process based on a scientifically based choice of content, methods, means and forms of education with the help of ICT.

When solving these problems, a number of contradictions arise:

• between the constantly updated arsenal of computer technology under the influence of scientific and technological progress and the requirements of society for the level of formation of information literacy and competence;

• the need to develop information competence among students and their real capabilities, limited by various factors, in particular, psychological barriers, age characteristics, initial level of training, etc.:

• the pedagogical goals facing the teacher in the educational process, and the goals that students strive for in order to become competitive specialists in the labor market.

To resolve these contradictions, it becomes expedient to take into account a set of conditions, which include:

• constant analysis of the situation to improve the efficiency and quality of the educational process, rational selection of educational material, ensuring the logical continuity of new and previously learned information, etc.;

• careful selection of methods, forms and means to overcome these contradictions;

• increasing the motivation of learning by creating meaningful goals for students, the achievement of which is carried out through the acquisition of certain knowledge and skills, competencies and competencies.

In recent years, there has been a trend towards the specialization of ICT in the fields of application in the professional training of specialists. World experience shows that only an organization that uses ICT in its activities, which improves the quality of production and service, can work successfully. In the transition to advanced learning tools for each specific discipline, it is necessary to transfer its subject area to a new technological base. Stereotypes of traditional teaching do not allow to fully use all the possibilities of new forms of knowledge presentation. A modern teacher, first of all, must himself own the technical means and be prepared for the development and practical use of new means in the educational process. The article made only an attempt to comprehend the problem of the need to form information competence among university students, since it is impossible to disclose the problem raised. It seems that this is not the work of one applicant, but of a whole school of researchers

References

1. Belkin A. S., Tkachenko E. V. Dissertation council on pedagogy (experience, problems, prospects). Yekaterinburg: Ural. state ped. un-t; Ros. state prof.-ped. un-t. 2005. 205 p.

2. Bespalko V. P. Education and training with the participation of a computer (pedagogy of the third millennium). M.: Publishing House of Moscow. psycho-social in-ta; Voronezh: Publishing House of NPO "MODEK", 2002. 352 p.
3. Zeer E. F. Conceptual and terminological support of the competence approach in vocational education // Conceptual apparatus of pedagogy and education: Sat. scientific tr. / resp. ed. E. V. Tkachenko, M. A. Galaguzova. M.: Humanitarian. publisher center "VLADOS", 2007. Issue. 5. S.345-356.
4. Zeer E.F. Key qualifications and competencies in student-centered vocational education / Education and science. Izv. UrO RAO. 2000. No. 3(5). pp. 90-102.
5. Lebedeva M. B. The system of modular training of future teachers for the use of information technology at school: author. dis. ... Dr. ped. Sciences. SPb., 2006. 34 p.
6. Starichenko B. E., Starichenko E. B., Shemetova A. D. Improving the information technology training of students based on the system-object approach // Obrazovanie i nauka. Izv. UrO RAO. 2009. No. 4(61). pp. 78-91.
7. Khutorskoy A. V. Modern didactics: textbook. for universities. St. Petersburg: Piter, 2001. 544 p.
8. Shilova O. N. Theoretical foundations of the formation of the information and pedagogical thesaurus of students in the system of higher pedagogical education: dis. ... Dr. ped. Sciences. SPb., 2001. 365 p.

XÜLASƏ
TƏHSİL SİSTEMİNDƏ İNFORMASİYA-KOMMUNİKASİYA TEXNOLOGİYALARI
Hüseynova M.M.

Açar sözlər: *texnologiya, informasiya və kommunikasiya texnologiyaları, informasiya səriştəsi*

Məqalədə informasiya-kommunikasiya texnologiyaları, onların istifadə olunduğu mühitin texniki, proqram təminatı, mövzu və metodoloji komponentlərindən bəhs edilir. Məqalədə həmçinin informasiya şüuru və informasiya səriştəsi anlayışları, eləcə də təhsildə informasiya texnologiyalarının istifadəsi müzakirə olunur.

РЕЗЮМЕ
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ
Гусейнова М.М.

Ключевые слова*: технология, информационные и коммуникационные технологии, информационная компетентность, информационная компетенция.*

В статье рассматриваются информационные и коммуникационные технологии, технические, программные, предметные и методические составляющие среды, в которой они используются. В работе также рассматриваются понятия информационная осведомленность и информационная компетентность, а также использование информационных технологий в обучении.

CURRENT PROBLEMS OF "LIVING GEOMETRY IN GRADES 10-11

[1]Aghazade Sh.M., [2]Humbeteli M.R
[1]Baku State University, Baku, Azerbaijan
[2]Sumgayit State Univerity, Sumgayit, Azerbaijan
shahinaghazade@bsu.edu.az

Keywords: *mathematics, geometry, 10-11 grades, educational problems, ICT.*

Intruduction. Over the years that I have been studying mathematics with students, there has been a trend of increasingly poor preparation in geometry compared to algebra. Students who have a good mathematical apparatus, have developed the necessary basis for mastering algebra, often do not know geometry at all. But in recent years, there have been more and more geometric problems in The State Center for The Exam of Azerbaijan, without which it is impossible to get a good assessment.

Results. What is the reason? In my opinion, the problem lies in the following:

1. At school, it is rarely explained what a definition, property, attribute, theorem and proof are, what is the relationship between them and what are the differences between them. As a result, the student does not understand the structure of the subject being studied at all, learns theorems and proofs by heart, completely not understanding their essence. Take a look at any geometry textbook, for example, mathematics book for grades 10-11. First, the initial concepts and axioms are given, on which all further definitions will be built, and on the basis of which proofs of all theorems will be carried out. A student who initially did not understand such a structure "drops out" of the subject, and by the end of the 11th grade we have zero geometric knowledge.

2. Students often do not "see" the drawing, do not notice the already known theorems and patterns on it. It is difficult to develop a "vision" in geometry, this must be done constantly, starting from elementary school, when elementary concepts of figures on a plane and in space are introduced.

3. Incorrect drawing technique. From lesson to lesson, students struggle with building a drawing "by hand", which not only turns out at random, but often is so small somewhere in the corner of the notebook that it is impossible to see anything on it, and even more so to carry out additional constructions. A good drawing should be built using drawing tools and have a size of at least half a sheet, and it is better if it is in full size (or at least in scale) with precisely adjusted dimensions specified in the task. Firstly, it will facilitate the search for solutions, since all the basic patterns can be seen at once. It remains only to prove the properties and make calculations. Secondly, it will be easier to make additional constructions on such a drawing, enter designations and sign data.

4. Knowledge gaps. Geometry differs from algebra in that it is absolutely impossible to study it from the middle. If in algebra (provided there is a mathematical base) some topics can be studied independently of others, then in geometry one missed theorem, one unexplored definition will lead to the fact that it will be impossible to study further material.

5. In complex problems, it is always necessary to apply a very large number of theorems and properties when solving, to use all the knowledge and skills obtained at the same time, and often additional facts that are not in all textbooks or are found in the form of a problem, which is almost not found in algebra, even when solving complex tasks. I always tell my students, "Geometry has no clear boundaries. Study as much additional literature as possible, prove additional useful geometric facts." Only then can we talk about success in solving complex geometric problems.

6. Technology-based geometry education can solve such problems and go further, but if we count as a natural problem, progress from technology to unnecessary areas is more common (Informaton Comunication Technology-ICT).

References

1. Srinivas, S., Khanna, S., Rahaman, J., & Kumar, V. (2016).Designing a Game-Based Learning Environment to Foster Geometric Thinking. In Technology for Education (T4E), 2016 IEEE Eighth International Conference on (pp. 72-79). IEEE.
2. S. Amari and H. Nagaoka. Methods of information geometry. American Mathematical Society, Providence, RI, 2000. Translated from the 1993 Japanese original by Daishi Harada, Ch. 2–3
3. Drijvers, P (ed.), (2004) TI InterActive! in the Classroom, T-cubed Europe, ISBN 3-934064- 51-5 2004
4. Graves, T. (2018).Teacher knowledge and perception of mathematics disabilities and dyscalculia.SMTC Plan B Papers. 71.

XÜLASƏ

«10-11-Cİ SİNİFLƏRDƏ CANLI GEOMETRİYA» AKTUAL PROBLEMLƏRİ

Ağazadə Ş.M., Hümbətəli M.R.

***Açar sözlər*: *riyaziyyat, həndəsə, 10-11 siniflər, təhsil problemləri, İKT*.**

Məqalədə Azərbaycan ümumthsil məktəblərinin 10-11-ci siniflərində həndəsənin tədrisi cəbrin tədrisindən fərqli olduğu müəyyən edilib və problemin həlli üçün müxtəlif təkliflər verilir.

РЕЗЮМЕ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ «ЖИВОЙ ГЕОМЕТРИИ В 10-11 КЛАССАХ»

Агазаде Ш.М., Гумбатали М.Р.

***Ключевые слова**: математика, геометрия, 10-11 классы, учебные задачи, ИКТ.*

В этом исследовании было установлено, что такие задачи, как преподавание геометрии в 10-11 классах средних школ Азербайджана отличаются от преподавания алгебры и дан ряд предложений для решения этой проблемы.

EMULATION OF NETWORKS IN THE SIMULATOR INTERFACEI.

Qasimova G.I.

Wetern Kaspi University, Baku, Azerbaijan

rovshangumbataliev@rambler.ru

Keywords: *simulation mode, connectors, IP address, console mode, physical and logical mode, network connection*

To date, all taught subjects are based on interactive technologies. Interactive technologies are of great importance for a deeper and clearer assimilation of the topic, conducting various experiments in the learning process. One such interactive technology is the virtual simulator. The interface of the virtual simulator can be equally used by both the teacher and the student. The teacher uses the simulator to turn the learning process into an entertaining and understandable process, and the student to deeply assimilate the educational material through various experimental studies.

Introduction. Let's consider the interface of Cisco Packet Tracer as one of the virtual simulator programs:

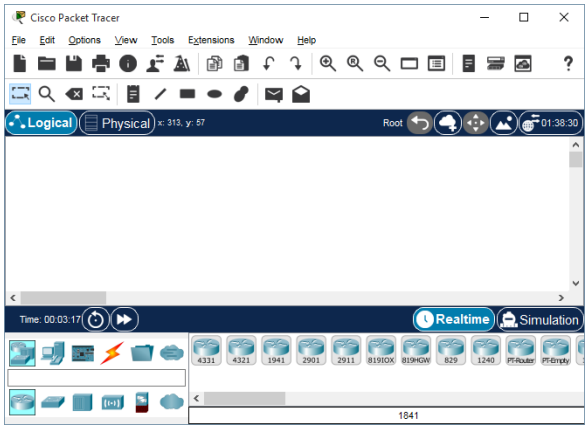


Fig. 1. *Cisco Packet Tracer software*

Using the Net Devices, End Devices, Components, Connections, Miscellaneous, Multiuser Connection buttons located at the bottom of this program, you can drag various network devices to the Workspace, connect them through connectors, and monitor the transmission of packets between them. In order to monitor the transmission of packets interactively, it is necessary to enable the simulation mode, and for this purpose, the Simulation button on the right side of the toolbar is activated. To root the equipment, you need to enter the IP Configuration section and make appropriate settings.

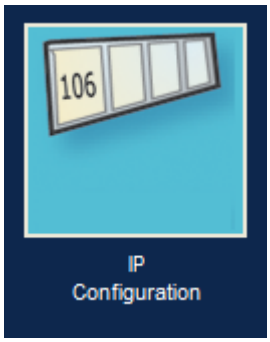


Fig. 2. *IP configurations*

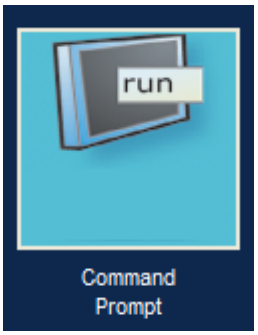


Fig. 3. *Command Prompt mode*

MAIN PART. From this section, you can set a static or dynamic IP address and subnet address. To activate the console mode, you need to select the Command Prompt button:

In console mode

C:\>ping 192.168.0.1

command to send packages and get the following reports:

Pinging 192.168.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=4ms TTL=128
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=3ms TTL=128
Reply from 192.168.0.1: bytes=32 time=1ms TTL=128
Ping statistics for 192.168.0.1:

Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:

Minimum = 0ms, Maximum = 4ms, Average = 2ms

As can be seen from that report, 4 packets were sent and 4 packets were received as well, none were lost. It is possible to follow that process in a more interesting way in the simulation mode:

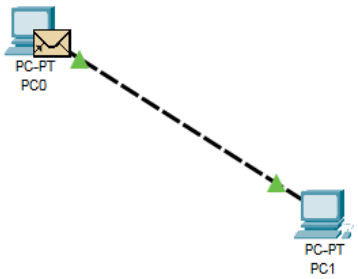


Fig. 4. *Simulation mode*

References

1. Boni D. Cisco IOS Guide. Ed. Peter, Russian Edition, 2008, 786 p. (in Russion).
2. Jerom F, Dimarchio. Cisco routers. Handbook for self-study. Ed. Symbol Plus, 2003, 512 p (In Russion).
3. Rudenko I.V. CISCO routers for IP networks. Ed. KUDITS-OBRAZ, 2003, 656 p. (In Russion)

XÜLASƏ
TRENAJOR İNTERFEYSİNDƏ ŞƏBƏKƏLƏRİN EMULYASİYASI.
Qasımova G.I.

Açar sözlər*: simulyasiya rejimi, əlaqələndirici, İP-ünvan, konsol rejim, fiziki və məntiqi rejim, şəbəkə birləşməsi*

Hazırda tədris edilən bütün fənlər interaktiv texnologiyalara əsaslanır. İnteraktiv texnologiyalar tədris edilən mövzuları daha aydın və dərin mənimsəmək üçün, tədris prosesində müxtəlif eksperimentlər aparmaq və ən optimal qərarlar qəbul etmək üçün son dərəcə vacibdir. Belə interaktiv texnologiyalardan biri də virtual simulyatorlardır. Virtual simulyatorun interfeysindən həm müəllim, həm şagird eyni dərəcədə müvəfəqiyyətlə istifadə edə bilər. Müəllim dərsi aydın və əyləncəli başa salmaq üçün, şagird isə müxtəlif təcrübələr aparmaqla prosesləri daha dərindən dərk etmək üçün simulyatordan istifadə edə bilər.

РЕЗЮМЕ
ЭМУЛЯЦИЯ СЕТЕЙ В ИНТЕРФЕЙСЕ ТРЕНАЖЕРА.
Касимова Г.И.

Ключевые слова: *режим симуляции, соединители, IP-адрес, консольный режим, физический и логический режим, сетевое соединение*

На сегодняшний день все преподаваемые предметы основаны на интерактивных технологиях. Интерактивные технологии имеют огромную значимость для более глубокого и ясного усваивания темы, проведения различных экспериментов в процессе обучения. Одной из подобных интерактивных технологий является виртуальный симулятор. Интерфейсом виртуального симулятора может в одинаковой степени воспользоваться как преподаватель, так и учащийся. Преподаватель пользуется симулятором для обращения процесса обучения в занимательный и понятный процесс, а учащийся– для глубокого усвоения учебного материала с помощью различных опытных исследований.

METHODS AND WAYS OF PROCESSING AND USING DATA IN COMPUTER MATHEMATICS

Taghiev Elchin Nagi oglu
Mingachevir State University, Mingachevir, Azerbaijan
rovshangumbataliev@rambler.ru

Key words*: database, computer mathematics, model, types*

Introduction. In Computer Mathematics, data types are defined as follows:
1. Integers
2. Rational numbers

3. Symbols
4. Boolean data types consisting of two values - (FALSE, TRUE)

In the Database (DB), along with the above main types, there are the following auxiliary types:

1. Date, number
2. Character data types with variable length
3. Data displaying graphic objects, audio, video information and other special information.

As is clear from the above, a typical classification of data expresses their external attributes, the belonging of data to a certain group of objects. It should be noted that in the concept of the Database, along with the typical classification, an important role is played by the allocation of structural features of the data. In turn, the structural features of the data are indicated in the concept of a data model.

In the conceptual content of the Database, data models are classified in categories defined a priori. The model of the data marked appropriately in the categories and in their relationships with each other are called schemas. In the general case, regardless of typical differences, information models essentially reflect the statistical or dynamic properties of the considered objects and processes of reality. In turn, the statistical properties of the data express the specifics of data construction.

Main part. Thus, the reflection of statistical properties is reduced to the definition of data construction rules, which in turn involves the formation of the corresponding categories, through attributes in their values. Ultimately, by manipulating the values of the attributes, the designation of the corresponding restrictions in the data models is implemented. Regarding the dynamic properties of information models, it should be noted that in this case, the dynamic properties are expressed through a set of operations performed on data. At the same time, in the application of each of these operations, the logical structure of the databases remains unchanged. In turn, data models are classified as follows:

1. Hierarchical models
2. Network models
3. Relational models

Let us give a brief description of the above types of data models. Hierarchical models assume data representation in the form of an ordered graph and a tree. The network type of the data model is also based on the representation of data in the form of graphs. The relational type of the structure of the data model is based on the presentation of data through a comparative analysis of their structural features in the form of tables. In essence, Relational models express relationships concerning the area under consideration and the nature of their relationships. An important element of the relational model is the concept of relation. The concept of relation is used to denote a set of elements called a Tuple. In essence, the relation acts as a two-dimensional table consisting of rows and columns. Here, each line consists of areas with an identical structure. In turn, the rows of the table are called a tuple, and the columns are called the domain of the relational model. A domain with a specific name is called an attribute of the Relational model. In this case, the table corresponds to the file, the row of the table corresponds to the records, and the columns correspond to the elementary data of the Relational model. It should be noted that the development and application of Relational Models is closely related to the mathematical theory called Algebra of Relations. The application of the conceptual provisions of the Algebra of relations in the development and application of the Relational model provides an opportunity to solve the following problems.

1. Correct determination of the properties of the Relational Model Carrying out the appropriate operations on the relations indicated in the corresponding Relational Model (RM)
2. Creation of appropriate types of relations contained in the given Relational model.

Let us briefly touch upon the features of post-relational models. The main purpose of post-relational models (PRM) is to solve the following problems.

-Ensuring the integrity of data of post-relational models in those contained in the tables

-Ensuring the integrity of the data contained in the tables of post-relational models

-Possibility to expand post-relational models

- the possibility of analytical processing of multidimensional models of post-relational models.

The above features of post-relational models of models are associated with the demand for the use of multidimensional and object-oriented models in the development of databases, the content of multidimensional polyfunctional objects. It should be noted that it is precisely because of the model description of structural properties that it becomes possible to develop and use an integral system of centralized database management. By means of the Database Management System, the possibility of determining information and its delivery to the consumer in accordance with the formulated request is realized. In accordance with the above purpose of the Database Management System, the following aspects of its functional characteristics are determined.

1. Organization of database files
2. Carrying out the necessary corrections of the Database
3. Determining the location of the data in accordance with the requests of the consumer.
4. Processing of information obtained through the relevant consumer request.
5. Determining the output limits of the information received through the customer request.

Receiving information in the Database on the basis of a consumer request is done in two ways.

I. Obtaining the required information in the Database by means of a consumer request, using the appropriate application program.

II. Obtaining the required information by the consumer in interactive mode with the Database Management System.

Let's consider each of the above methods for obtaining information from the Database on a consumer request. Obtaining information from the Database based on a consumer request occurs during the implementation of the steps below.

1. An appropriate consumer request is formed in order to obtain the required information from the Database
2. The consumer, using the operational language SQL, forms a request and ensures its implementation.
3. Users, using equation blocks, tables, data dictionary in the Database Management System, determines the location of the required information.
4. The user accesses the operating system to obtain the required information.
5. According to the user's request.
6. The required information read from external memory is placed in the system buffers of the Database Management System.
7. The required information is appropriately formatted and transferred to the appropriate area of the application program.
8. The required information is placed in the user's terminal with the help of the application program.

As is clear from the foregoing, in the operation of the Database, an important place is occupied by ensuring the submission of a request to the Database through the Database Management System. In turn, the submission of queries to the Database through the use of the Database Management System is carried out during the sequential implementation of the following stages.

-Formation of a custom query in any programming language (SQL).

-A user request, properly composed, is entered into the system.

- Analysis of the user request entered into the system using the Database Management System.

- Analysis in the Database Management System of the external schema of the corresponding user request and its copy in the conceptual schema.

- Analysis in the Database Management System of a copy of the conceptual schema in the physical schema.

-Determination of the physical structure of the required information based on the analysis.

-Physical structures defined in an appropriate way are placed in the working memory area.

-Performing the necessary operations on the data defined by the Database Management System (DBMS) in the above manner.

-Preparation of reports in accordance with the regulations on information obtained during the implementation of the above procedures.

-Printing of readings compiled in a similar way.

As it is clear from the above functional characteristics of the database management system, the organization of a query to the Database is a fairly structured procedure. The system catalog plays an important role in the data definition process. The system catalog is a data dictionary and contains the following information in its content. At the same time, the implementation of the function for determining data based on a user request, their processing and transfer at the disposal of users, involves the implementation of a number of the following practical procedures.

1. Managing data contained in external memory
2. Management of RAM buffers
3. Transaction management
4. Keeping appropriate notes in the Database log
5. Ensuring the integrity and security of the Database.

Consider the features of the implementation of the above procedures separately. First of all, let's consider the features of managing data located in external memory. First of all, it should be noted that data management in external memory is carried out in the following levels.

- Resource management level
- Data management algorithms.

The first level of data management in external memory is implemented through the management of the file system or the management of the highest memory. The second level of data management in external memory is performed by means and own methods of the database management system. It should be noted that the operation of managing buffers of RAM serves to regulate the exchange of data between external and RAM. Considering the above features of the practical procedures, the specific role of keeping notes in the database log by the Database Management System should be emphasized. Databases in ensuring the integrity and security of data. It should be noted that during the implementation of the functional purpose of the Database Management System by the Database Management System (DBMS). DBMS for compiling queries, in determining the required information, an important role belongs to ensuring the integrity and security of data. When managing a database through a database management system, linguistic means are widely used. In particular, the development and use of system catalogs, in turn, is associated with the compilation and use of various languages and dictionaries. The following list of languages is used in the Database Management System when defining the data structure and their description:

1. Languages used to describe data
2. Languages used in carrying out the corresponding operations on data
3. Languages used to develop application programs.

Consider each of these language groups separately. Languages for describing data in the Database Management System are classified as follows.

1. Languages used as a means of communication
2. The language used to describe the conceptual scheme
3. Languages used to describe internal circuits

Let us give a description of the above-mentioned language groups. Consider a language group used as a means of communication. In this case, two specific species are indicated with respect to this language group. In the first case, the applied language structure is related to the situation when the user acts as a separate individual. In the case under consideration, the language of communication with the user acts in two ways.

- as query language
- as a special purpose language.

It should be noted here that a special SQL query language is used as the access language. In particular, in order to enhance the exchange of information between external memory and RAM, RAM organizes buffers to accommodate data. Transaction management in the Database Management System involves ensuring (inviolability) the immutability of the sequence of operations performed in the Database. In this case, in the observance of the necessary sequence in the process of searching, processing and transferring the results to the user in the Database Management System, data changes are allowed. Transactions are managed under the relevant terms and conditions. An important condition for the implementation of transactions is to comply with the requirements for the holistic application of the operations included in its composition. Another important condition for transactions is the possibility of parallel operation of the database by users. Finally, when implementing transactions in the database, it is supposed to ensure the safety of the results of transactions. One of the important functions performed by the Database Management System in the course of database management is related to making changes to the database log [1]. In this case, keeping records of the changes made to the database management system log is caused by the need to ensure the integrity of data in the database. Thus, changes made to data in the database are automatically recorded in the database log. As noted earlier, ensuring the integrity and security of the Database is a priority condition for its management. In turn, ensuring the integrity and security of data involves the protection of data and application programs. As it is clear from the above about the main technological prerequisites for the functioning of the Database Management System, when managing the database through the Database Management System, linguistic means are widely used. In particular, the development and use of system catalogs, in turn, is associated with the compilation and use of various languages and dictionaries. The following list of languages is used in the Database Management System when defining the data structure and their description [2]:

1. Languages used to describe data
2. Languages used in carrying out the corresponding operations on data

3. Languages used to develop application programs.

Consider each of these language groups separately. Languages description of data in the database management system. Data description languages are classified as follows;

-Languages used as a means of communication

-Languages used to describe the conceptual scheme

-Languages used to describe internal circuits

Let us give a description of the above-mentioned language groups. Consider a language group used as a means of communication. In this case, the designation is of two specific kinds with respect to a given language group. In the first case, the applied language structure is related to the situation when the user acts as a separate individual. In the case under consideration, the language of communication with the user acts in two ways.

- as query language

- as a special purpose language.

It should be noted here that a special SQL query language is used as the access language. Special-purpose languages used by the Database Management System as a language of communication are compiled similarly to natural language. Special purpose query languages are called conversational languages. Dialog languages provide interactive communication between the base and the user. The second option, the use of communication languages, is associated with the user's access to the database through the database. In this case, the languages of communication with the user are represented as the own language of the system itself. In some cases, the language of communication with the consumer acts as a programming language. (Pascal, Basic, etc.). In the case of describing the conceptual scheme of the presented database, specific programming languages or a special language of the system itself (CODASYL, QL, etc.) are used. In the case under consideration, the programming languages used are developed in the form of files, records, and various constructs. It should be noted that the means used in the description of the internal system are identical with the means used in the description of conceptual systems.

References

1. Humbataliev R. and others. Teaching methodology of computer mathematics. Baku, 2019 (İn Azerbaijan)
2. Humbataliev R., Allahverdiyeva S. Обеспечения информационной безопасности в компьютерной математике технико-технологические и методологические особенности. LAP Academy Publishing, 2021.

XÜLASƏ

KOMPÜTER RİYAZİYYATINDA MƏLUMATLARIN EMALI VƏ İSTİFADƏ ÜSULLARI

Tağıyev E.N.

***Açar sözlər**: verilənlər bazası, kompüter riyaziyyatı, model, növlər.*

Bu məqalədə kompüter riyaziyyatında bütün məlumatların istifadəsinin üsulları, emalı və ötürülməsi yollarına araşdırılır.

РЕЗЮМЕ

СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ В КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКЕ

Тагиев Э.Н.

***Ключевые слова:** база данных, компьютерная математика, модель, типы.*

В данной работе рассматривается методы, способы обработки и передача всех данных, используемых в компьютерной математике**.**

MÜASİR TİBBİ EKSPERT SİSTEMLƏRİ VƏ ONLARIN TƏTBİQİ İSTİQAMƏTLƏRİ

Pələngov Ə.Q.

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Bakı, Azərbaycan, ped.e.d., professor

abulfat1@gmail.com

***Açar sözlər:** süni intellekt, süni intellekt, sistemləri, tibbi sahə, ekspert sistemlərinin texnologiyası, obyektlər, faktlar, qaydalar*

Yazılmış məqalə müasir tibbi ekspert sistemlərinin təhlilinə və onun tətbiq olunduğu sahələrin araşdırlmasına həsr edilmişdir. Günümüzdə getdikcə artan, sürətlə inkişaf edən Ekspert Sistemlərinin (Expert

Systems) tarixi çox keçmişə dayanır. Süni intellekt (Artificial İntelligence - AI) sahəsində son illərdə edilən araşdırmalar, Ekspert Sistemlərinin populyarlığını və buna paralel olaraq da inkişaf etməsini təmin etmişdir. Ekspert Sistemlərinin istifadə olunduğu yerlərdə alınmış nəticələrin insan mühakiməsi ilə alınmış nəticələrə çox yaxın olduğu, hətta bəzən eyni olduğu görülmüşdür.

Suni intellekt sistemlərinin təlim-tədris prosesində istifadə olunması öyrənənlərin zehni təfəkküründün inkişafına təkan yaradacaqdır. Ekspert Sistemlərin texnologiyası süni intellektə bağlı olaraq ortaya çıxmışdır. Bu texnologiya, üzvi kimya, tibb, sənaye, bank sahəsi və mədənçilik sahələrində müvəffəqiyyətlə tətbiq olunmaqdadır. Ekspert Sistemlər tək başlarına avtomatik qərar qəbul etmə üçün istifadə olunduqları kimi qarışıq problemlərdə qəbul edilmiş qərarlara dəstək olaraq da istifadə edilir.

İnsanların tədqiq etdikləri mövzular barədə geniş məlumatları ekspert sistemləri vasitəsi ilə təkmilləşdirməsi müasir dövrdə robotların yaradılması istiqamətinə müsbət təsir göstərdiyi faktı hər bir kəsə məlumdur. Bununla yanaşı, tibb, sənaye, maliyyə və digər sahələrdə də süni intellektdən, ekspert sistemləri vasitəsi ilə riyazi tənliklərin və məsələlərin həll olunmasındakı üsul və metodlardan geniş şəkildə istifadə olunmaqdadır.Bu istiqamətdə görüləcək əsas işlərdən biri tibbi sahə üzrə ekspert sistemlərinin tədqiq olunması məsələsidir.

Bu gün tibbi ES çox böyük uğurla tətbiq olunurlar. Hazırda dünyada tibbin müxtəlif sahələrinə aid minlərlə ES mövcuddur.

Tibb sahəsində tətbiq olunan ES haqqında qısa məlumat verək:

WebMD Symptom Checker sistemi. Allergiya, artrit, xərçəng, soyuqdəymə, qrip, öskürək, depressiya, diabet, göz xəstəlikləri, ürək xəstəlikləri, dəri problemləri, yuxu pozğunluğu ilə əlaqədar problemləri olanlar xəstəliklə bağlı simptomlarını sistemə daxil etməklə ətraflı məlumat ala bilirlər.

DXPlain sistemi kliniki qərarları dəstəkləyən intellektual sistem nümunəsidir, diaqnostika prosesinə assisentlik üçün istifadə edilir, simptomları, laborator verilənləri və prosedurları özündə əks etdirən və diaqnoz siyahısı ilə əlaqələndirən bilik bazasına malikdir [9].

INTERNIST daxili xəstəliklərin diaqnostikası üzrə məsləhətçi sistemdir . Bu sistemin modifikasiya olunmuş versiyası INTERNIST-1 adlanır və bu gün geniş tətbiq dairəsinə malikdir.

CASNET qluakoma xəstəliyinin diaqnostikası və müalicə strategiyasının seçimi üçün nəzərdə tutulmuşdur, Nyu-Cersi ştatının Rutgers Universitetində işlənilib. Biliklərin təsvirinin semantik modelinə əsaslanır.

HELP – süni intellekt texnologiyasına əsaslanan tam qospital informasiya sistemidir, o təkcə xəstəxana informasiya sisteminin standart funksiyalarını deyil,

həm də qərarların qəbulunu dəstəkləyən funksiyaları da dəstəkləyir. *AppHelp* sistemi qarın boşluğundakı kəskin ağrılar zamanı (qeyrimüəyyənlik vəziyyətində) qabaqlayıcı tədbirlər görmək üçün avtomatik mühakimələr təklif edir. Bu sistem 1972-ci ildə Lids Universitetində (Böyük Britaniya) qarın boşluğunda kəskin ağrıların diaqnostikası sistemi kimi işlənilmişdir.

Ümumiyyətlə, bu gün süni intellekt texnologiyası metod və prinsiplərinə əsaslanmaqla yaradılmış tibbi ES və qərarların qəbul olunmasını dəstəkləyən sistemlər kliniki səhiyyənin ən müxtəlif sahələrində istifadə olunurlar.

Azərbaycanda tibb sahəsində, az da olsa, bir sıra ES yaradılmışdır. Belə ki, 1996-cı ildə qarın boşluğu üzvlərinin kəskin cərrahi xəstəliklərinin diaqnostikası üçün ES yaradılmış, predmet sahəsi üçün biliklər bazasının hazırlanması və klinika şəraitində ES-in tətbiqi reallaşdırılmışdır .

Son olaraq fikirlərimizi ümumiləşdirib deyə bilərik ki, tədqiq olunmuş məqalə mövzusu son dərəcə aktualdır. Tibbi sahədə ekspert sistemlərindən istifadə olunması və bir sıra fərqli istiqamətlər üzrə bu sistemdən, süni intellektin faydalarınsan istifadə inkişaf prosesinin əsasını təşkil edəcəkdir.

Ədəbiyyat

1. Андрейчиков А.В., Андирейчикова О.Н.. Интеллектуальные информационные системы. М. Финансы и статистика, 2004.-424с.
2. Kərimov S.Q., Rəhimova N.A. Ekspert sistemləri. Bakı: Çaşıoğlu, 2004, 176 s
3. Alberico, R. and Micco, M. Expert systems for refarence and information retrieval. London: Meckler. 1990.
4. Chamiak, M.D. Introduction to artificial intelligence. Wokingham: Addison-Wesley. 1985
5. Ekşi M. Uzman Sistemlerin Madencilik Endüstrisindeki Kullanım Potansiyelleri, Bilişim. 1992. 30, ss: 108-117.
6. Ford N. Expert systems and artificial intelligence: an information manager's guide. London: L.A. 1991.

РЕЗЮМЕ
СОВРЕМЕННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ
Палангов А.Г.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, системы, область медицины, технология экспертных систем, объекты, факты, правила.*

В настоящее время экспертные системы, которые развиваются все более быстрыми темпами, появились совсем недавно. Недавние исследования искусственного интеллекта увеличили популярность экспертных систем и их параллельное развитие. Видно, что результаты, полученные в местах использования экспертных систем, очень близки, а иногда и совпадают с результатами человеческого суждения.

SUMMARY
MODERN MEDICAL EXPERT SYSTEMS AND THEIR APPLICATION DIRECTIONS
Palangov A.G.

Keywords: *artificial intelligence, artificial intelligence, systems, medical field, technology of expert systems, objects, facts, rules*

Nowadays, the Expert Systems which are developing at an ever-growing pace, do not have a long history. Recent researches on Artificial Intelligence have increased the popularity of Expert Systems and their development in parallel. It is seen that the results obtained in the places where expert systems are used are very close to and sometimes the same with the results of human judgment.

ALİ RİYAZİYYAT FƏNNİN TƏDRİSİNDƏ "NÜMAYİŞ –TƏDRİS – TƏLİM" TƏTBİQİ PROQRAM VASİTƏLƏRİNDƏN İSTİFADƏSİ NƏTİCƏSİNDƏ TƏHSİL PROSESİNİN KEYFİYYƏT VƏ EFFEKTİVLİYİNİN ARTIRILMASI

Əzizov B.B., Ələkbərli A.H.
Azərbaycan Universiteti, Bakı, Azərbaycan
bahram.azizov@au.edu.az

Açar sözlər: *təhsil, İKT, sistem, model, pedaqoji kommunikasiya, məsələ, elektron təhsil kursu, tətbiqi proqram paketləri.*

EHM(elektron hesablama maşınları-kompüterin) - yaradılması insan cəmiyyətinin inkişafında ən böyük rol oynayan elmi nailiyyətlərdən biridir. İlk olaraq riyazi hesablama proseslərinin sürətləndirilməsi və avtomatlaşdırılması üçün istifadə olunan elektron hesablama maşınları hazırda təbiət (riyaziyyat, texnika, iqtisadiyyat, biologiya, kimya və humanitar elmlərin nəzəri və praktiki sahələrinə problemlərin həlli zamanı tətbiq olunur.Artıq kompütersiz həyatı və fəaliyyatı düşünmək çox çətindir.

Ona görə kompüter texnikasının tətbiqi ilə bağlı prosesləri idarə edən və onların geniş imkanlarını tətbiq etməyi bacaran mütəxəssis yetişməlidir. Deməli, gənc nəsil informasiya cəmiyyətində işləməyə və yaşamaqa hazır olmalıdır. İndiki zamanda, cəmiyyətin ən əsas istiqamətlərindən biri cəmiyyət həyatının bütün sahələrinin kompüterləşdirilməsi və informasiyalaşdırılmasıdır.

Təsadüfi deyil ki, BMT-nın bütün üzv dövlətlərinin qəbul etdiyi üçüncü minilliyin səkkiz inkişaf məqsədindən biri kimi qlobal tərafdaşlığın inkişaf etdirilməsi istiqamətində göstərilir ki, informasiya-kommunikasiya texnologiyalarından (İKT) bəhrələnmək imkan yaradılmışdır. İKT cəmiyyətin və iqtisadiyyatın inkişafına ciddi təsir göstərdiyinə görə **aktual tədqiqat istiqaməti** olaraq, dinamik templə sosial və iqtisadi həyatın bütün sahələrinə tətbiq olunur[1]. Hal-hazırda İKT-nin əhatə dairəsi hökümət təşkilatların, qeyri-hökümət və özəl qurumları, iqtisadi-sosial, elmi-mədəniyyət, ictimayi –siyasi, tədris-təhsil və s. sahələri əhatə edir. İKT-nin inkişafı biliklər iqtisadiyyatının, başqa sözlə neftsiz iqtisadiyyatın qurulmasına təkan verir. Ona görə də Azərbaycanda neft sahəsinə alternativ İKT sektorunun inkişaf tedirilməsi dövlətin iqtisadi siyasətinin vacib istiqamətlərindən hesab olunur.

Hazırda Azərbaycanda bu sahədə çox ciddi tətbirlər işlənilməkdə və həyata keçirilməkdədir. Təkcə onu qeyd etmək kifayətdir ki, Azərbaycan Respublikası ilə BMT İnkişaf Proqramı(İP) arasında imzalanmış proqram-layihəyə müvafiq olaraq hazırlanmış "Azərbaycan Respublikası inkişafı naminə İKT üzrə Milli strategiya (2003-2012-ci illər)" Azərbaycan Respublikası Prezidenti tərəfindən 17 fevral 2013-cü ildə imzalanmışdır.

Bu programın- İKT üzrə Milli Strategiyanın (İKTMS) yerinə yetirilməsi işi ümum dövlət, ümumxalq əhəmiyyətinə malik olmaqla cəmiyyət həyatının bütün sahələrində İKT-tətbiqini nəzərdə tutur. Qeyd etmək lazımdır ki, YUNESKO-nun əsas prioritetlərindən biri təhsil sahəsində strategiyanın hazırlanması və həyata

keçirilməsində YUNESKO-nun üzvü olan dövlətlərə yardım göstərilməsi təhsilin informasiyalaşdırılması siyasətidir.

İnnovasiya idarəetmə modellərinin və müasir İKT-ın milli təhsil sistemləriniə tətbiqi qabaqcıl pedaqoji üsulların modernləşdirilməsi, təhsil müəssisələrində gündəlik tədris təcrübə əsasında problemlərin həlli strategiyası sahəsində təhsilin keyfiyyətinin yüksəldilməsi əsas prioritetləridəndir. Azərbaycan layihə iştirakçısı kimi hesab edir ki, təhsil onların mədəni, iqtisadi və sosial inkişafında əsas elementlərdən biridir.

Bu dəyişikliklər həm təhsil sahəsinə aid məsələlərinin məzmunu, həm də açılmış texnoloji imkanlardan istifadə edilməsi baxımından təhsil məqsədlərinə təsirsiz ötüşməmişdir. Tətbiq sahəsi olan təhsildə kompüter texnikası daim genişlənir: informasiya texnologiyaları və kompüter istifadəçisindən yani informatika fənninin öyrənilməsi obyektindən fərqli olaraq, aksent onun ümumtəhsil fənləri üzrə tədris prosesinin intensivləşdirilməsi vasitəsi kimi geniş istifadə olunmasına keçirilir.

Beləliklə, müasir dövrdə İKT-nin tədris və təhsildə aktuallıqı kompyuter texnologiyaları və düzgün seçilmiş təlim texnologiyaların birgə istifadəsindən ibarətdir.

Elm və onun inkişafını təmin edən tədris və təhsil sahələrində informasiyalaşdırma, kompüter, telekommunikasiya texnologiyalarının və müasir informasiya sistemlərinin tətbiqi yeni səviyyədə və keyfiyyətdə biliklərin alınmasını, ümumilləşdirilməsini, yaranmasını və istifadəsini təmin edir. Tələbələrin , gənc alim və mütəxəssislərin zəruri elmi informasiya və biliklərlə təmin edilməməsi Azərbaycanda gənc nəslin gələcəkdə elmi potensalının inkişaf tempinin düşməsinə apara bilər. Dünya təcrübəsi göstarir ki, informasiya və kommunikasiya texnologiyalarından geniş istifadə olunması ölkənin hərtərəfli inkişafına xidmət edir və məhz bu texnologiyalar əhalinin sosial-iqtisadi vəziyyətinda mövcud olan problemlərin həll olunması va yoxsulluğun azaldılması üçün tutarlı vasiələrdəndir.

Son illərdə Azərbaycanda informasiya və kommunikasiya texnologiyalarından istifadə sahəsində müəyyən addımlar atılmış, bir sıra sahələrdə bu texnologiyaların tətbiqində ciddi uğurlar qazanılmış va ümumiyyətlə, bu istiqamət dövlət siyasətinin prioritetlərindən birinə çevrilmişdir.

Hazırda Azərbaycanda Elmi tədqiqat işlərinin informasiyalaşdırılması, elektron nəşrlər, bir çox elmi-kütləvi, təhsil, mədəni-marif və s. tipli saytlar-portallar, tədris proqramları, informasiya sistemləri, elektron dərsliklər, distant tədris texnologiyaları yaradılır və istifadə edilir.

Bu baxımdan, tətbiqi proqram paketlərinin kompüter tədrisində istifadə təcrübəsini nəzərə alaraq effektiv vasitə olduğunu əsaslandırmaq olar.

Kompüter təliminin ən aktual problemlərdən biri məqsədyönlü didaktik "Nümayiş- Tədris, Təlim proqramları " -n yaradılmasıdır[1,2].

"Nümayiş- Tədris,Təlim proqramları" - tətbiqi proqram vasitələri kimi tədris fəaliyyətinin müxtəlif mərhələlərində həm şagirdlərin auditoriya məşğələ dərslərində həm də fərdi dərslərdə istifadə oluna bilər. Bir qayda olaraq, belə proqramlarla iş, istifadəçi və proqramla dialoq əsasında qurulur və müəllim müdaxiləsi tələb olunmur. Lakin, əgər "Nümayiş- Tədris,Təlim proqramları" istifadəçisi - müəllimdirsə, onda o tədrisdə , nümayiş üçün kompüter modelindən istifadə edə bilər və bu onun pedaqoji yaradıcılığında geniş imkanlar aça bilər. Elektron Hesablama Maşınları vasitəsi ilə tədqiq olunan obyekt və proses modellərinin üstünlükləri idarəetmə, çeviklik və dəyişkənlik, davranış, interaktiv rejimə keçməsi imkanından irəli gəlir.

Ədəbiyyat

1. Əzizov B., Qafarova N., Qasımova Ç. Ali Məktəblərdə riyaziyyat fənni tədrisində informasiya və kommunikasiya texnologiyalarının tətbiqində innovativ yanaşma // Azərbaycan Texniki Universiteti, Elmi əsərlər., 2019, N 1, s.136-143.
2. Əzizov B., Pənahova Z., Paşayeva H. Mühazirə dərslərinin aparılması üçün müşaiyət elektron təlim-təqdimat vasitələrinin yaradılması // BQU-nun "Elmi əsərlər"-i, 2019, N 3, səh. 164-173.

РЕЗЮМЕ

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В РЕЗУЛЬТАТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ «ДЕМОНСТРАЦИЯ – ПРЕПОДАВАНИЕ – ОБУЧЕНИЕ» В ПРЕПОДАВАНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Азизов В.В., Алекперли А.Р.

Ключевые слова: *образование, ИКТ, система, модель, педагогическое общение, задача, электронный учебный курс, пакеты прикладных программ.*

Область применения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в образовании расширяется. Эти изменения не могут остаться незатронутыми в сфере образования как с точки зрения состава содержательных вопросов, так и с точки зрения использования открывшихся технологических возможностей для достижения целей образования.Несмотря на такие преимущества, повышение качества образования за счет внедрения инновационных изменений на основе

комплексного применения ИКТ еще не реализовано. С этой точки зрения в статье высказывается мысль о том, что на основе интеграции ИКТ с педагогикой необходимо изучение использования пакетов прикладных программ и их практического функционирования с целью повышения качества и эффективности образовательного процесса и его результатов на всех уровнях образования.

SUMMARY
INCREASING THE QUALITY AND EFFICIENCY OF THE EDUCATIONAL PROCESS AS A RESULT OF THE USE OF "DEMONSTRATION - TEACHING, TRAINING" - APPLIED PROGRAM TOOLS IN THE TEACHING OF HIGHER MATHEMATICS
Azizov B.B., Alekberli A.H.

Keywords: *education, ICT, system, model, pedagogical communication, problem, electronic education course, application software packages.*

The field of application of information and communication technologies (ICT) in education is expanding. These changes cannot remain unaffected in the field of education both from the point of view of the composition of educational issues and from the point of view of the use of technological opportunities opened up to achieve the goals of education. Despite such advantages, the direction of increasing the quality of education by introducing innovative changes based on the comprehensive application of ICT has not yet been realized. From this point of view, the article suggests that, based on the integration of ICT with pedagogy, it is necessary to study the use of application software packages and their practical functioning in order to increase the quality and effectiveness of the educational process and its results at all levels of education.

RİYAZİYYATIN TƏDRİSİNDƏ MÜASİR TƏLİM METODUNDAN İSTİFADƏ

Həsənova X.S., Səfərli İ.S.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
hesenova_1975@list.ru, i.safarli@mail.ru

Açar sözlər: *məktəb, universitet, təhsil, tələbə, müəllim, riyaziyyat*

Ali və orta məktəbdə təlim işlərinin əsas forması dərsdir. Dərs, təlim prosesində müxtəlif üsulların tədqiq edilməsi üçün əlverişli şərait yaradır. Dərs eyni zamanda tədris prosesində müəllimlərin həlledici rolunu təmin edir. Tədrisin gedişində həlledici qüvvə olan müəllim bu sahədə toplanmış ən qabaqcıl təcrübəyə əsaslanaraq tədris etdiyi fənnin ayrı-ayrı bölmələrini xronoloji ardıcıllıqla tələbələrə çatdırır. Müəllim tədris proqramında nəzərdə tutulan materialları tələbələrə mənimsətmək üçün sistemli şəkildə fəaliyyət göstərməlidir. Riyaziyyatın inkişafını sistemli şəkildə şərh etmək vacibdir. Riyazi anlayışlar arasındakı əlaqələri aydın göstərmək və yeni materialların, anlayışların əhəmiyyətini düzgün izah etmək lazımdır. Bu vacib vəzifəni yüksək səviyyədə həyata keçirmək üçün müəllim müxtəlif üsullardan istifadə etməli və eyni zamanda ən səmərəli yolları axtarmalıdır. Beləliklə, təlim prosesində müəllim riyazi anlayışların mahiyyətinin aydınlaşdırılmasına çalışmalı və ən səmərəli yollarını araşdırmalıdır. Müəllim təlimin gedişində tələbələrin əqli inkişafı ilə yanaşı, onun mənimsədiyi biliyə və yiyələndiyi vərdişlərə əsaslanaraq bu iş üsullarını tədricən mürəkkəbləşdirir.

Hər bir dərsin öz məzmunu, öz tələbləri var. Dərsin mövzusu məşğələnin məqsəd və vəzifələrini müəyyən edir. Müəllim dərsin gedişində mətnin bütün mahiyyətini açmalı və tələbələrə aşılamalıdır. Dərslikdə, dərs vəsaitində və metodik vəsaitdə hər bir mövzu ayrı-ayrı paraqraflara bölünür. Bu paraqraflar problemin bütün mahiyyətini əks etdirir. Məhz buna görə riyaziyyat dərslərində faktik materialları öyrənərkən dərsliklərdə, dərs vəsaitlərində və metodik vəsaitlərdə müəyyən olunan paraqraflara istinad edilməli, onun tələblərinə riayət olunmalıdır. Lakin yaradıcı müəllim mövzunun paraqraflara bölünməsinə dəyişilməz bir məsələ kimi yanaşmamalıdır. Bu bölgüyə yaradıcı yanaşmaq olduqca vacibdir. Burada müəllim riyazi anlayışlara yaradıcı yanaşmaqla tələbələri bu istiqamətə yönəltməlidir.

Müəllimlər tələbələrə hər hansı riyazi anlayışı izah etməklə kifayətlənməməlidirlər. Müəllim tələbələrə riyazi anlayışların yaranmasını, tətbiq sahələrini açmalı, eyni zamanda riyazi anlayışa faktik materiallar əsasında elmi inam yaratmalıdır. Bu inam yalnız riyazi gerçəkliyə, inkarolunmaz faktlara əsaslanmalıdır. Buna görə də hər bir müəllim yalnız dərsliklərdə, dərs vəsaitlərində və metodik vəsaitlərdə şərh olunan təlim materialları ilə kifayətlənməməlidir. O, tədris etdiyi problemlərə, mövzulara aid vəsaitlərə, əlyazmalara və materiallar külliyyatına istinad etməlidir. Müəllim həmçinin fəlsəfi baxışlara malik olmalıdır.

Dərslik, dərs vəsaitləri, metodik vəsaitlər, tədris planı tələbələrin ixtisas xüsusiyyətlərinə uyğun olmalıdır. Dərsin gedişində müəllim tələbələrin keçən dərslərdə əldə etdikləri biliklərinin səviyyəsini yoxlamalı və onu möhkəmləndirməlidir. Bu mühüm vəzifə həyata keçirildikdən sonra yeni materialların tədrisinə başlamalı, mövzuya aid müəyyən edilmiş tapşırıqları verməlidir. Bütün bu proses dərsin təxminən

beş ünsürü çərçivəsində həyata keçirilməlidir. Həmin ünsürlər sorğu, yeni mövzuya keçid, yeni mövzunun şərhi, verilən biliklərin möhkəmləndirilməsi və evə verilən tapşırıqdan ibarət olmalıdır.

Bu ünsürlər dərs üçün ən tipik nümunədir. Lakin bu ünsürlər bütün dərslərəşamil edilmir. Belə ki, sorğu həm seminar-məşğələ dərslərində, həm də yeni dərsə keçid zamanı olur. Müəllim auditoriyanın bütün tələbələrindən soruşmaqla onların biliklərini möhkəmləndirir və yeni mövzuya keçmək üçün zəmin yaradır və yaxud dərsin sonuncu mərhələsində aparılır.

Sorğu zamanı tələbələrin biliyini yoxlamaq mümkündür. Sorğu zamanı tələbələrin həm faktik biliyi, onların yeni materialları dərk etmək qabiliyyəti, problem üzərində işləmək bacarığı artır. Bu məqsədlə müəllim yeni mövzuya keçid üçün təxmini vaxt ayırmalıdır. Bununla belə proqramın məzmununa və mövzunun quruluşuna görə əvvəlki dərslə əlaqə həmişə bu cür yaradıla bilməz. Bir qayda olaraq köhnə dərsdən yeni dərsə keçid müqayisəli şərhlər yolu ilə, ümumiləşdirici izah yolu ilə aparılır. Beləliklə, dərsin keçid mərhələsi müxtəlif üsulla aparıla bilər. Bu mərhələdə ən çətin və ən mürəkkəb vəziyyət yeni problemə, yeni kursa keçid dövründə baş verir. Yeni mövzuya, yeni kursa keçid zamanı əlaqəyə, ardıcıllığa, məntiqliyə diqqət yetirilməlidir. Əks halda tələbələrdə kursun quruluşu, məntiqi davamlığı haqqında səhv təsəvvür yarana bilər. Riyazi anlayışlar arasında əlaqələrin pozulması, bu məsələyə diqqətsizlik ciddi anlaşılmazlığa gətirib çıxara bilər.

Müəllim keçilən mövzuları və riyazi anlayışları dövrün tələbi və qanunauyğunluqları ilə əlaqələndirməlidir. Müəllim ümumiləşdirməyi, mövzu və anlayışları konkret bir şəkildə izah etməyi bacarmalıdır. Əks halda o, mövzu və anlayışların mahiyyətini aydınlaşdıra bilməz. Müəllim dərsin məqsədini aydın müəyyən etməli, bütün səyini məhz buna yönəltməlidir. Ali məktəblərin tərtib etdiyi riyaziyyat proqramlarında verilmiş dərslərin planı əksər hallarda dərsliklərdəki, dərs vəsaitlərindəki və metodik vəsaitlərdəki mövzuların paraqrafları ilə uyğun gəlmir. Bu işdə tələbələr üçün müəllimin şərhindən, planından dərsliyin, dərs vəsaitinin və metodik vəsaitin planına keçmək bir qədər çətin olur. Lakin kursun məzmununu dərindən bilən, baş verən dəyişiklikləri düzgün dərk edən müəllim planda daha səmərəli dəyişikliklər edə bilər. Beləliklə, istər dərslikdə, dərs vəsaitində və metodik vəsaitdə və istərsə də proqramda qeyd olunan paraqraflara dəyişilməz bir hal kimi yanaşmaq olmaz. Dərsi mexaniki ardıcıllıqla şərh etmək, anlayışları bir-birinin ardınca sadalamaq, şübhəsiz ki, ciddi nöqsandır.

Müəllim seçdiyi ixtisasını dərindən bilməli və tələbələrə bilik və bacarıqları aşılamaq üçün öz üzərində müntəzəm olaraq işləməlidir. O, ali məktb dərsliklərindən, müxtəlif dərs vəsaitlərindən, metodik vəsaitlərdən, müxtəlif materiallar külliyatından, elmi əsərlərdən və s. istifadə etməlidir.

Tələbələrin təlim materialını mümkün qədər dərindən mənimsəməsinə nail olmaq üçün tarixi təcrübələrdən, qabaqcıl müəllimlərin iş üsullarından istifadə olunmalıdır. Xüsusilə dəsdə müasir informasiya kommunikasiya texnologiyalarından, əyani vəsaitlərdən istifadə olunmalıdır.

Kursun məzmunundan, onun xarakterindən asılı olaraq tədrisin üsulları da dəyişilməlidir. Bu işdə tələbələrin qavrama qabiliyyətləri də nəzərə alınmalıdır. Dərs eyni üsullarla aparıla bilməz, belə ki, dərsin bütün gedişi zamanı mövzu və anlayışlar üzərində şərhlər aparılmalıdır. Mövzu və anlayışın quru şəkildə əzbərlənmsi, izahsiz və misal nümunəsiz mühazirə mətni, həmçinin nəzəriyyəni sorğu-sual etmədən misallar və məsələlər həlli tədrisin məzmununa ciddi təsir göstərə bilər. Burada tələbələrin diqqəti yalnız bir istiqamətdə - quru əzbərçiliyə yönələ bilər. Eyni zamanda uzun-uzadı şərhlər, misal və məsələ nümunəsiz mühazirələr yorucu diqqətsizliyə gətirib çıxara bilər.

Müəllim tələbələrin diqqətini vaxtında müsahibəyə çevirdikdə auditoriyada ümumi canlanma yarana bilər, tələbələrin dərsin ümumi təhlilində fəal iştirakına səbəb ola bilər. Dərsin gedişi, aparılan müsahibələr tələbələrin ümumi fəallığına və marağına səbəb ola bilər.

Təlim üsullarına gəldikdə o müəllimin bilik dairəsindən, metodik bacarığından, tələbələrin ümumi səviyyəsindən asılıdır. Məsələn, aparılan mühazirələrin gedişini, onun nəticələrini şərh edərkən aparılan şərhlə plan üzərində aparılmalı lazımlı, misal və məsələ həllində lazım olan və diqqəti cəlb edən materiallardan və nümunələrdən istifadə olunmalıdır. Bu zaman müəllim tələbələrdə öyrənilən riyazi anlayışlara maraq və onlara lazım olmalarına inam yaratmalıdır. Eyni üsulları bütün auditoriyalarda tətbiq etmək olmaz. Bəzi auditoriyalarda bu işlər azaldılmalı, əyani vəsaitlərdən istifadə etməyə, müsahibəyə üstünlük verilməlidir. Yəni, hər bir auditoriyanın spesifik xüsusiyyətləri nəzərdən keçirilməlidir.

Tələbələr auditoriyada izah olunan materialları evdə daha dərindən öyrənməlidirlər. Ev tapşırığı verərkən tapşırığın mahiyyətini nəzərə almalı, tələbələrin həmin tapşırığı yerinə yetirə bilməsi imkanları nəzərə alınmalıdır.

Təlimin gedişində əsas mərhələlərdən biri də müəllimin mövzunu şərh etməsidir. Mövzunun izahı müəllimin şərhi vasitəsilə aparılır. Müəllimin şərhi mövzunun təhlili üçün çox vacibdir.

Müəllim ilk növbədə riyaziyyat kursunun fəsilləri, mövzuları və onun paraqrafları üzərində şərhini qurmalıdır. Hər bir mövzunun mətni konkret və aydın bir şəkildə şərh olunmalı, sadə və aydın aşılanmalıdır. Müəllimin izahı ardıcıl, sistemli və məntiqli olmalıdır. Dərsliklərdə, dərs vəsaitlərində və metodik vəsaitlərdə hər bir mövzunun paraqraflarına yaradıcı yanaşmaq olduqca zəruridir. Müəllim şərh etdiyi mövzunun

materiallarını tələbələrə izah edərkən problemə aid dərsliklərdə, dərs vəsaitlərində və metodik vəsaitlərdə olmayan, lakin ona elmi əsərlərdən məlum olan materiallara da istinad edə bilər və etməlidir. Müəllim bu məsələdə də ehtiyatlı olmalı, dərsliklərdə, dərs vəsaitlərində və metodik vəsaitlərdə olan materiallar əsas götürülməlidir. Dərsliklərdən, dərs vəsaitlərindən, metodik vəsaitlərdən və digər elmi əsərlərdən müəllimin gətirdiyi faktlar və misallar dərsin tələbləri səviyyəsinə uyğun olmalıdır. Burada mücərrədliyə, məntiqsizliyə və əlaqəsizliyə yol verilməməlidir. Buna görə də müəllim dərsin və ya mövzunun mətninə nələri əlavə etməyi və burada hansı məsələləri daha geniş izah etməyin zəruriliyini və vacibliyini müəyyən etməlidir. Müəllim elə etməlidir ki, izah etdiyi mövzunun ümumi səviyyəsi dərsliklərdə, dərs vəsaitlərində və metodik vəsaitlərdə göstərilən materialların ümumi məzmunu ilə bir olmalı və bir-birini tamamlamalıdır. Belə olduqda həm müəllimin şərhi, həm də dərsliklər, dərs vəsaitləri və metodik vəsaitlər öz əhəmiyyətini saxlayar, dərsin məqsədi yerinə yetirilmiş olar.

Müəllimin izahı düşünülmüş plan əsasında qurulmalıdır. Müəllimin nəzərdə tutduğu plan dərsliklərlə, dərs vəsaitləri ilə və metodik vəsaitlərlə bir-birilərini tamamlamalıdır.

Lakin müasir dövrdə ənənəvi təlim metodları ilə yanaşı, interaktiv təlim metodlarından da istifadə edilir. Bu baxımdan dərsliklərdəki, dərs vəsaitlərindəki və metodik vəsaitlərdəki faktik materialların interaktiv metodlarla öyrənilməsi təlim keyfiyyətinin yüksəldilməsinə ciddi təsir göstərir.

İnteraktiv təlim metodları müəllimin iştirakı ilə tələbələrin müxtəlif informasiya mənbələri (dərslik, dərs vəsaitləri, metodik vəsaitlər, elmi nəşrlər, internet materialları və s.) və ya bir-biri ilə qarşılıqlı fəaliyyət prosesində yeni biliklər əldə etməyə imkan verən təlim üsullarının məcmusudur. İlk dəfə Avropada Britaniya alimi Con Raven tərəfindən təhsil məqsədlərinin vacibliyi ilə bağlı eksperiment keçirilmişdir. O, oğlanlar, qızlar və müəllimlər arasında sorğu keçirmiş, özünəinam, təşəbbüs, islahatçılıq istedadlarını üzə çıxarmaq bacarığı formalaşdırmaq, müxtəlif məsələləri müzakirə etmək, diskussiya dərslər keçirmək, əldə olunmuş bilik və vərdişlərdən yeni problemlərin həllində istifadə etməyi öyrətmək kimi məsələləri araşdırmışdır. Testlərin nəticələrindən belə məlum olmuşdur ki, tələbələr məktəbdə, yəni universitetdə tədris olunan, onlara təklif olunan biliklərə can atırlar. Universitetdə tələbələr hazır bilik və ifadələri çox vaxt əzbərləməyə məcbur olurlar. Buna görə də onların müstəqil öyrənmək həvəsi olmur. Tədrisin interaktiv metodikası isə tələbələrin təlimin əsas məqsədləri sırasında qeyd edilən bacarıq və vərdişlərin əldə olunmasını nəzərdə tutur.

Yuxarıda qeyd olunan məlumatlar bütün dünyada məktəb təhsil sisteminin əsaslı islahata ehtiyacı olduğunu göstərir. Azərbaycanda həyata keçirilən islahat haqlı olaraq əsasən tələbələrə universitetdə dərslik, dərs vəsaiti və metodik vəsaitlər üzərində sərbəst işləmək, təhlil və müstəqil nəticələr çıxarmaq, bilik, bacarıq və vərdişləri inkişaf etdirmək kimi məsələləri vacib sayır.

Universitetdə riyaziyyat tədrisinin əsas məsələləri tələbələri riyaziyyatın ilkin anlayışları ilə tanış etmək, onları ali riyaziyyat elementləri ilə işləməyə və öyrənməyə hazırlamaq, gələcəkdə müəllim işləməyə hazırlamaq, həmçinin insan cəmiyyəti inkişafının əsas prosesləri ilə tanış etmək, tələbələrdə riyazi anlayışları təhlil etmək və şəxsiyyəti formalaşdırmaqdır. Tələbələr keçmiş və müasir dövr riyaziyyatını müstəqil təhlil edərkən səbəb və nəticələri əlaqələndirərək, faktik materialları ümumiləşdirməlidirlər. Riyazi biliklərin öyrənilməsində əldə olunan biliklərdən istifadə, müasir cəmiyyətin vəziyyətini təhlil etmək bacarığını inkişaf etdirmək lazımdır. Gənc Azərbaycan vətəndaşına həmçinin vətənə məhəbbət hissini yüksək səviyyədə aşılamaq vacibdir.

İnsan həyatının mərhələlərinin xüsusiyyətlərini bilmədən məktəbdə, universitetdə müəllim işləmək olmaz. Yaş psixologiyası hər bir insanın müəyyən yaş mərhələlərini öyrənən bir neçə bölmədən ibarət elm sahəsidir və həyatın müxtəlif yaş dövrlərində normal insanın psixi inkişaf qanunauyğunluqlarını öyrənir.

Tələbələrin bizi maraqlandıran yaş dövrü 16-dan təxmini 25-ə kimidir. Psixoloqlar insanın həyatında bu yaş dövrünü də iki hissəyə bölürlər. Bizi maraqlandıran yaş dövrü 16-20 yaş universitet, ali məktəb yaş dövrü – insan həyatında ən sabit dövrlərdən biri sayılır. Böyüklər uşaqlarla münasibətdə demək olar ki, heç bir yeni problemlərlə qarşılaşmırlar. Bu dövrdə uşaqlarda hazırcavablıq yaranmış, onlar asanlıqla və həvəslə öyrənirlər, reallığı, təsəvvürlərinə uyğun gələn nəticəni aldıqda çox məmnunluq duyurlar. Məhz bu dövrdə onlar özlərini yaşlarından böyük aparırlar.

Əlbəttə, bəzi qrup tələbələrinin təcrübəsində müvəffəqiyyəti təkcə bilik həll etmir. Müəllimin aqidəliyi, səmimiliyi, prinsipiallığı, ədalətli olması, açıq danışması və həqiqəti deməsi, onun baxışlarının, hərəkətlərinin ciddiliyi müstəsna əhəmiyyətə malikdir.

Yeniyetməlik dövrü həyatın elə bir mərhələsidir ki, insanda başqaları ilə ünsiyyət öz-özünə norma və üsulları ilə formalaşır.

Hazırda yeni dərsliklər, dərs vəsaitləri və metodik vəsaitlər hazırlanmış və həmin dərsliklər, dərs vəsaitləri və metodik vəsaitləri təlimin interaktiv metodlarla təşkilinə imkan verir.

Riyaziyyatın tədrisi keyfiyyətini yüksəltmək üçün müəllimin təlim metodlarının mahiyyətinə dərindən bələd olması vacib şərtlərdən biridir və bu tələbələrdə demokratik cəmiyyət vətəndaşı üçün tələb olunan sosial və intellektual vərdişlərin inkişafına kömək edir.

Müasir təlim metodlarına rollu oyunlar, birgə qrup işi, modelləşdirmə, diskussiyalar və qrup layihələri daxildir. Bu cür metodlar tələbələrdə nəinki riyaziyyata marağı artırır, həm də daha dərindən

mənimsəməni, vətəndaşlıq vərdişlərinin tərbiyələndirilməsi və demokratik dəyərlərə bağlılığı təmin edir. Müasir dərs Azərbaycan məktəblərində hələ də üstün mövqedə duran ənənəvi dərslə müqayisədə bir sıra fərqli xüsusiyyətlərə malikdir.

Müasir dərsin aşağıdakı xüsusiyyətləri vardır:

1. Diqqət ilk növbədə tələbənin şəxsiyyətinin formalaşmasına yönəlir.
2. Müəllim təlim prosesində tələbələrin məsləhətçisi və köməkçisi kimi çıxış edir.
3. Müəllim və tələbə arasında əməkdaşlıq tələbələrin dəlillərinə və fəaliyyətinə böyük kömək edir.
4. Təlim prosesində yeni materialın nisbətən kiçik həcmi tələbələrin idrak fəallığı nəticəsində dərsdə əsas faktların, səbəb-nəticə əlaqələrinin tələbələr tərəfindən ilkin mənimsənilməsinə imkan verir.
5. Ən mühüm tələb ayrı-ayrı dərslərin əvvəlki və sonrakı dərslərlə sıx əlaqəsinin həyata keçməsindən ibarətdir.
6. Dərsin keyfiyyəti təkcə müəllimin hazırlığından və onun dərsdəki fəaliyyətindən asılı deyil, həm də tələbələrin bununla sıx əlaqədə olan hazırlığından və dərsə ümumi həvəsindən asılıdır. Dərsin səmərəli və keyfiyyətli olması üçün müəllim tərəfindən nəzərdə tutulmuş təlim-tərbiyə məqsədlərinin dərsdə müvəffəqiyyətlə həyata keçirməsindən ibarətdir.
7. Ekskursiya dərslərini həm yeni materialları öyrətmək, həm də keçirilmiş materialları təkrarlamaqla keçirmək olar.
8. Kompüterdən və informasiya telekommunikasiya texnologiyalarından istifadə etməklə keçirilən dərslər, dərs ekskursiyalar və s. dərslərin özünəməxsus xüsusiyyətləri olur.

Təcrübə göstərir ki, təlim prosesində tələbələrin fəallığını artırmaq üçün mətn üzərində işin təşkilinə xüsusi diqqət yetirilməli, müasir təlim metodlarından məqsədəuyğun istifadə olunmalıdır.

Ədəbiyyat

1. Чекалева Н.В. Теоретические основы учебно-методического обеспечения процесса изучения педагогических дисциплин в педагогическом вузе: Дис. … д-ра пед. Наук: СПб, 1998, 426 с.
2. Земцова В.И. Адаптация студентов педагогических специальностей к профессиональной деятельности: Монография / Под ред.В.И.Земцовой.- Орск: Издательство ОГТИ, 2003, 307 с.
3. Кандыбович Л.А. Психология высшей школы: Учеб. Пособие для магистров пед. Спец. Вузов / М.И.Дьяченко, Л.А.Кандыбович.-Минск: Тесей, 2003, 352 с.
4. Большой энциклопедический словарь. – 2-е изд., переработанное и дополнен. М.: Большая Российская энциклопедия; СПб.: Норинт, 1997, 952 с.
5. Mehrabov A.O. Azərbaycan təhsilinin müasir problemləri. Bakı, “Mütərcim”, 2007.
6. Mərdanov M.C. Azərbaycan təhsili islahat yollarında: uğurlar, problemlər, vəzifələr. Bakı, 2001.
7. Qədimova X. İnteraktiv təlim metodları və onların tətbiqi yolları. Bakı, 2003.
8. Шарыгин И.Ф. Математическое образование: вчера, сегодня, завтра. Москва, 2001.

РЕЗЮМЕ

ПРЕПОДАВАНИЕ МАТЕМАТИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ

Гасанова Х.С., Сафарли И.С.

***Ключевые слова**: школа, университет, образование, студент, преподаватель, математика*

Представленная статья посвящена вопросам использования традиционного и современного методов обучения в процессе организации работы с текстом при преподавании на уроках элементарной математики.

SUMMARY

USING NODERN TRAINING METHODS IN THE TEACHING OF MATH

Hasanova Kh.S., Safarli I.S.

***Keywords:** school, university, education, student, teacher, mathematics*

The presented article is about using of traditional and, methods of teaching at the presses of organization of working on the texts while teaching the mathematics.

RİYAZİ TƏHSİLİN İNKİŞAFINDA İNNOVATİV PROSESLER VƏ MÜƏLLİM HAZIRLIĞI

Həsənova X.S., Heydərova M.N.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

hesenova_1975@list.ru , meftun.heyderova.82@mail.ru

***Açar sözlər:** innovativ proses, riyazi təhsil, davamlı inkişaf, riyaziyyat müəllimi.*

İnnovasiya tədris və öyrənmədə mövzunu tamamilə yeni səviyyəyə qaldıra bilən çox mühüm prosesdir. Bu proses vaxt keçdikcə yeniləndiyindən vaxt itirmədən yeni fəaliyyət planı yaratmaq və bu planı həyata keçirməyə başlamaq lazımdır. Bu həm də məktəb mühiti kimi formal şəraitdə işin təşkilinin yeni üsulları deməkdir. İnnovasiya tədrisin başlanğıc nöqtəsindən fərqləndirilməsində mühüm rollara malikdir.

Məktəb proqramının ayrılmaz hissəsi olan riyaziyyatın bugünkü inkişaf və davamlılıqda gözlənilən sürətə çatması üçün yenilikçi yaxınlaşmalara ehtiyac duyulur. Əslində, riyaziyyatın öyrədilməsi və öyrənilməsi ürəkaçan nəticələr vermirsə, innovativ fəaliyyətlər məlumatların açılmasına və daha fərqli şəkildə seçilməsinə kömək edə bilər. Məqalədə müzakirə olunan konsepsiya şagirdləri riyaziyyatı öyrənməyə həvəsləndirmək üçün təhsilin istənilən səviyyəsinə tətbiq oluna bilər.

İnnovasiyanı gündəlik sinif fəaliyyətlərinin bir hissəsinə çevirmək riyaziyyat müəllimlərindən şüurlu və yaradıcı səylər tələb edir. İnnovasiya sadəcə olaraq davamlı olduğu üçün bir prosesdir. O, həmçinin müəyyən bir metodologiya ilə müəyyən edilə, strategiyalaşdırıla və ya təşkil edilə bilər. Yeniliklər təsadüfən baş verdikdə, bu, özü ilə birlikdə bəzi riskləri də gətirir və gözlənilən nəticəni verə də bilər, verməyə də. (Naqshbands & 2011). Bununla belə, riyaziyyatın öyrədilməsi və öyrənilməsi prosesində cəmiyyətdə baş verən yeniliklər və texnoloji inkişafın sürətli inkişafı, eləcə də onu təmin etmək üçün təhsil sisteminin inkişaf etməsi vacib hesab edilməlidir.

İnnovasiya riyaziyyat müəllimlərinin şagirdlərdə onların öz gələcəklərini necə yaratdıqlarını göstərir. Səmərəli innovativ fəaliyyət prosesləri nəzərdə tutulan innovasiya üçün məqsəd və vəzifələrin müəyyən edilməsini əhatə edir ki, bu, onun tətbiqlərində qəbul ediləcək risklərin azaldılmasını, eləcə də qiymətləndirmə metodunu ifadə etsin (Beltz, 2011). Məktəblərdə həyata keçiriləcək hər hansı yenilik, ölçülə bilən məqsədlərə nail olmaq üçün şagirdlərin yaşına uyğun və etibarlı olmalıdır. Bununla belə, riyaziyyatın tədrisində və öyrənilməsində hər hansı bir yeniliyin texnologiyadakı mövcud tendensiyaya uyğunlaşa bilməsi üçün zaman-zaman təkmilləşdirilməsi vacibdir.

Riyaziyyat dərslərinə aid olan innovativ proseslərə sinifdə riyaziyyat mövzularının tədrisində istifadə olunan metodologiyalar, riyaziyyatın məzmunu və materiallarının təşkili, eləcə də riyaziyyat dərslərinin məzmununu əhatə edən metodik vəsaitlər daxildir. Bu sahələrdəki yeniliklər şagirdlərin yaş və bilik səviyyələrinə, onların intellektual inkişafına və fiziki mühitlərinə uyğun olan tədris yanaşması və metodlarını əhatə edir. Bunlara əvvəllər riyaziyyatdan öyrənilmiş və ya növbəti sinifdə öyrəniləcək mövzularla bağlı şagirdlərə təqdim olunan məsələlərin həlli yollarını tapmaq üçün xüsusi olaraq strukturlaşdırılmış problem əsaslı öyrənmə daxildir. Bundan başqa şagirdləri tənqidi düşünməyə, eləcə də riyaziyyat dərsi zamanı İKT-dən istifadə etməyə və fərdi və ya qruplar şəklində ev tapşırıqlarının verilməsinə cəlb edən gündəlik həyatda aktiv öyrənmə fəaliyyətləri də innovativ proseslərə daxildir.

Riyaziyyat fənni məktəb proqramlarında əsas fənlərdəndir. Eyni zamanda, bu fənn riyaziyyat müəllimlərinin hazırlayan universitet və kolleclərdə də tədris olunur. Riyazi təhsil hesablama vərdişləri və fərdin kəmiyyət qabiliyyətinin inkişafı sayəsində ibtidai məktəbdən yetkinlik yaşına qədər bütün həyat boyu lazım olan təhsildir. Ali təhsil səviyyəsinə qəbul üzrə bir çox ixtisaslar, hətta sosial elmlər tələb edən bəzi ixtisaslar da qəbul üçün əsas tələb kimi riyazi bilik tələb edir.

Riyaziyyat rəqəmlər və digər ölçülə bilən kəmiyyətlər arasındakı əlaqəni təsvir etdiyi üçün və ibtidai məktəbdən orta və ali təhsil səviyyələrinə qədər tədris olunan məcburi fənn olduğundan, biliklərin mənimsənilməsində əsas rol oynayır [1].

Riyaziyyat müəllimlərinin səyi ilə riyaziyyat hər bir fərddə gündəlik istifadə etdiyi sayma, zaman, məsafə, çəki, ölçmə, məhsulların satışı və alışı kimi həyati vacib vərdişləri formalaşdıraraq onları həyata hazırlayır. Hətta gələcəkdə evdar qadın ola biləcək qızlar və xanımlar da vacib riyazi biliyi olmadan dolğun həyat sürə bilməzlər, çünki onlar həm də ev işlərində istifadə olunacaq əşyaların miqdarı, əşyaların ölçüləri, məhsulların alınması, ölçülməsi, təqribi hesablanması və qiymətləndirilməsindən istifadə edəcəklər. Riyaziyyat insan həyatının bütün sahələrində problemlərin həlli üçün bir vasitədir.

Demək olar ki, həyatın elə bir sahəsi yoxdur ki, istər fərd, istər ailə, istər biznes, istər iqtisadi, tibb, mühəndislik, elm, texnologiya, kommunikasiya, sosial, qlobal və bir çox başqa sahələr olsun ki, orada riyazi biliklər aktual olmasın. Beləliklə, cəmiyyətdə sürətlə inkişaf edən texnologiyanın tempinə yetişmək, eləcə də riyazi təhsildə yeniliklərin nəzərdə tutulan artımını davam etdirmək üçün hər bir fərdin faydalı və məhsuldar yaşamağa hazırlanmasında riyaziyyat müəllimlərinin töhfələrini qiymətləndirməmək olmaz [2].

Riyaziyyatın tədrisində keyfiyyətin artmasına səbəb ola biləcək innovativ fəaliyyətlərdən həzz almaq üçün həm riyaziyyat müəllimləri, həm də şagirdlər riyaziyyatın izlənilməsi və öyrənilməsində ənənəvi tədrisi müasirləşdirməyə hazır olmalı və bunu qəbul etməlidirlər. Əslində, yalnız şüur dəyişikliyə hazır olduqda, ağıla yeni ideyalar gəlir, nəticədə sinifdə tədris olunacaq hər hansı riyaziyyat mövzusuna tətbiq olunacaq yaradıcı xarakterli fəaliyyətlər və yeniliklər yaranır.

İnnovasiyanı həyata keçirənlər tərəfindən yeni və ya fərqli olaraq qəbul edilən bir şey etməklə təhsilin təkmilləşdirilməsi cəhdi kimi müəyyən etmək olar. İnnovasiya bəzən dəyişiklik sözü ilə əvəzedici mənada istifadə olunur, çünki bu, işin adi üsulunun dəyişdirilməsi ilə əlaqədardır. Qarşıya qoyulmuş məqsədlərə çatmaq üçün müxtəlif yollarla işlər görmək, sadəcə olaraq, innovativ olmaqdır. Son bir neçə onillikdə təhsildə innovasiyalara misal olaraq riyaziyyat oyunları, tapşırıq əsasında riyaziyyatın tədrisi, təlim materiallarında dəyişikliklər, texnoloji inkişaflar, məsələn, kompüter - riyaziyyatın tədrisində və öyrənilməsində kompüter tərəfindən idarə olunan təlimatların istifadəsi kimi yeni pedaqoji yanaşmalar daxildir.

Riyaziyyat müəllimi kimi yenilikçi olmaq üçün böyük fikir, yaradıcı təfəkkür, çalışqanlıq, planlaşdırma hazırlığı, müəyyən qərarlar və həyata keçirməkdən irəli gələn düşünülmüş səy tələb olunur. İdeyalar gözlənilən nəticəni vermədikdə təslim olmamaq və onu doğrultmaq üçün yenidən cəhd etmək lazımdır. İnnovasiya təbiətcə kəmiyyət xarakterlidir, tədqiqata əsaslanır və icrada ardıcıldır. O, bilinənlərə və öyrəniləcək yeni şeylərə diqqət yetirir. Həmçinin, yeni ideyanın məhdudiyyətləri istisna oluna bilməz, çünki o, orijinaldır və onun çətinlikləri, məhdudiyyətləri və qəbulu yenidir. Gözlənilən obrazın və ya modelin zehni ideyası və ya şəkli sonrakı mərhələlərə keçməzdən əvvəl ilk növbədə düşüncə sferasında yaradılmalıdır [3].

Nəticəyönümlü bir innovasiya üçün zəruri olan mühüm xüsusiyyət, mövcud olan vəziyyətin dəyişdirilməsi və ya indiyə qədər həyata keçirilən üsullardan başqa müxtəlif yollarla işlərin görülməsində olan dəyişiklikdir. Riyaziyyatın tədrisində və öyrənilməsində riyaziyyat müəllimi sinifdə gündəlik istifadə olunan metodologiyaları dəyişdirməyə hazır olmalıdır, xüsusən də bu tədris metodu şagirdlərin sinif təcrübəsindən gözlənilən nəticəni vermədikdə.

Dəyişikliklərin bəziləri tədris olunacaq dərsin mövzusundan asılı olaraq sinif daxilində, bəziləri isə açıq havada ola bilər. Yenilik bir proses olduğu kimi, dəyişiklik də bir prosesdir. Dəyişiklik ilk növbədə riyaziyyatda tədris olunacaq hər hansı mövzu haqqında müəllimin fikirlərindən, mövzunun ən yaxşı şəkildə necə öyrədilməsindən, müəllimin tədris metodunun qiymətləndirilməsindən və riyaziyyat dərsində öyrənilənlərin yadda saxlanılması kimi şagirdlərin öyrənmə təcrübələrindən başlamalıdır. İnnovativ dəyişiklik şagirdlərin əvvəlki imtahanlarda zəif nəticə göstərməsi kimi daxili təsirlərdən və ya riyaziyyatın tədrisi və öyrənilməsinin keyfiyyətinə təsir edən sosial texnoloji inkişaflar kimi xarici təsirlərdən yarana bilər.

İnnovasiyaların idarə edilməsi çox vacib bir məsələdir, çünki təhsilin inkişafı bundan asılıdır. Təhsil islahatlarının uğursuzluq dərəcəsi göstərir ki, təhsildə dəyişikliklərin idarə edilməsi prinsipləri və praktikasının yaxşı başa düşülməsi və həyata keçirilməsi riyazi təhsilə böyük töhfə verəcəkdir.

Ədəbiyyat

1. Akramova G.R. Effective methods for developing critical thinking in students. International scientific review of the problems of pedagogy and psychology (Boston, USA - 19 April, 2018).
2. Нахман А.Д. Инновационные технологические приемы обучения математике // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 11. – С. 92-95
3. Heydarova, M. N. Mastering interactive math teaching tools and the possibilities of their use / M. N. Heydarova, U. S. Aliyeva // Scientifik news. Series for Social and Humanitarian Studies. – 2021. – Vol. 17, No. 1. – P. 82-85. – EDN ABWWQL.

РЕЗЮМЕ

ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ПОДГОТОВКА ПЕДАГОГОВ В РАЗВИТИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Гасанова Х.С., Гейдарова М.Н.

Ключевые слова: *инновационный процесс, математическое образование, устойчивое развитие, учитель математики.*

Технологии информационного общества, в том числе постоянно возрастающие ресурсные возможности интернета, вносят серьезные изменения в содержание и организацию образования. Но как человеческим, так и экономическим ресурсам сложно адаптироваться к новым технологиям и оставаться на шаг впереди развития. В этой статье обсуждается инновационный процесс в преподавании и обучении математике с целью обновления знаний учителей математики для достижения образовательных инноваций и устойчивого развития.

SUMMARY

INNOVATIVE PROCESSES AND TEACHER TRAINING IN THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS EDUCATION

Hasanova Kh.S., Heydarova M.N.

Keywords: *innovative process, mathematical education, sustainable development, mathematics teacher.*

The technologies of the information society, including the ever-increasing resource capabilities of the Internet, make serious changes in the content and organization of education. But it is a challenge for both human and economic resources to adapt to new technologies and stay one step ahead of development. This article discusses an innovative process in mathematics teaching and learning with the aim of updating the knowledge of mathematics teachers to achieve educational innovation and sustainable development.

ÇOXHƏDLİLƏRİN MÜXTƏLİF MƏSƏLƏLƏRİN HƏLLİNƏ TƏTBİQİNİN FƏRQLİ METODİKALARI

Nəsirova L.V., Babayeva Ü.R.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
leyla.ashurova25@gmail.com, ulker_b@bk.ru

Açar sözlər: *çoxhədli, üçhədli funksiya, rasional funksiya, bərabərlik, polinom*

Orta məktəb riyaziyyat kursunda çoxhədlinin ən sadə, kiçik tərtibdən olan növləri araşdırılır. Bu baxımdan kvadrat üçhədli funksiyası araşdırılıb və onun müəyyən tətbiqləri öyrənilib. Ancaq daha yüksək tərtibdən və qeyri-standart çoxhədlilərin praktikada, olimpiada yarışmalarında tətbiqi və araşdırılmasına aid məsələlər [1] xüsusi yer tutur.

Məqalədə mürəkkəb şəkildə verilmiş çoxhədlilərin müxtəlif növləri araşdırılacaq və onların müəyyən məsələlərin həllinə tətbiqi öyrəniləcək.

Məsələ 1. Verilmiş çoxhədlinin (çoxhədli funksiyanın) tək dərəcədən olan qüvvətlərinin əmsalları cəmini tapın.

Həllin araşdırılması: Fərz edək ki, verilmiş çoxhədli və ya çoxhədli funksiya

$f(x) = (x^2 + 2x + 2)^{1969} + (x^2 - 3x - 3)^{1969}$ [2] şəklindədir

Əvvəlcə ixtiyari tərtibdən olan $F(x)$ çoxhədlini götürək:

$$F(x) = A_0x^n + A_1x^{n-1} + A_2x^{n-2} + \cdots + A_{n-1}x + A_n \qquad (*)$$

F(1) ilə, yəni *x=1* qiyməti üçün hesablasaq,

$F(1) = A_0 + A_1 + A_2 + \cdots + A_{n-1} + A_n$ (1) bütün əmsalların cəmi olacaq. Əgər (*) bərabərliyində *x=-1* qəbul edib, çoxhədlinin *F(-1)* -qiymətini hesablasaq, onda *F(-1)* – cüt və tək dərəcəli hədlərin əmsalları fərqi olar.

Əgər cüt dərəcəli hədlərin əmsalları cəmini $u$ilə, tək dərəcəli hədlərin əmsalları cəmini v ilə işarə etsək, aşağıdakı münasibətləri almış olarıq:

$$\left.\begin{matrix} u + v = F(1) \\ u - v = F(-1) \end{matrix}\right\} \qquad (1)$$

Bu sadə sistemləri həll edib:

$u = \frac{F(1)+F(-1)}{2}$ və $v = \frac{F(1)-F(-1)}{2}$ olduğunu müəyyən etmiş oluruq.

İndi ümumi şəkildə əldə etdiyimiz bu nəticəni verilmiş məsələyə tətbiq etməyə çalışaq.

$f(x) = (x^2 + 2x + 2)^{1969} + (x^2 - 3x - 3)^{1969}$ çoxhədlisində $f(1)$ və $f(-1)$ xüsusi hallarını tapaq. Məlumdur ki, $f(1) = 0$ və $f(-1) = 2$ olar. Yəni, (1) tənliklər sistemi bu məsələ üçün $\left.\begin{matrix} u + v = 0 \\ u - v = 2 \end{matrix}\right\}$ kimi olacaq və buradan da $v = 1$ olduğu məlum olur. Yəni, $f(x) = (x^2 + 2x + 2)^{1969} + +(x^2 - 3x - 3)^{1969}$ çoxhədlisinin tək qüvvətdən-dərəcədən olan əmsalları cəmi göründüyü kimi $v = 1$ olar.

Diqqət etsək, görərik ki, əgər yuxarıda verilmiş metodikanı tətbiq etmədən, kifayət qədər böyük qüvvət üstü ilə verilmiş (1969) çoxhədlilər üçün onun cüt və ya tək dərəcəli hədlərinin əmsallarının cəminin tapılması elə də asan bir məsələ deyildi. Ancaq bu məsələdə tətbiq edilən metodika öz məzmunu baxımdan mürəkkəb olmasa da tətbiqi baxımdan çox əhəmiyyətli olması sübut olundu. Oxşar metodikanı tətbiq etməklə

$$f(x) = (x^4 - x + 1)^{1001} + (x^5 - x - 1)^{1001}$$

çoxhədlisinin cüt dərəcədən olan hədlərinin əmsallarının cəmini hesablamaq olar.

İndi isə məzmunca və metodiki yanaşma baxımından da daha fərqli olan, yeni bir məsələyə çoxhədlilərin tətbiqini istifadə edərək, verilmiş məsələni həll etməyə çalışaq:

Məsələ 2: Tam rasional funksiya olaraq, elə p(x) çoxhədliləri tapmaq lazımdır ki,

$x \cdot p(x - 1) == (x - 3)p(x)$ (2) münasibətini ödəsin.

Həllin axtarışı: əvvəlcə onu qeyd etmək yerinə düşərdi ki, xarici ölkə riyaziyyat proqramlarında çoxhədlilər, onlarla bağlı müxtəlif məzmunlu məsələlərə çox yer verilir. Bu ən çox onunla bağlıdır ki,

çoxhədli mövzusu, həm iqtisadiyyatda, həm istehsalatda, zavod və fabriklərin ən müxtəlif sahələrində olan problemlərin həllinə tətbiq edilə bilir. Bizdə isə bu mövzu bir qədər kölgədə qalan mövzulardandı. Bu mənada verilmiş məsələdə çoxhədli (polinom) əmsallarına görə araşdırılmalıdır.

Yenə də, ilk öncə ümumi hala baxaq:

$\boldsymbol{Ax^2 + Bx + C}$ – çoxhədlinin əmsallarını müəyyən etmək üçün məlumdur ki, bu çoxhədlinin hər hansı üç $\boldsymbol{x_1, x_2, x_3}$ qiymətlərində onun bərabər olduğu $\boldsymbol{y_1, y_2, y_3}$ nəticələrini bilmək kifayətdir. Yəni aşağıdakı sistem tənliyi həll etsək, yetər:

$$\left.\begin{aligned} Ax_1^2 + Bx_1 + C = y_1 \\ Ax_2^2 + Bx_2 + C = y_2 \\ Ax_3^2 + Bx_3 + C = y_3 \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

və məlumdur ki, (3) sisteminin həlli varsa, o yeganədir. Bu mənada əgər bizə verilmiş çoxhədlinin dərəcəsi 3 olarsa, onda (3) sistemi 3-cü dərəcədən və arqumentin dörd qiyməti üçün yazılmış 4 sayda tənliklərdən ibarət olacaq və sair. Yəni, çoxhədlinin dərəcəsi artıqca, onun əmsallarının tapılması üçün tələb olunan (3) şəklində olan sistemdə tənliklərin sayı və tənliyin dərəcəsi çoxhədlinin dərəcəsindən 1 vahid böyük olacaq.

Qeyd olunan son ümumi nəticəni verilmiş məsələyə tətbiq etməyə çalışaq. Bunun üçün $x \cdot p(x-1) = (x-3)p(x)$ bərabərliyində

1) $x = 0$ qəbul edək. Onda

$0 \cdot p(-1) = -3 \cdot p(0)$ alarıq və buradan da $p(0) = 0$ olduğu məlum olur.

2) indi isə $x = 1$ qiymətini nəzərə alaq:

$1 \cdot p(0) = -2 \cdot p(1)$ olar və buradan da $p(1) = 0$ olduğu məlum olur.

3) $x = 2$ olsa, $2 \cdot p(1) = -1 \cdot p(2)$ və $p(2) = 0$ olar.

4) $x = 3$ olsaydı, $3 \cdot p(2) = 0 \cdot p(3)$ olar və buradan da $3 \cdot 0 = 0 \cdot p(3)$ alırıq və $p(3)$ seçilməlidir. Analoji yolla alarıq ki, $p(4)$, $p(5)$, $p(6)$ və s. qiymətlərinin hesablanması üçün $p(3)$ əvvəlcədən seçilməli və yaxud müəyyənləşdirilməlidir.

Məsələdə verilmiş $p(x)$ çoxhədlisi x-in $0,1,2$ qiymətlərində sıfıra çevrildiyini nəzərə alsaq, onu aşağıdakı kimi yaza bilərik:

$$p(x) = x \cdot (x-1)(x-2) \cdot Q(x) \quad (4)$$

Yəni, $x = 0, x = 1, x = 2$ verilmiş $p(x)$ çoxhədlisinin kökləridir, $Q(x)$ $P(x)$-dən 3 tərtib kiçik və x-in 2-dən böyük tam qiymətlərində kökünün olub-olmaması məlum deyil.

$Q(x)$ çoxhədlisini müəyyən etmək üçün (4) münasibətini (2)-də nəzərə alaq

$$x(x-1)(x-2)(x-3) \cdot Q(x-1) = (x-3) \cdot x \cdot (x-1)(x-2) \cdot Q(x)$$

və buradan maraqlı bir nəticə alırıq ki,

$$Q(x) = Q(x-1) \quad (5)$$

Bu isə o deməkdir ki, $Q(x)$ çoxhədli üçün $Q(0) = Q(1) = Q(2) = Q(3) = \cdots$ münasibəti doğrudur. Burada çoxhədlilərin çox mühüm bir xassəsini bilmək və bu hala tətbiq etməyimiz mütləqdir. Həmin xassə ondan ibarətdir ki, əgər çoxhədli (polinom) arqumentin sonsuz sayda qiymətlərində aldığı qiymət eynidirsə, yəni dəyişmirsə, onda, çoxhədlinin qiyməti *x* arqumentindən asılı deyil, bu isə yalnız *0*-dərəcədən *(n=0)* olan çoxhədli üçün doğru ola bilər [3]. Yəni $Q(x)$-çoxhədlisinin sabit ədəd olduğu müəyyən edilmiş olur.

Beləliklə, verilmiş $p(x)$– polinomunu $p(x) = A \cdot x(x-1)(x-2)$ kimi yaza bilərik. A - sabit ədəddir.Məsələ həll olundu. Yəni verilmiş şərti ödəyən çoxhədlinin ümumi düsturu alındı.

Ədəbiyyat

1. Туманов С.И. Поиски решения задач. М.: Просвещение, 1969, 280 с.
2. İbrahimov Ə.Y., Kreymer A.Y., Sadıqov S.N. və başqaları. Çətinlik dərəcəsi yüksək olan riyaziyyat məsələlərinin həlli üzrə praktikum. Bakı, 1975, 149 s.
3. Yaqubov . M.H. və başqaları. Riyaziyyat. Məsələ və misallar. Bakı: Çaşıoğlu, 2009, 543 s.

РЕЗЮМЕ

РАЗНЫЕ МЕТОДОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОМЕРНОСТИ К РЕШЕНИЮ РАЗНЫХ ЗАДАЧ

Насирова Л.В., Бабаева У.Р.

Ключевые слова: *многочлен, трехчленная функция, рациональная функция, неравенство, полином.*

В работе исследуются различные виды полиномов, заданных комплексно. Изучено их применение для решения некоторых вопросов.

SUMMARY
DIFFERENT METHODOLOGIES OF APPLICATION OF MULTIDIMENSIONS TO THE SOLUTION OF DIFFERENT PROBLEMS
Nasirova L.V., Babayeva U.R.

Keywords: *polynomial, trinomial function, rational function, inequality, polynomial.*
Various types of polynomials given in a complex manner are investigated in the work. Their application to the solution of certain issues has been studied.

RİYAZİYYATDA ÜMUMİLƏŞDİRMƏ METODU

Novruzova X.T.
Bakı Slavyan Univeristeti, Bakı, Azərbaycan
novruzovaxumar@gmail.com

Açar sözlər: *riyaziyyat, ümumiləşdirmə metodu, çoxluqlar nəzəriyyəsi, cəbr, qrup.*

Riyaziyyatda ümumiləşdirmə metodu və onun tətbiqi məsələləri həmişə diqqət mərkəzində olmuş, geniş mənada çoxluq, cəbri strukturlar, xüsusi halda isə müstəvi fiqurları, fəza fiqurları, ədədi çoxluqlar (N, Z, Q, R, C) və s. kimi anlayışlarla öyrənilmişdir. Ümumiləşdirmənin özünü ən qabarıq şəkildə göstərdiyi sahə məhz cəbri strukturlardır.

Hilbertə görə, klassik çoxluqlar nəzəriyyəsi və bu nəzəriyyəyə əsaslanmış cəbri strukturlar nəzəriyyəsini reallıqda mövcud olmayan (abstrakt) sözlərdən ibarət konstruksiya kimi nəzərdən keçirmək olar. Keçən əsrin əvvəllərində yazılmış "Riyaziyyatın elementləri" adlı 40 cilddən ibarət olan kitablarda çoxluqlar nəzəriyyəsi elementləri, cəbr, topologiya, həqiqi dəyişənli funksiyalar nəzəriyyəsi və s. haqqında məlumat verilir.

Müasir riyazi nəzəriyyənin çoxluqlar nəzəriyyəsi əsasında qurulması ideyası ilk əvvəllər riyaziyyatçılar tərəfindən kəskin etirazlara səbəb olsa da, hazırda bunu riyaziyyatın uğuru kimi qiymətləndirmək olar. G.Kantorun təklif etdiyi bu nəzəriyyə XIX əsrdə riyaziyyatın güclü inkişafına səbəb olmuş, bir çox yeni elm sahələrinin yaranmasına imkan yaratmışdır. Qədim dövrlərdən başlayaraq insanlar obyektlərin fərdi xüsusiyyətlərini, rənglərini, ölçülərini, canlı və cansız olduqlarını müşahidə edərək uzun bir tarixi inkişaf yolu keçmişlər. Qədim insanlar üçün çoxluq anlayışı toplu, külli, qrup və s. kimi anlayışları əvəz edirdi. Müəyyən tarixi mərhələdən başlayaraq, insanlarda predmetlərin fərdi xüsusiyyətlərini seçmək, onları predmetlər çoxluğundan ayıra bilmək və habelə yenidən öz xüsusiyyətlərinə görə bir daha vahid və tam şəkildə təfəkkürdə birləşdirə bilmək vərdişləri yaranmağa başlandı. Belə bir təfəkkür prosesinin inkişafı XIX əsrin əvvəllərində çoxluqları riyazi tərəfdən tədqiq etməyə imkan verdi. Məşhur alman riyaziyyatçısı Georq Kantor (1845 – 1918) çoxluq anlayışını belə şərh edirdi: A çoxluğu bütöv şəkildə düşünülə bilən, müəyyən və bir – birindən fərqli obyektlərin ixtiyarı yığımıdır. [1]

Beləliklə, XIX əsrdə riyaziyyatın əsasını təşkil edən müstəqil çoxluqlar nəzəriyyəsi yarandı. Kantorun çoxluqlar nəzəriyyəsi ilə bağlı bir sıra fikirləri həmin dövrdə müasirləri tərəfindən birmənalı qarşılanmamışdı. Lakin zamanla Kantor nəzəriyyəsinin riyaziyyat elmi üçün böyük əhəmiyyət kəsb etdiyi aydın olmuş, R.Dedekind, D.Hilbert, F.Bernşteyn, A.Lebeq, F.Kleyn, N.Luzin və başqa görkəmli riyaziyyatçılar tərəfindən qəbul edilmiş və inkişaf etdirilmişdir.

Riyaziyyatın coxluqlar nəzəriyyəsi əsasında öyrənilməsi məhz ümumiləşdirmə metodunun tətbiqinin nəticəsidir.

Ə.Quliyev "Riyaziyyatın tədrisində ümumiləşdirmə" adlı əsərində bu məsələləri dərindən araşdıraraq, belə bir fikrə gəlir ki, hazırda bir deyil, iki riyaziyyat mövcuddur: məzmunu dərk edilən və formallaşdırılmış. Məktəb riyaziyyat kursunda əsasən riyaziyyatın hər iki növündən istifadə edilsə də, birinci növünə üstünlük verilir: şagirdlərə reallıqda gördükləri fakt və hadisələrə, proseslərin riyazi modellərinə aid məsələ və misal həlləri, tapşırıqlar verilir. Lakin ali məktəblərdə tədris edilən riyazi fənlərdə riyaziyyatın ikinci növü mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, düsturlardan heç bir məna ifadə etməyən, simvolik hesablamalar şəklində istifadə edilməsi, sonra isə bunun məzmunlu hökmlərə gətirilməsi xüsusi bir elmə aiddir ki, bunu da D.Hilbert riyaziyyat adlandırmışdır. Riyaziyyatda sonsuzluq anlayışı xüsusi məna kəsb edir: bu, ilk növbədə real aləmin sonsuz olması fikri ilə əlaqədardır. N.Burbakinin tədqiqatlarında göstərilir ki, riyaziyyata məhz strukturlar və onların modelləri haqqında elm kimi baxmaq olar: ətraf aləmdə olan hər bir element hər hansı bir çoxluğun və ya strukturun elementidir, bu elementlər arasındakı əlaqələr isə

müxtəlif riyazi modellər yaradır. Onda N.Burbakinin "Riyaziyyat vahiddir, birdir" fikri ümumiləşdirmə vasitəsilə bütün riyazi elmlərin ümumi məcraya gətirilməsini təmin edir. [4]

M.Əkbərovun "Riyaziyyat nədir" kitabında da məhz riyaziyyatda ümumiləşdirmənin böyük rolu, onu digər elmlərdən fərqləndirən əsas cəhətlərdən biri kimi qeyd edilir. Müəllif riyaziyyatı bir elm kimi səciyyələndirərkən, onun dörd əsas xüsusiyyətini qeyd edir. Bu xüsusiyyətlər abstraktlıq, dəqiqlik, geniş tətbiq sahələrinə malik olması və simvollardan istifadə etməsidir. Lakin daha sonra bu fikirlərə aydınlıq gətirərək, qeyd edir ki, əslində digər elmlərdə də, məsələn, biologiyada, coğrafiyada da abstraktlıq, dəqiqlik, tətbiq sahələrinə malik olma və simvollardan istifadə mövcuddur. Bəs onda riyaziyyat nədir? Onun digər elm sahələrindən fərqi nədən ibarətdir? Məsələ burasındadır ki, çox müxtəlif, bir-birindən fərqli hadisə və proseslər eyni riyazi modelə malik ola bilərlər. Bu isə öz növbəsində imkan yaradır ki, riyaziyyatın tətbiq sahələri digər elmlərə nisbətən daha geniş olsun və elmlərdə "riyaziləşmə" prosesi baş versin. [3]

Məsələn, üç müxtəlif proses aşağıdakı tənliklərlə verilir: S=vt; S=ab; D=MQ. Baxdığımız misaldakı düstur proseslərin riyazi modelidir və deməli, üç müxtəlif hadisənin riyazi modeli eynidir, fərqli olan yalnız hərflərdir. Belə müxtəlif proseslərin eyni riyazi modelə malik olmasına aid çox sayda nümunələr göstərmək olar. S=vt düsturunda S – gedilən yol, v – sürət, t isə zamandır. S=ab düsturu isə düzbucaqlının sahəsini hesablamaq üçün istifadə edilən düsturdur. D=MQ düsturu məhsulun dəyəri, qiyməti və miqdarı arasındakı əlaqəni bildirir. Eyni riyazi əməllə - vurma əməli ilə verilən bu düsturlar eyni riyazi modelə və ya struktura malik olub, müxtəlif prosesləri ifadə edir. N.Burbakinin dediyi kimi, "Riyaziyyatın obyekti – abstrakt riyazi strukturlardır". Belə strukturlar isə - qrup, yarımqrup, monoid, halqa, meydan və sairədir.

Qrup, halqa və meydan anlayışlarının öyrədilməsi məqsədilə əvvəlcə unar, binar, ternar münasibətlərin mahiyyətini aydınlaşdırmaq lazımdır. Bunun üçün tələbələrə aşağıdakı əməlləri müqayisə etməyi tapşırmaq olar:

1) $\sqrt{a}$; A çoxluğunun tamamlayıcısının tapılması $\bar{A}$; A matrisinin transponirə edilməsi $A^{/}$, məntiqi inkar əməli $\urcorner A$.
2) a+b; a:b; a-b; a^b; a>b; a<b; A∪B; A\B, A×B.

1) və 2) sıralarında verilən əməllər necə fərqlənir? Sualın cavabına əsasən müəyyən edilir ki, unar və binar münasibət nə deməkdir. Unar əməldə yalnız bir element, binar əməldə isə iki element iştirak edir. [2]

Qruplar nəzəriyyəsi ilə tələbələrə verilən məlumat əsasən yalnız nəzəri, informativ xarakter daşıyır. Halbuki qruplar ilə bağlı ətraf aləmdən, məişətdən, canlı və cansız təbiətdən müxtəlif misallar göstərmək olar. Çünki əslində bizi əhatə edən aləm cəbri strukturlardan ibarətdir. Cəbr elmi bu strukturları öyrənmək üçün ədədlərdən, hərflərdən və əməllərdən istifadə edir. Lakin bir çox hallarda tələbələr «biz qrupları, onların xassələrini niyə öyrənirik?» sualına cavab verməkdə çətinlik çəkirlər. Halbuku qruplar nəzəriyyəsi ilə riyaziyyatda həm cəbri, həm həndəsi obyektlər arasındakı ümumi cəhətləri üzə çıxarmaq, ümumiləşdirmə metodunun köməyilə təkcə riyaziyyatın deyil, fizikanın, elementar hissəciklərlə bağlı nəzəriyyənin, ümumilikdə, bir çox elm sahələrinin müxtəlif problemlərini həll etmək olar. Məntiqi təfəkkür əməliyyatı olan ümumiləşdirmə riyaziyyatda bir çox hallarda tətbiq edilir. Lakin onun qruplar nəzəriyyəsindəki tətbiqi xüsusilə diqqətəlayiqdir. Hələ 19-cu əsrdə 20 yaşlı Qaluanın yüksək dərəcəli tənliklərin köklərinin onların əmsalları ilə ifadə olunması məsələsini həll etməyə çalışarkən, yaratdığı və riyaziyyat elminə bəxş etdiyi bu nəzəriyyə hazırda cəbr elminin vacib bölməsinə çevrilmişdir. Lakin bir çox ali məktəblərdə, o cümlədən pedaqoji univeristetlərdə bakalavriat və magistratura səviyyələrində tədris olunan cəbr kursunun məhz bu bölməsi tələbələr üçün ən çətin mənimsənilən, abstrakt xarakterli sahədir. Bu səbəbdən bu mövzuların tədrisi ilə bağlı müəyyən yeniliklərdən istifadə etməyə, kompüter texnikasının imkanları ilə mövzunun tədrisindəki çətinlikləri aradan qaldırmağa böyük eytiyac vardır.

Məlumdur ki, orta məktəblərdə dərsin məzmunu, təşkili və keçirilməsi üzrə müsbət istiqamətdə dəyişikliklər aparılmışdır. Belə ki, interaktiv, qarşılıqlı təlimə əsaslanan yeni təlim texnologiyaları şagirddə motivasiya yaratmağı, keçilən mövzunu özü kəşf etməyi, daha sonra isə öyrəndiklərini tətbiq etməyi nəzərdə tutur. Zənnimcə, ali təhsil müəssisələrində də belə üsullardan istifadə edilməsi, dərsin quruluşunda dəyişikliklər aparılması zərurəti yaranıb. Cəbr kursunun tədrisində müəyyən mövzularla bağlı motivasiya yaratmaq, tədqiqat sualı qoymaq və qruplar halında işləmək kimi metodlardan istifadə etmək olar.

Beləliklə, riyazi strukturların öyrənilməsi ilə "vahid riyaziyyat elmi"nə yiyələnmək, onun çox müxtəlif çoxluqlar və bu çoxluqların elementləri arasındakı münasibət və əməlləri tədqiq etmək mümkündür. Cəbr kursunda hər bir anlayışın tərifi və ya aksiomlar sistemi verilərkən, tələbələrdə dəqiq və olduqca aydın təsəvvür yaratmaq üçün müqayisəli cədvəllərdən, sxemlərdən, praktik çalışmalar həllindən istifadə edilməli, müzakirələr aparılmalıdır. Əks halda, anlayışın tərifi verildikdən sonra, birbaşa teoremlərin isbatına və çalışma həllinə keçid müvəqqəti əzbərləmə və qısamüddətli yadda saxlanılan biliklər toplusundan ibarət ola bilər.

Ədəbiyyat

1. Ağayev H.N. Riyaziyyata giriş (xüsusi kurs). Bakı: APİ, 1979, s. 5.
2. Əkbərov M.S. Cəbrdən mühazirələr. Bakı: Nurlar, 2001, s. 37.
3. Əkbərov M.S. Riyaziyyat nədir. Bakı: Nurlar, 2003, s. 50-52.
4. Quliyev Ə. A. Riyaziyyatın tədrisində ümumiləşdirmə. Bakı: Nurlan, 2009, s. 115-117.

РЕЗЮМЕ

МЕТОД ОБОБЩЕНИЯ В МАТЕМАТИКЕ

Новрузова Х.Т.

Ключевые слова: *математика, метод обобщения, теория множеств, алгебра, группа.*

В статье представлены общие понятия о множествах, алгебраических структурах и их применениях в математике. С помощью метода обобщения можно представить различные процессы на едином математическом языке и тем самым, создать для этих процессов одинаковые модели. Таким образом, математические методы широко применяются в различных областях и идет «математизация» других отраслей науки. Также в статье рассматриваются вопросы применения метода обобщения в школьном курсе математики и в высшем образовании.

SUMMARY

GENERALIZATION METHOD IN MATHEMATICS

Novruzova Kh.T.

Key words: *mathematics, generalization method, set theory, algebra, group.*

The article presents general concepts about sets, algebraic structures and their applications in mathematics. With the help of the generalization method, it is possible to represent various processes in a single mathematical language and thereby create the same models for these processes. Thus, mathematical methods are widely used in various fields and there is a “mathematization” of other branches of science. The article also discusses the application of the generalization method in the school course of mathematics and in higher education.

RİYAZİYYAT FƏNNİNİN TƏDRİSİNDƏ MİLLİ-MƏNƏVİ DƏYƏRLƏRİN AŞILANMASI

Osmanova G.S.

Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mingəçevir, Azərbaycan

gulnigarosmanova@mail.ru

Açar sözlər: *mənəvi dəyər, innovasiya, mədəniyyət, təlim texnologiyaları, praktik fəaliyyət, tədris, proqram, əxlaq normaları*

Məqalədə riyaziyyatın tədrisində milli mənəvi dəyərlərin aşılanmasının məqsəd və yollarından bəhs olunur. Milli mənəvi dəyərlər ifadəsinin mənası açıqlanır. Riyazi biliklərin tətbiqində milli arqumentlərə istinad olunmasının əhəmiyyəti konkret nümunələrlə göstərilir. Təlim metodlarının düzgün seçilməsi məzmun xəttinin reallaşdırılması ilə yanaşı, milli mənəvi dəyərlərimizin təbliğinə zəmin yaratdığı vurğulanır.

Arzu olunan hərtərəfli inkişaf etmiş şəxsiyyətin yetişdirilməsi öz aktuallığını nəzərə alaraq daim diqqət mərkəzində olmuşdur. “Təhsil haqqında qanun” un prioritet istiqamətlərindən biri də milli və ümumbəşəri dəyərlərin qorunması, onların dialektik vəhdətinin təmin edilməsi – millətçilik və dünyəviliyə əsaslanan dünyəvi təhsil sisteminin yaradılması və inkişafıdır [1]. Milli dəyərlərimizin qorunması və gələcək nəsillərə çatdırılması milli dövlətçiliyimizin möhkəmlənməsində mühüm məsələlərdən biridir. Mənəvi dəyər dedikdə, hər hansı bir xalqın, etnik qrupun nümayəndələrinin əksəriyyətinin doğru və zəruri hesab etdiyi və qəbul etdiyi ümumi dünyagörüşü, məqsəd, əxlaq normaları və inancları nəzərdə tutulur. Yəni ayrı-ayrı fənlərin tədrisi prosesinin nəticəsi elmi biliklərə yiyələnməyə səbəb olmur, həm də təhsil məsələlərinə diqqət yetirir. Elmi biliklər aşılanarkən şagirdin xarakterini formalaşdırmaq, əxlaqi davranış vərdişləri yaratmaq, mənəvi dəyərlərimizi zənginləşdirmək əsas məqsədlərdən biridir. Dünya ölkələri və onların mədəniyyətləri bir-birinə inteqrasiya edir. Belə bir şəraitdə azlıqların dili və mədəniyyəti hegemon dillərə və hegemon mədəniyyətlərə qarışır. Məhz bu səbəbdən milli dəyərlərimizin, mədəniyyətimizin, xüsusən də dilimizin qorunub saxlanması və ötürülməsi aktuallaşır. Azərbaycanda 26-ya yaxın milli azlığın yaşadığını və gənclərin böyük ölkələrdə təhsilə və əmək bazarına çıxış imkanlarını xatırlasaq, bu məsələnin həllinin vacibliyi daha qabarıq görünür [4]. Kütləvi təhsilə cəlbetmə ümumtəhsil müəssisələrində getdiyindən milli mentalitetimizin aşılanması daha çox ümumtəhsil məktəblərinin çiyninə düşür. Bəzən səhvən fikir verirlər ki, təhsil məsələləri yalnız humanitar fənlərin tədrisinə və sinif rəhbərinin fəaliyyətinə yönəlib. Unudulmamalıdır ki, fənlərin tədrisi və tərbiyəsi məsələləri hərtərəfli və inteqrasiyalı şəkildə həyata keçirildikdə təhsilin keyfiyyətinə nail olunur. Milli və ümumbəşəri dəyərlərin hesaba alınması bir tərəfdən

milli mənsubiyyətin, varisliyin qorunub saxlanmasına, digər tərəfdən sağlamlıq, təhlükəsizlik, ətraf mühitə və insanlara qayğı, hörmət, tolerantlıq kimi xüsusiyyətlərin formalaşmasına xidmət edir [1]. Yəni təkcə təhsilin keyfiyyəti deyil, həm də tərbiyə məsələləri işıqlandırılır. Bu baxımdan hər bir akademik fənnin imkanlarından məqsədyönlü istifadə etmək vacibdir. Orta məktəblərdə tədris olunan fənlərdən biri də riyaziyyatdır. Dəqiq elm olan riyaziyyatın tədrisi prosesində elmi biliklərlə yanaşı, müəllimin səriştəsi də üzə çıxır. Bu proses müəyyən etaplarla aparılır. Müəyyən mövzunun tədrisi zamanı: təhsil sahəsində dövlət siyasətinin vətənimin didaktik prinsiplərinə istinadən pedaqoji və psixoloji təhsil prinsiplərinin rəhbər tutmaq; mövzunun tərbiyəvi cəhətlərini aşkar etmək; fənni üzrə təliminin məzmun xətlərini nəzərə almaqla mövzunu müəyyən tərbiyəvi istiqamətə, təlimin tərbiyəvi xüsusiyyətlərinə yönəltmək; riyazi biliklərin tətbiqində milli arqumentlərə istinad olunması. Riyaziyyatın tədrisi prosesində müəllimin dərsə hazırlanmasında əsas məqsəd kimi elmi biliklərin aşılanması ön plana çıxır. Bunun üçün məzmun xətti dövlət standartları ilə bağlıdır. Öyrənilən materialın tətbiqi dərsin mərhələlərindən biridir və məzmundan asılı olaraq tapşırıq və ya tezis seçilir. Riyaziyyat dərslərinin də milli dəyərlərimizin aşılanması üçün əlverişli imkanları var. Məsələn, həndəsi fiqurların öyrənilməsində milli naxışlarımız, memarlıq abidələrimiz, gerbimiz, bayraqlarımız kimi dövlət atributlarının formalarına diqqət yetirməklə milli dəyərlərimizin öyrədilməsinə yönəldilə bilər. Azərbaycan xalçalarının və qədim məişət əşyalarının forma və naxışları həndəsi fiqurların öyrədilməsi üçün yaxşı əyani vəsaitdir və fənlərarası inteqrasiya imkanı yaradır. "Həndəsi fiqurlar" mövzusunu ümumiləşdirərkən "Hansı fiqurlardan tikintidə istifadə etmək daha səmərəli və qənaətcildir?" sualına cavab vermək üçün tədqiqatların aparılması şagirdlərin diqqətini milli abidələrin quruluşuna yönəldir, eyni zamanda şagirdləri araşdırmaya, axtarışa yönəldir. Bu proses müqayisə tipli tapşırıqların istifadəsini tələb edir. Müqayisə zamanı şagird milli və dünya memarlıq və memarlıq abidələrini müqayisə edir, onları müqayisə edir, fərqləndirir, oxşar və fərqli cəhətlərini müəyyənləşdirir. Venn diaqramı bu baxımdan əlverişli üsullardan biridir. İnteqrasiya bir tərəfdən fənlərarası xarakter daşıyır, rəsm və rəngkarlıq fənləri ilə bağlıdır, digər tərəfdən qeyri-inteqrasiya milli mədəniyyətimizə töhfə verir. Milli bayramların atributlarının hazırlanması da bu baxımdan məqsədəuyğundur. Həmçinin, yuxarıda sadalanan milli atributlardan sahə bölmələrinin təlimi prosesində istifadə oluna bilər. Məsələn, VI sinifdə "Sahənin ölçülməsi" mövzusunun tədrisi prosesində müxtəlif materiallardan (rəngli kağız, plastilin, taxta və s.) birini seçməklə Azərbaycan bayrağını hazırlamaq və həm bayrağın ayrıayrı rənglərinin sahəsini, həm də ümumi sahəsinin hesablanması tapşırılır (Məsələ 1. Azərbaycan bayrağını düzəldin. Həm bayrağın ayrı-ayrı rənglərinin sahəsini və ümumi sahəsinin hesablayın). Bu zaman şagirdə bayrağın eninin uzunluğuna nisbətini və eyniadlı ədədlərin toplanmasının vurma ilə əvəz olunması mövzularına müraciət edib-etməyəcəyini müəllim nəzərində saxlamalı, təqdimat prosesində şagirdlərin izahat verməsi üçün imkan yaradılır. Tapşırıqların təqdimatı zamanı tamın hissələrə ayrılması və hissələrdən tamın yaradılması prosesinin izlənməsinə iki üsulla nail olunur:

1) hissələrdən tam almaq;

2) tamı hissələrə ayırmaq.

Yeni mövzunun təqdimatı ilə yanaşı, əvvəllər öyrənilənləri və mövzular arasında əlaqəni möhkəmləndirmək üçün zəmin yaradılır. Belə ki, bayraq düzbucaqlı fiqurdan, onun üzərindəki ay (iki qövsdən və ya yarımdairədən) və ulduz (kvadrat və ya karandaşla çəkilmiş iki kvadratla çəkilmiş) onu digər həndəsi fiqurlara nisbətdə etməyə yönəldilmişdir. Digər tərəfdən, eyni ədədlərin hesablanması proseduru təkrarlanır. Bütün bunlara nail olmaq üçün fənlərarası inteqrasiya və məzmun xətti, məzmun standartı, qeyri-standart kimi təlim nəticələrinin həyata keçirilməsinə xidmət edən amillərə etibar etmək vacibdir. Həmin mövzunun tədrisi zamanı riyaziyyat fənninin məzmun standartı belədir: 3.1.2. Uzunluğu məlun olan parçanı dərəcə ölçüsü verilən bucağı iki tərəfi və onlar arasındakı qalan bucağa görə üçbucağı, tərəflərinə görə düzbucaqlını qurur; 3.1.3. Üçbucağın və dördbucaqlının perimetrini, düzbucaqlının və kvadratın sahəsini hesablayır. Buna uyğun olaraq fənlərarası inteqrasiya aşağıdakı kimidir 4.1.1. Ölçmənin nəticəsinin ölçü vahidindən və ölçmə alətindən asılılığını başa düşür, ölçmədə bunları nəzərə alır. F.3.1.2.; 4.2.1. Ölçmələr aparmaqla bəzi fiqurların sahələrini və həcmlərini hesablayır. F. 3.1.2.; 5.1.1. Lazımi statistik məlumatları toplamaq üçün müvafiq suallar tərtib edir. Az.1.2.2., 1.2.2., İnf. 3.2.1., 3.3.2., H.b. 2.2.2. + ? + + + = ? m 2 ...+? m 2 +? m 2 ...+? m 2 +? m 2 = ? m2 X*3m2 ? m2 =? m 2 ...+? m 2 +? m 2 ...+? m 2 +? m 2 X: 3m2 = + + + +

Riyaziyyat fənnini fənlərarası imkanları genişdir. Bu, milli dəyərlərimizin təbliğinə imkan yaradır. Məsələn, elə həndəsi fiqurların tədrisi zamanı milli musiqi alətlərimizin formasının hansı fiqurların kompozisiyasından təşkil olunduğuna diqqət yönəltməklər müxtəlif həndəsi fiqurlara aid elmi biliklərin xatırlanması və ya tədrisi ilə yanaşı musiqi alətlərinin öyrənilməsinə nail olunar. Bu mərhələdə təsviri incəsənət fənninə də inteqrasiya olunur. Hissə, tam, ədədin hissəsinin tapılması mövzularının tədrisində şagirdlərin diqqətini milli xalçalara və naxışlara yönəltməklə bərabər, həm də onların mövzu üzrə bilik, bacarıq və vərdişlərini möhkəmlənməsinə nail olunur. I qrup. Xalçaları əvvəl 4, sonra 8 bərabər hissəyə

bölün. II qrup. Hər iki xalçaların -ü və -i tapın. Hər iki xalçanın -i və -ü tapın. Xalçalar üzərində əməliyyat apararkən xalçaların kənar naxışlarını Bunun şagirdlər tərəfindən nəzərə nəzərə alınıb alınmadığı da müəllimin diqqət yetirməli olduğu məsələlərdəndir. Yaxşı olar ki, müəllim bu barədə əvvəlcədən məlumat verməsin, ancaq məsələnin təqdimatı zamanı şagirdlərin özlərinin həmin məsələyə diqqət edib-etmədiyi müəllimin diqqət mərkəzində olmalıdır. Xalça şəkli seçərkən hissələrə ayrılması mümkün olan naxışların iki variantı nəzərdə saxlamaq vacibdir: naxışların iri planda olması və naxışların xırda planda olması. girdin idrak proseslərinin diaqnostikası və inkişafı baxımından əhəmiyyətlidir. VI sinifdə "Faizə aid məsələlər" mövzunun tədrisində də milli dəyərlərimizə yönlənmək mümkündür. Məsələn, ədədə görə faizin hesablanması və ya iki ədədin nisbətinin faizlə ifadəsi məsələlərini milli dəyərlərin təbliği zəminində qurmaq mümkündür. Məsələ 2. Dağlıq Qarabağ Azərbaycanın mərkəzi hissəsində yerləşir. Sovet hakimiyyəti dövründə burada ərazi 4,4 min kv.km olan Dağlıq Qarabağ Muxtar Vilayəti yaradılmışdır. Bu Azərbaycan Respublikası ümumi ərazisinin hansı faizini təşkil edirdi?

Yəni hər hansı bir fənnin tədrisi zamanı elmi biliklərlə paralel olaraq maarifləndirici mövzuların və milli dəyərlərimizin aşılanmasına nail olmaq mümkündür. Təbii ki, bu proses müəllimin səriştəsindən, onun hərtərəfli hazırlığından, dünyagörüşündən, metodik bacarığından asılıdır. Məqalənin aktuallığı milli dövlətçiliyimizin möhkəmləndirilməsində, milli dəyərlərimizin qorunmasında və gələcək nəsillərə çatdırılmasında riyaziyyatın imkanlarından istifadəyə diqqət yetirməsindədir. Məqalənin elmi əhəmiyyəti millətçilik və dünyəvilik - milli və ümumbəşəri dəyərlərin qorunması və onların dialektik vəhdətinin təmin edilməsinə əsaslanan dünyəvi təhsil sisteminin yaradılması və inkişafında riyaziyyat dərslərinin rolunun artırılmasıdır. Məqalənin praktiki əhəmiyyəti milli arqumentlər əsasında riyazi bilik, bacarıq və vərdişləri öyrənməklə elmi biliklərlə yanaşı, milli mənəvi dəyərlərimizi də aşılamaqdan ibarətdir.

Ədəbiyyat

1. Riyaziyyat fənnindən tədris proqramları (kurikulumları) (V-XI) siniflər. Bakı, 2012.
2. Ümumi təhsil pilləsinin dövlət standartları və proqramları (kurikulumları). Bakı, 2012.
3. Tahirov B.Ö., Namazov F.M., Əfəndi S.N., Qasımov E.A., Abdullayeva Q.Z. Riyaziyyatın tədrisi üsulları. Bakı, 2007, 252 s.
4. Əsədova İ.M. Təhsilin milli və bəşəri dəyərlər əsasında təşkilində özünüauditin rolu // ARTPİnin Elmi əsərləri, 2015, № 4

РЕЗЮМЕ

ПРИВИТИЕ ДУХОВНЫХ И НАЦИОНАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ В ПРЕПОДАВАНИИ МАТЕМАТИКИ

Османова Г.С.

Ключевые слова: *духовная ценность, инновации, культура, технологии обучения, практическая деятельность, учебный, программы, нормы поведения*

В статье раскрываются возможности и пути прививания национально-духовных ценностей в преподавании математики. Также раскрывается смысл выражения национальные духовные ценности. Указывается конкретное значение в применении основных математических знаний национальным аргументам и примерам. Правильный выбор методов обучения, наряду с реализацией линии содержания также концентрируется в пропаганде национально-духовных ценностей.

SUMMARY

THE PROMOTİON OF SPİRİTUAL AND NATİONAL VALUES İN THE TEACHİNG OF MATHEMATİCS

Osmanova Q.S.

Keywords: *spiritual values, the innovation, the culture, learning technology, practical activities, the teaching, the program, moral norms*

The article reveals the possibilities and ways of instilling national and spiritual values in teaching mathematics. The meaning of the expression national spiritual values is also revealed. The specific meaning in the application of basic mathematical knowledge to national arguments and examples is indicated. The right choice of teaching methods, along with the implementation of the content line, is also concentrated in the promotion of national and spiritual values.

V-VI SİNİFLƏRİN RİYAZİYYAT TƏLİMİNDƏ ÇALIŞMALAR SİSTEMİNİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Qarayeva V.M.

Gəncə Dövlət Universiteti, Gəncə, Azərbaycan

karayeva.vusala@bk.ru

Açar sözlər: *analogiya, paradiqma, uyğunluq, varislik, üsul*

V-VI siniflərin riyaziyyat kursları üzrə şagirdlərin yekun bilikləri və bacarıqları, bu kursun məzmununun ümumi xarakteristikası, öyrənilməsinin əsas nəticələri, tədrisi prosesində elmi dünya görüşünün formalaşdırılması, təfəkkürün inkişafı, ümumi əmək bacarığı və vərdişlərinin inkişafı məsələlərinə diqqəti artırmağın zəruriliyi qarşıya qoyulur. Riyaziyyatın tədrisi prosesində kursun müşahidə, qanunauyğunluqları məyyənləşdirmək, ümumiləşdirmək, analoji mühakimələr aparmaq kimi imkanlarından istifadə etmək tələb olunur. Bunun üçün funksiya, eyni çevirmələr, tənlik və bərabərsizliklərin öyrənilməsində müəyyən dəyişikliklər etmək tövsiyə olunur.

Respublikamızda hazırlanmış dərsliklər bəzi nöqsanlarına baxmayaraq, əvvəlkilərdən demək olar ki, zəngindir. Burada ümumiləşdirməni reallaşdırmaq üçün də müəyyən imkanlar vardır. Hər bir sinifdə əvvəl keçilənlərin, tədris ilinin sonunda, il boyu öyrənilənlərin təkrarı, V sinifdən başlayaraq çoxluq və onunla əlaqədar əsas anlayışların izahında ümumiləşdirmə tövsiyyə olunmuşdur. Say sistemləri, və s. anlayışlar arasında daxil olma münasibətlərinin müvafiq mərhələlərdə əsaslandırılması, məchul komponentin hərfi düsturlardan tapılması, tarixi məlumatlardan istifadə dərsliklərdə nəzərə alınmışdır. Lakin isbatlar və qurma məsələləri məntiqi və düşündürücü material olmasına baxmayaraq kifayət qədər işıqlandırılmamışdır. Ümumi metodlardan istifadə, məktəb riyaziyyatının ali riyaziyyata yaxınlaşdırılması məqsədilə bir sıra yeni mövzuların və bölmələrin proqrama daxil olması şagirdlərin ümumiləşdirmə qabiliyyətinin inkişafı üçün çox əhəmiyyətlidir. Hər bir sinfə aid şagirdlər üçün iş dəftərinin olması da məktəb üçün yenilik hesab edilə bilər. Dərsliklərin hər bir mövzusuna aid məsələlərin həlli ilə yanaşı əsasən onlara analoji tapşırıqları şagirdlərin yerinə yetirmələri nəzərdə tutulur. İş dəftərində hər bir paraqrafa aid olan məsələlər çətinlik dərəcəsinin artması sırası ilə düzülmüşdür.

Dərslikdə və iş dəftərində məsələlərin belə asandan çətinə ardıcıllığın da verilməsi şagirdlərin təbii ümumiləşdirmə aparmalarına səbəb ola bilir. Lakin ümumidən xüsusiyə keçməyə də fikir vermək lazımdır.

Xatırladaq ki, bizim metodikamızda analogiya üsulunun formalaşması üzrə varisliyin aşağıdakı istiqamətləri məyyən edilmişdir:

- ümumiləşdirmə istiqaməti üzrə həyata keçmə üsulu haqqında biliklərin dəyişməsi;
- bu üsulu mənimsəmə prosesinin təşkili bu və ya digər təlim tapşırığının yerinə yetirilmə istiqaməti üzrə baş verir: analogiya vasitəsilə əqli fəaliyyətin ümumiləşdirmə üsulunun şagirdlər tərəfindən mənimsənilməsi, yəni bu üsul haqqında ümumiləşmiş biliklər verilməsi , ondan təlim və idraki fəaliyyət zamanı necə istifadə etmək, onu konkret situasiyada tətbiq etmək;
- son nəticə nöqteyi-nəzərindən varislik şagirdlər tərəfindən təlim üsulu kimi dərk edilir. Məsələ burasındadır ki, istənilən təlim tapşırığının yerinə yetirilməsi öyrənilən predmet barədə ümumi biliklərin mənimsənilməsi və ondan müstəqil şəkildə təlim vasitəsi kimi istifadə etməkdir, daha doğrusu, varislik üzrə istiqamətin konkretləşdirilməsi üçün analogiya üsulunun şagirdlər tərəfindən mənim-sənilməsindən ötrü tələb olunan kiçik təlim tapşırıqları müəyyən edirik. Onlara aşağıdakılar aiddir:

1) şagirdlər tərəfindən analogiya üsulunu təşkil edən bütün hərəkətlərin məcmuyunun ümumiləşdirilməsi;

2) analogiyanın müxtəlif növləri üzrə ümumiləşdirmə üsulunun şagirdlər tərəfindən mənimsənilməsi:

a) paradiqma,
b) uyğunluq,
c) səbəb.

Tərəfimizdən təqdim edilmiş çalışmalar sistemi son ümumi təlim tapşırıqlarının həllinə yönəlmişdir. Bu çalışmaları kiçik təlim tapşırıqlarının həllinə yönəldilmiş qruplara bölmək olar (1, 2a, 2b, 2в).

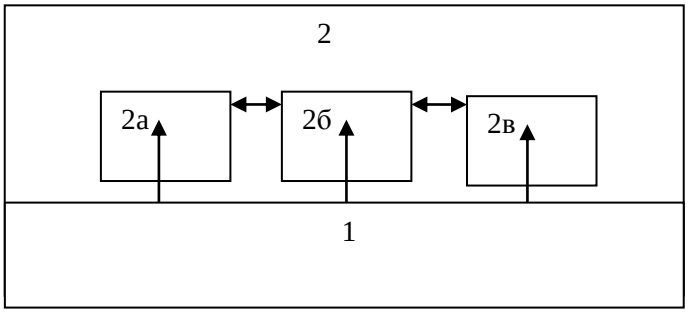
Təklif edilən çalışmaların qruplarını da kiçik təlim tapşırıqlarının işarə olunduğu simvollarla işarə etsək, onda bu çalışmalar sistemi sxematik olaraq belə təqdim oluna bilər (sxem):

Çalışmalar sistemini quran zaman biz ümumi sistem prinsiplərinə: bütövlük, strukturluq, qarşılıqlı aslılığa istinad etmişik.

- bütövlük: sistemin əlamətlərinin onun elementlərinin əlamətlərinə prinsipial uyğunsuzluğu;
- strukturluq: sistemin elementləri arasında daxili əlaqə və münasibətlərin mövcudluğu;
- qarşılıqlı asılılıq: yaradılmış sistemlə onun üst və alt sistemləri arasındakı qarşılıqlı asılılıq. Bu prinsiplərin gözlənilməsi imkan verir ki, analogiya üsulunun formalaşması üzrə varisliyi həyata keçirmək mümkün olsun, yəni təlimin didaktik vahidləri arasında əlaqə və ağlabatan münasibətlər qurmaq üçün şərait yaransın.

Yaradılmış çalışmalar sistemi üçün bu prinsipləri konkretləşdirək.

Sxem.



Bütövlük. O, analogiya üsulunun invariant, dəyişməz varisliyi əsasında – onun məntiqi forması və bütün çalışmaların ümumi təlim tapşırıqlarının həllinə yönəlməsi, analogiya əqli fəaliyyətin tərkibi olan ümumiləşdirmə üsulunun mənimsənilməsi yolu ilə təmin edilir.

Struktura malik olması. Sistemin komponentləri arasında qarşılıqlı əlaqə və asılılıq. Bu çalışmaların şagirdlər tərəfindən ardıcıllıqla yerinə yetirilməsində ifadə olunacaq.

Çalışmaların ardıcıllığını müəyyən edərkən biz aşağıdakı müddəaları rəhbər tuturuq:

1. İlkin olaraq analogiya üsulunun "nüvəsi"nin tərkibinə daxil olan və şagirdlərdə əməliyyatlar aparmağı formalaşdıran çalışmalar yerinə yetirilir(sxemdə- sistemaltı çalışma 1).

2. Sistemə analogiyanın müxtəlif növlərindən istifadəni tələb edən və növlər arasındakı fərqləri müəyyən edən çalışmalar daxil edilmişdir (sxemdə- sistemaltı çalışmalar 2а, 2б, 2в.)

3. Analogiya üsulunun geniş ümumiləşdirməsini kifayət qədər formalaşdırmağı təmin edən çalışmalar daxil edilmişdir. Bu, təklif edilən çalışmalarda modelləşdirmədən istifadə etməklə əldə edilir.

4. Çalışmalar öz məzmununa görə iki qrupa bölünür: riyazi materiallarda və riyazi məzmunu olmayan materiallarda.

5. Çalışmaların seçilməsində "sadədən mürəkkəbə doğru" didaktik müddəa nəzərdə tutulmuşdur. Bu o deməkdir ki, ilk çalışmaların tərkibində əməliyyatların sayı minimal səviyyədə olmalıdır, sonra isə öyrənilən hərəkətlərin tərkibi tədricən böyüyür. Çalışmaların konkret dəsti növbəti bölmələrdə və əlavələrdə açılır.

Sistem və altsistemlər arasında qarşılıqlı asılılıq uyğun təlim tapşırıqlarının tabelilik münasibəti əsasında təmin edilir. Sxem 2.1-də bu münasibətlər şaquli oxlarla göstərilmişdir. Altsistemlər arasında qarşılıqlı asılılıq uyğun təlim alt tapşırıqları əsasında təmin edilir. Sxem 2.1-də bu münasibətlər üfüqi oxla göstərilmişdir. Qeyd edilmiş qarşılıqlı asılılıq praktikada ayrıca qrup çalışmaların yerinə yetirilmə ardıcıllığı əsasında təmin edilir.

Ədəbiyyat

1. Саранцев, Г.И. Упражнения в обучении математике / Г.И.Саранцев.– М.: Просвещение,–1995.–240 с.
2. Сизова, М.Н. Преемственность в формировании аналогии при обучении математике в начальных и 5-6 классах средней школы. Личностно-ориентированный подход при обучении математике (содержательный и процессуальный аспект) // Тезисы докладов, –Санкт-Петербург: Образование, –1998,–с. 88.
3. Целищева, И.И. Моделирование в процессе решения текстовых задач //Начальная школа,– 1996. №3,–с. 32-37.
4. Шарыгин, И.Ф. Математика: Задачи на смекалку: Учеб. пособие для 5-6 классов общеобразовательных учреждений / И.Ф.Шарыгин, А.В.Шевкин– М.: Просвещение, –1995. –80 с.

РЕЗЮМЕ
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ УПРАЖЕНИЙ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ V-VI КЛАССАХ
Караева В.М.

Ключевые слова: *Аналогия, парадигма, приспособляемость, правопреемственность, метод*

В статье показана общая характеристика системы упражнений в математическом обучении V-VI классов и направления преемственности по формированию метода аналогии.

SUMMARY
GENERAL CHARACTERISTICS, OF THE SYSTEM OF STUDIES IN MATHEMATICS EDUCATION OF GRADES V-VI
Qarayeva V.M.

Keywords: *analogy, paradigm, compatibility, inheritance, method.*
In the article, the general characteristics, of the system of exercises in the mathematics education of V-VI grades and the directions of the, succession on the formation of the method of analogy are shown.

RİYAZİYYAT MÜƏLLİMLƏRİNİN HAZIRLIĞINDA KONSTRUKTİV VƏ LAYİHƏ BACARIQLARININ İNKİŞAFI

Rzayeva V.G., Hətəmova R.F.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
vefa.asgerova77@mail.ru, hetemova_roya@mail.ru

Açar sözlər: *pedaqoji kollektiv, müəllim hazırlığı, layihə, metod, tədris prosesi.*

Bazar iqtisadiyyatı və qloballaşma şəraitində əsas təhsil islahatı kimi Avropanın təhsil məkanına inteqrasiyanı mümkün edən Boloniya sisteminin seçilməsi təsadüfi deyil. Lakin belə keçid təkcə idarəetmə mexanizmlərinin dəyişdirilməsini deyil, həm də pedaqoji kollektivin işinin təkmilləşdirilməsini tələb edir. Məhz, tədris metodları öyrənilən fənlərin praktiki tətbiqinə yönəldilməlidir ki, bu da son təhsil standartlarında peşəkar səriştələrin mənimsənilməsində öz əksini tapır. Bundan əlavə, nəzərə almaq lazımdır ki, tələbə öz şəxsiyyətini formalaşdırmalıdır. Müəllimlərin peşə təhsili təkcə çoxşaxəli və çoxfunksiyalı deyil, həm də dinamik inkişaf edən səriştələrin formalaşması və inkişafı ilə bağlıdır.

Müəllimlərin peşə fəaliyyətinin müasir praktiki təcrübəsinin təhlili göstərir ki, hətta pedaqoji kadrların yüksək səviyyəli fənn-metodiki hazırlığı cəmiyyət tərəfindən gözlənilən nəticələri təmin etmir, hansı ki, buna nail olunma innovativ təhsil texnologiyaları, metodları, təşkil formaları və tədris vəsaitləri təhsil fəaliyyətinin həyata keçirilməsi ilə birbaşa bağlıdır. Prinsipcə yeni didaktik imkanların təhsilin məzmununun tədqiq edilməsinə və tədris prosesinin təşkilinə innovativ yanaşmaların həyata keçirilməsinə şərait yaradan informativ təhsil mühitində (İTM) işləmək üçün müəllimlər xüsusi hazırlanmalıdır. Beləliklə, müasir informasiya cəmiyyətində müəllimlərin peşəkar hazırlığında əsas diqqət həyata keçirilən kompetensiyalara əsaslı yanaşma çərçivəsində İTM-də məhsuldar fəaliyyət metodlarının işlənib hazırlanmasına yönəldilməlidir.

Gələcək müəllimi İTM-də tədris prosesinin layihəsini hazırlayarkən nəzərə almalıdır ki, tədris prosesi:

1) elə qurulmalıdır ki, stajçının İTM-də işləməsi üçün zəruri olan peşəkar səriştələrin formalaşmasında şəxsi əhəmiyyətli məna tapmaq imkanı olsun;

2) fəaliyyət formasında və şagirdlərə differensial yanaşma əsasında həyata keçirilməli, şəxsi ehtiyac və imkanlara uyğun fərdi təlim trayektoriyasının qurulmasına şərait yaradılmalıdır;

3) tələbələrin müstəqilliyinin və təşəbbüskarlığının təzahürü, müasir pedaqoji vasitələrlə işləmək bacarığı və müxtəlif reflektiv prosedurların aktuallaşdırılması üçün şərait təmin etməlidir;

4) İTM-də tədris prosesinin layihələndirilməsinə müəllimin səmərəli hazırlanması üçün zəruri olan müxtəlif metodik, informasiya və insan resurslarına malik olan təhsil müəssisələrinin şəbəkə şəklində qarşılıqlı əlaqəsi şəraitində qurula bilər.

M.V. Lapenokun və İ.V. Rojinanın tədqiqatlarında [1] məktəbin tədris prosesində, İTM-də, elektron təhsil resurslarının yaradılması və istifadəsi üçün müəllim hazırlığının strukturu və məzmunu müəyyən edilir.

Onların hazırladıqları elmi-metodiki yanaşmalara uyğun olaraq, gələcək müəllimlərin hazırlanması prosesində aşağıdakılar həyata keçirilməlidir: İTM-də instrumental xidmətlərin didaktik imkanlarını nəzərə alaraq təhsil resurslarını və didaktik, erqonomik, innovativ tələblər yaratmaq, təlimin aktiv fəaliyyət formalarını- ETR-dan istifadə edərək təhsil və idrak prosesinə xas olan tipik pedaqoji vəziyyətləri modelləşdirən rollu oyunları tətbiq etmək, real vaxt rejimində interaktiv informasiya ilə qarşılıqlı əlaqədə İTM-nın xidmətlərindən istifadə edərək müəllimlərin təcrübəsinin formalaşmasına töhfə vermək. Gələcək müəllimlərin hazırlanması prosesində müxtəlif innovativ yanaşmalardan istifadə edilməlidir: informasiya resursları əsasında, telekonfranslar vasitəsilə təlim; birgə təlim texnologiyaları (layihələr, forumlar, elektron seminarlar), oyun texnologiyaları; assosiasiya üsulları, süni intellekt, "məcburi fərziyyələr", presedent, refikasiya; təhsil kompüter modelləşdirmə, eksperiment, elmi-metodiki tədqiqat və s.

Təhsil nailiyyətlərinin qiymətləndirilməsi sistemi tələbələrin İTM-də təqdim olunan kursun əsas mövzuları üzrə tədris müzakirələrində fəal iştirakı vasitəsilə, informasiya resursları üzrə analitik icmalların tərtib edilməsi, məktəb dərslərinin video keysləri üzərində düşüncələrlə həyata keçirilə bilər. Fəal tədris metodlarından istifadə təkcə tələbələrin pedaqoji prosesin təşkilinə və idarəetmə səriştələrinin formalaşmasına deyil, həm də ünsiyyət bacarıqlarının inkişafına, peşə etikası normalarının mənimsənilməsinə kömək edir.

Tələbəni təhsil məqsədlərinə çatmaqda dəstəkləməyə və onları yeni nəticələr əldə etməyə təşviq etməyə, müəyyən bir müddət ərzində artım dinamikasını düzəltməyə, yerinə yetirilən işlərin çeşidini və keyfiyyətini təqdim etməyə imkan verən üsullardan biri də portfolio metodudur. Bu klasterin həyata keçirilməsi zamanı təlimə beyin həmləsi və debat metodunun daxil edilməsi öz nöqteyi-nəzərini formalaşdırmaq və müdafiə etmək, nəticə çıxarmaq, sübutlar zənciri qurmaq, səhvləri müəyyən etmək, problemin mahiyyətinə diqqət yetirmək, komandada işləmək, alınan məlumatları təhlil etmək bacarığını formalaşdırmağa imkan verir.

Ümumiyyətlə, layihə və konstruktiv metodun koqnitiv aktivliyin, idrak fəaliyyətinin və yaradıcılığın artırılması baxımından yüksək potensialı, onsuz materialın şüurlu qavranılmasının mümkün olmaması qəbul edilir.

İTM şəraitində gələcək müəllimlərin peşə səriştələrinin səviyyəsinin artırılmasına yönəlmiş metodik sistemin qurulmasının bəzi ümumi məsələlərini qeyd edək. Peşə təhsili prosesinin səmərəliliyini artırmaq üçün ən perspektivli istiqamətlərdən biri də tədris prosesində modul texnologiyalarından istifadə, eləcə də modul proqramların struktur, texnoloji və məzmun çevikliyi, planlaşdırılmış təlim nəticələrinə yüksək səviyyədə nail olmaq və onların təkrar istehsal qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur. [2] Modul texnologiyanın effektivliyi daha çox elektron təhsil resurslarının sürətli inkişafı, təhsilin kompetensiya paradiqmasının həyata keçirilməsi, təhsilin keyfiyyətinin monitorinqi üçün reytinq sistemindən istifadə ilə bağlıdır. Tədrisin təşkilində peşəkar səriştələrin səviyyəsini yüksəltmək üçün qarışıq təlim texnologiyasından istifadə etmək məqsədəuyğun görünür, çünki o, distant təhsilin üstünlüklərinə malikdir və çatışmazlıqlarını kompensasiya edir. Qarışıq təlimin tətbiqi prosesində əyani, distant və onlayn təhsil prosesinin idarə edilməsi üçün müxtəlif hadisəyönümlü üsul və sxemlərdən istifadə olunur. Eyni zamanda, təlim yalnız kompüterlə deyil, həm də tələbənin müəllimlə fəal formada (əyani və distant) qarşılıqlı əlaqəsinə əsaslanır, müstəqil öyrənilən material ümumiləşdirildikdə, təhlil edilir və qarşıya qoyulan məsələlərin həlli üçün istifadə olunur.

Qarışıq təlimin təşkilinə təklif etdiyimiz yanaşma tələbələrlə əyani dərslərdə həyata keçirilən fəal təlim metodlarını birləşdirən, məqsədyönlü, intensiv və nəzarətli müstəqil işi, həmçinin qrup və fərdi, real və virtual formaların kombinasiyasına əsaslanan distant kursa əsaslanır.

Ədəbiyyat

1. Alexeevskiy, P.I. Teaching Computer Programming to Students of Pedagogical Specialties through the Process of Game Development. / P.I.Alexeevskiy. // The Ethos of the Academe: Standing the Test of Time / Ariel University, Ariel, 2013
2. Jacobson, Ivar; Booch, Grady; Rumbaugh, James. The Unified Software Development Process, Addison Wesley Longman, Inc., January 1999, ISBN: 0-201-57169-2
3. Зарукина Е.В. Активные методы обучения: рекомендации по разработке и применению: учеб.-метод. пособие / Е.В. Зарукина, Н.А. Логинова, М.М. Новик. СПб: СПбГИЭУ, 2010.

РЕЗЮМЕ

РАЗВИТИЕ КОНСТРУКТИВНО-ПРОЕКТНЫХ НАВЫКОВ В ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

Рзаева В.Г., Гатамова Р.Ф.

Ключевые слова: *педагогический коллектив, подготовка учителей, проект, метод, учебный процесс.*

Выбор Болонской системы, обеспечивающей интеграцию в европейское образовательное пространство, в качестве основной образовательной реформы в условиях рыночной экономики и глобализации не случаен. Однако такой переход требует не только смены механизмов управления, но и совершенствования работы педагогического коллектива. А именно, методы обучения должны быть ориентированы на практическое применение изучаемых предметов, что выражается в приобретении профессиональных компетенций в новейших образовательных стандартах. Кроме того, необходимо учитывать, что у ученика должна формироваться собственная личность. Профессиональное образование педагогов не только многогранно и многофункционально, но и связано с формированием и развитием динамично развивающихся компетенций.

SUMMARY
DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION AND DESIGN SKILLS IN PREPARING MATHEMATICS TEACHERS
Rzayeva V.G., Khatamova R.F.

Key words: *teaching staff, teacher training, project, method, educational process.*

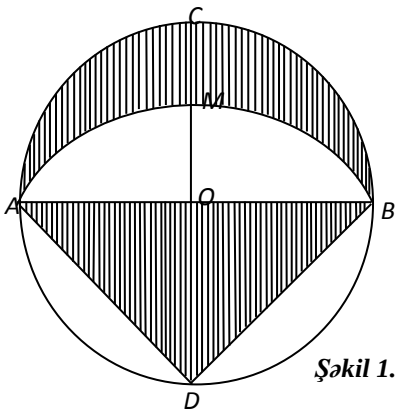
The choice of the Bologna system, which ensures integration into the European educational space, as the main educational reform in the conditions of a market economy and globalization is not accidental. However, such a transition requires not only a change in management mechanisms, but also the improvement of the work of the teaching staff. Namely, teaching methods should be focused on the practical application of the subjects being studied, which is expressed in the acquisition of professional competencies in the latest educational standards. In addition, it must be borne in mind that the student must form his own personality. The professional education of teachers is not only multifaceted and multifunctional, but is also associated with the formation and development of dynamically developing competencies.

DAİRƏ VƏ ONUN HİSSƏLƏRİNİN SAHƏSİ BƏHSİ ÜZRƏ İSBATA AİD MƏSƏLƏLƏRİN HƏLLİ

Rzayev M.T.
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Univesiteti, Bakı, Azərbaycan
musa.rzayev.73@mail.ru

Açar sözlər: *dairə, hissə, məsələ, isbat, məzmun, metod, təfəkkür, tədris, məşğələ, islahat, keyfiyyət, çevrə, radius, toxunan, vətər.*

Həndəsnin tədrisində başqa bəhslərdə olduğu kimi "Dairə və onun hissələrinin sahəsi" bəhsi üzrə isbata aid məsələlər həll etdirilməsinin böyük əhəmiyyəti vardır. Metodik ədəbiyyatda göstərildiyi kimi isbat məsələlərinin həlli şagirdlərin keçilən materialı təkrar edərək dərindən mənimsəməsinə yaxından kömək edir. Həmçinin şagirdlərin zehnini itiləşdirir, onların diqqət və təfəkkürünü inkişaf etdirir. İsbata aid məsələlər həlli həm də şagirdlərdə bu və ya digər mühakiməyə tənqidi yanaşmaq vərdişi aşılayır. Həndəsədən isbat məsələləri həll etdirərkən müxtəlif isbat metodlarından istifadə edilməsi çox faydalıdır. Təcrübə göstərir ki, orta məktəb şagirdləri analtik, sintetik və əksini fərz etmə metodu ilə isbatı daha tez və dərin mənimsəyirlər. Hamımıza məlumdur ki, müasir məktəb qarşısında qoyulan vəzifələrin həyata keçirilməsində müəllim böyük simadır. Lakin tədris prosesində müəllimin nəcib əməyində onun işini asanlaşdırmaq üçün diqqətli tərtib edilmiş dərslik və məsələ kitabları da əvəzsiz əhəmiyyətə malikdir. Təhsil sahəsində aparılan son islahatlarla əlaqədar olaraq VI-IX siniflər üzrə "Həndəsə" məzmun xəttinə dair kifayyətləndirici dərslik və dərs vəsaitləri nəşr edilməsinə baxmayaraq, hələ də əvvəlki illərdə nəşr edilmiş məsələ və dərsliklərdən yenə də istifadə edilir. Bu dərliklər və ədəbiyyatlar isə günün tələbələrinə uyğun gəlmir. Xüsusilə məsələ kitablarında müəllim istədiyi məsələni tapa bilmir. Məsələn nəşr edilmiş vəsaitlərdə "Dairə və onun hissələrinin sahəsi" ilə əlaqədar verilmiş məsələlərin sayı kifayət etmir.



Şəkil 1.

Bu çətinliyin öhdəsindən gəlmək məqsədilə müxtəlif metodik ədədbiyyatlarda, elmi-metodik jurnallardan əldə edilmiş məsələlərdən istifadə aparılan tədqiqatın səmərəsini kifayət qədər artıracağına əminik. Seçilmiş məsələlərdən müəllimlər həm dərsdə həm də dərsdən kənar məşğələlərdə istifadə edə bilər. IX sinif üçün dərc edilmiş riyaziyyat dərsliyində, o cümlədən, metodik ədəbiyyatlarda "Dairə və onun hissələrinin sahəsi" bəhsinə dair məsələlərin azlığını nəzərə alaraq aşağıda bir neçə isbat məsələlərinin həllini göstərək. Məqalənin həcmini genişləndirməmək məqsədilə verilənləri və nəyin isbat ediləcəyini ayrıca göstərmədim. Təbii ki, bu kimi hallar məsələnin mətnindən aydın görmək olur.

Məsələ 1. AB ilə CD bir-birinə perpendikulyar iki diametrdir. D nöqtəsi mərkəz götürülərək AD radiusu ilə AMB qövsü çəkilmişdir. Alınan $AMBC$ ayparasının ABD üçbucağı ilə müadil (bir böyüklükdə) olduğunu isbat edin (şəkil 1).

İsbatı. Şəkil 1-dən göründüyü kimi $S_{\Delta ADB} = \frac{2R \cdot R}{2} = R^2$ olar. Burada R çevrənin radiusudur.

$AD = R\sqrt{2}; A\breve{M}B = 90^0$-dir.

$$S_{\Delta MBD} = \frac{\pi(R\sqrt{2}) \cdot 90^0}{360^0} = \frac{\pi R^2}{2};$$

$$S_{\Delta MBO} = S_{\Delta MBD} - S_{\Delta ABD} = \frac{\pi R^2}{2} - R^2;$$

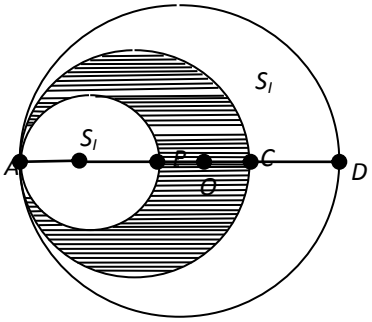
$$S_{\Delta MBC} = S_{\Delta OBC} - S_{\Delta OBM} = \frac{\pi R^2}{2} - \left(\frac{\pi R^2}{2} - R^2\right) = R^2 \text{ olur.}$$

Deməli, $S_{\Delta MBC} = S_{\Delta ABD}$ olur. Bunu da isbat etmək tələb olunurdu.

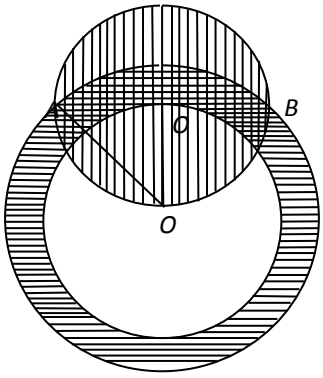
Məsələ 2. İki konsentrik çevrədən böyüyünün kiçik çevrəyə toxunan vətərini diametr qəbul edərək qurulan dairə, çevrələr arasındakı halqa ilə müadildir. Bunu isbat edin (şəkil 2).

İsbatı. Tutaq ki, vətərin uzunluğu a-dır. Toxunma nöqtəsinə çəkilən radius r və vətərin ucuna çəkilən radius R-dir.

Onda $S_{halqa} = \pi(R^2 - r^2) = \pi\left(\frac{a}{2}\right)^2$ olur. Burada ΔAOO_1-dən $R^2 - r^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2$ olduğu nəzərə alınmışdır. Bu da diametri a olan dairənin halqa ilə müadil olduğunu göstərir. Bunun da isbatı tələb olunurdu.



Şəkil



Şəkil

Məsələ 3. Dairənin AD diametri $AB = BC - CD$ kimi üç bərabər hissəyə bölünmüşdür. AB və CD diametr qəbul edilərək çevrələr qurulmuşdur. Bu çevrələrlə dairə sahəsinin 5:3:1 nisbətində bölündüyünü isbat edin (şəkil 3).

İsbatı. Tutaq ki, $OB = r$-dir. Onda $AB = 2r; AO = 3r$ və $S_{III} = \pi R^2$; $S_{II} = \pi(2r)^2 - \pi r^2 = 3\pi r^2$; $S_I = \pi(3r)^2 - \pi(2r)^2 = 5\pi r^2$ olar.

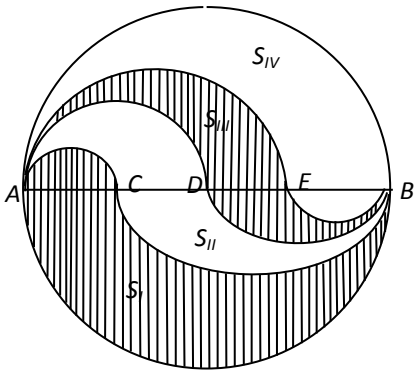
Deməli, $S_I : S_{II} : S_{III} = 5\pi r^2 : 3\pi r^2 : \pi r^2 = 5:3:1$ olur.

Məsələ 4. Şəkil 4-də $AC = CD = DE = EB$ olduğu verilir. AC, AD, AE və BE yarımçevrələrin diametrləridir. İsbat edin ki, $S_I = S_{II} = S_{III} = S_{IV}$

İsbatı. Tutaq ki, $AC = a$-dır.

Onda: $S_I = \frac{\pi a^2}{8} + \frac{\pi(4a)^2}{8} - \frac{\pi(3a)^2}{8} = \pi a^2$;

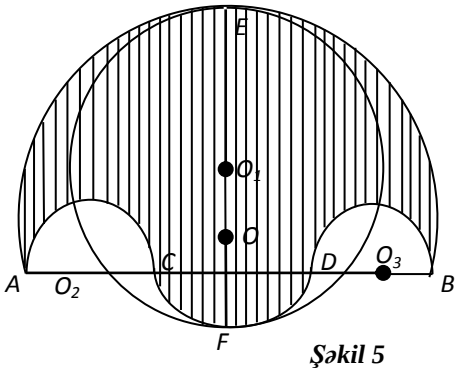
$S_{III} = \frac{\pi(2a)^2}{8} - \frac{\pi a^2}{8} + \frac{\pi(3a)^2}{8} - \frac{\pi(2a)^2}{8} = \pi a^2$; $S_{III} = S_{II}$ və $S_{IV} = S_I$ olduğu şəkildən görünür. Beləliklə, $S_I = S_{II} = S_{III} = S_{IV}$ alırıq.



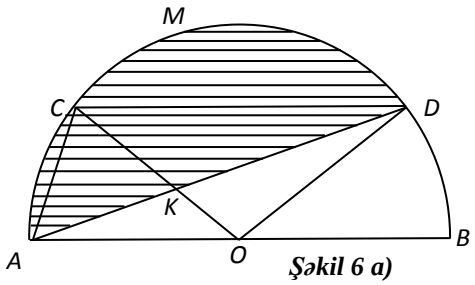
Şəkil 4

Məsələ 5. Şəkil 5-də $AC = DB, AO = OB$ və $EF \perp AB$-dir. AC, CD, DB və AB isə yarımçevrələrin diametrləridir. Bu yarım çevrələrlə əhatə olunmuş fiqurun EF diametrli dairə ilə müadil olduğunu isbat edin.

İsbatı. $AC = 2x, CD = 2y$ olsun. Onda $AO = 2x + y, EF = 2(x + y)$ olar. Əyrixətli fiqurun sahəsi $S_I = \frac{\pi AO^2}{2} + \frac{\pi OC^2}{2} - \frac{2\pi AC^2}{8} = \frac{\pi(2x+y)^2}{2} + \frac{\pi y^2}{2} - \frac{8\pi x^2}{2} = \pi(x + y)^2$ olur. Dairənin sahəsi isə $S_{II} = \pi(x + y)^2$ olar. Buradan da tələb edilənin isbat edildiyi aydın olur, yəni $S_I = S_{II}$ olur.

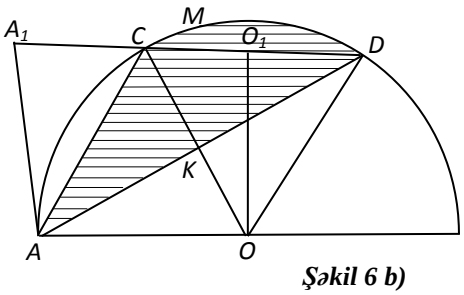


Şəkil 5

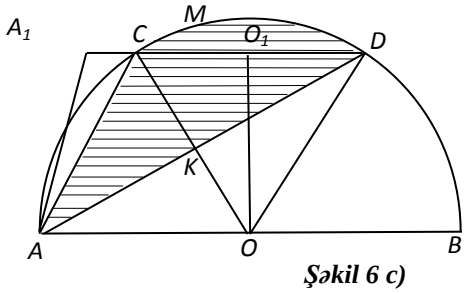


Şəkil 6 a)

Məsələ 6. AOB diametrli yarımçevrənin (şəkil 6) diametrinin A və B uclarından AC və BD qövsləri ayrılmışdır. İsbat edin ki, AC və AD parçaları CD qövsü ilə əhatə olunmuş fiqurun sahəsi:



Şəkil 6 b)



Şəkil 6 c)

a) AC və BD qövsləri bərabər olarsa, COD sektorunun sahəsinə bərabərdir;

b) AC qövsü BD qövsündən kiçik olarsa, COD sektorunun sahəsindən kiçikdir;

c) AC qövsü BD qövsündən böyük olduqda COD sektorunun sahəsindən böyükdür.

İsbatı. a) Tutaq ki, M nöqtəsi CD qövsü üzərindədir. Oturacaqları eyni CD və hündürlükləri bərabər olduğundan ACD və COD üçbucaqları müadildir. Ona görə də $ACMD$ və $OCMD$ fiqurları da müadildir.

b) Tutaq ki, $\widetilde{AC} < \widetilde{BD}$-dir CD düz xəttini çəkək. $AA_1 \perp CD$ və $OO_1 \perp CD$ çəkək. $AA_1 < OO_1$ olduğuna görə $S_{ACD} < S_{COD}$ olur. Hər iki tərəfə S_{CMD}-ni əlavə etsək nəticəni alarıq.

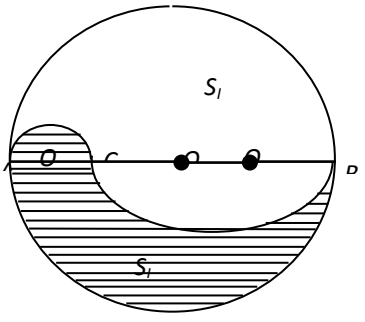
c) $\widetilde{AC} > \widetilde{BD}$ olsun, b) bəndində olduğu kimi $AA_1 \perp CD$ və $OO_1 \perp CD$ çəkək. $OO_1 < AA_1$ olduğundan $S_{ACD} > S_{COD}$ olar və s.

Bu məsələni ACK və KOD üçbucaqlarının sahələrini müqayisə etməklə də isbat etmək olar.

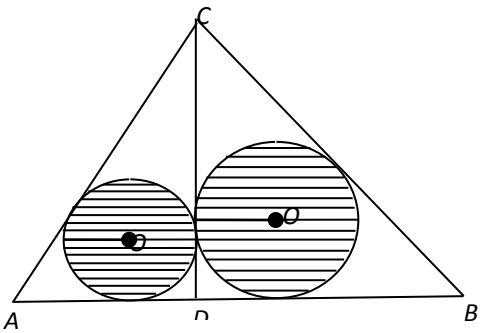
Məsələ 7. Şəkil 7-də olduğu kimi C nöqtəsi dairənin AB diametri üzərindədir. AC və CB parçaları diametr qəbul edilərək, AB diametrinin müxtəlif tərəflərində yarımçevrələr qurulmuşdur. İsbat edin ki, ACB əyrisi dairəni elektriki hissəyə bölür ki, bu hissələrin sahələrinin nisbəti $AC:CB$ kimidir.

İsbatı. şəkildən göründüyü kimi,

$S_I : S_{II} = \frac{\frac{\pi}{8}AC^2 + \frac{\pi}{8}AB^2 - \frac{\pi}{8}CB^2}{\frac{\pi}{8}BC^2 + \frac{\pi}{8}AB^2 - \frac{\pi}{8}AC^2} = \frac{AB^2 - (CB+AC)(CB-AC)}{AB^2 + (CB+AC)(CB-AC)} = \frac{AB-CB+AC}{AB+CB-AC} = \frac{2AC}{2BC} = \frac{AC}{BC}$ olur.



Şəkil 7



Şəkil 8

Məsələ 8. ABC düzbucaqlı üçbucağının AB diametrinə CD perpendikulyarı endirilmişdir. ACD və BCD üçbucaqların daxilinə çəkilmiş dairələrin sahələri nisbətinin bu üçbucaqların sahələri nisbəti ilə mütanasib olduğunu isbat edin (şəkil 8).

İsbatı. ACD və CDB üçbucaqları daxilinə çəkilmiş dairələrin sahələri nisbəti $AC^2:BC^2$ olduğundan və $\Delta ACD \sim \Delta CDB$ olduğundan onların sahələri nisbəti də $AC^2:BC^2$ olar. Buradan da yuxarıda göstərdiyimiz təklifin isbatı aşkar olur.

Ədəbiyyat

1. Tahirov B.Ö., Namazov F.M., Əfəndi S.N., Qasımov E.A., Abdullayeva Q.Z. Riyaziyyatın tədrisi üsulları. Bakı, 2007, 252 ы.
2. Зарукина Е.В. Активные методы обучения: рекомендации по разработке и применению: учеб.-метод. пособие / Е.В. Зарукина, Н.А. Логинова, М.М. Новик. СПб: СПбГИЭУ, 2010.

РЕЗЮМЕ

РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ПЛОЩАДИ КРУГА И ЕЕ ЧАСТЕЙ

Рзаев М.Т.

***Ключевые слова**: круг, часть, вопрос, доказательство, содержание, метод, мышление, учение, упражнение, реформа, качество, окружность, радиус, касательная, сухожилие*.

В данной работе исследованы пути решения некоторых задач на доказательство на вычисление площади круга и его частей, приведенных в подстандарте в содержательной части «Геометрия» в школьном математическом образовании. В обсуждаемых вопросах части, полученные от прикосновения к кругам с разной концентрацией или вычисление площадей частей круга, решались на основе примеров. Статья может быть широко использована при проведении внеурочной работы и подготовке учащихся к предметным олимпиадам.

SUMMARY

RESOLUTION OF PROOF ISSUES ON THE AREA OF THE CIRCLE AND ITS PARTS

Rzayev M.T.

***Key words:** circle, part, issue, proof, content, method, thinking, teaching, exercise, reform, quality, circumference, radius, tangent, tendon*

In this work, the ways of solving some proof problems regarding the calculation of the area of a circle and its parts given in the sub-standard in the content line "Geometry" in school mathematics education were investigated. In the discussed issues, the parts obtained from touching the circles with different concentrations or the calculation of the areas of the parts of the circle were solved on the basis of examples. The article can be widely used in conducting extracurricular activities and preparing students for subject olympiads.

QEYRİ-MÜƏYYƏNLİKLƏRİN HESABLANMA ÜSULLARI HAQQINDA

Səfərli İ.İ.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

ilaheseferli20@gmail.com

***Açar sözlər:** təhsil, riyazi analiz, qeyri-müəyyənlik, funksiya, limit*

Məqalədə “$\frac{0}{0}$” və “$\frac{\infty}{\infty}$” şəklində qeyri-müəyyənliklərin hesablanmasına aid konkret misallar həll edilir. Həm “$\frac{0}{0}$”, həm də “$\frac{\infty}{\infty}$” şəklində qeyri-müəyyənlikləri yaradan səbəblər göstərilir və bu qeyri-müəyyənliklərdən azad olma yolları göstərilir.

Riyazi analiz kursunun əsas anlayışlarından biri funksiyanın limiti anlayışıdır. Funksiyanın limitinin hesablayanmasında “$\frac{0}{0}$” və “$\frac{\infty}{\infty}$” şəklində qeyri-müəyyənliklərə tez-tez rast gəlinir. Bu tip qeyri-müəyyənlikləri hesablayarkən eynigüclü çevirmələrdən istifadə etmək daha məqsədəuyğundur.

Bu metodik məqalədə də bu tip məsələlərdən bir neçəsi araşdırılır.

Misal 1. $\lim\limits_{x\to 1}\dfrac{x^4-3x+2}{x^5-4x+3}$ limitini hesablayın.

Həlli. Baxılan misalda "$\frac{0}{0}$" şəklində qeyri-müəyyənlik çoxhədlilərin bölünməsi nəticəsində alınır, belə ki, $x=1$ olduqda kəsrin surətindəki və məxrəcindəki çoxhədlilərin qiyməti sıfra bərabər olur. Bu isə öz növbəsində kəsrin limiti haqqında teoremin şərtlərinin ödənilmədiyini göstərir. Bu halda şagirdlərə və tələbələrə göstərmək lazımdır ki, limiti həll etmək üçün Bezu teoreminin nəticəsindən istifadə edilməlidir. Bezu teoreminin nəticəsinə görə surətdəki və məxrəcdəki çoxhədlilər $x=1$ nöqtəsində sıfra çevrildiyindən bu çoxhədlilər $(x-1)$-ikihədlisinə qalıqsız bölünməlidir. Çoxhədliləri $(x-1)$-ikihədlisinə bölmək üçün Hörner sxemindən istifadə etsək;

x^4-3x+2 çoxhədlisi üçün 1

1	0	0	-3	2
1	1	1	-2	0

olduğundan $x^4-3x+2=(x-1)(x^3+x^2+x-2)$ olar.

x^5-4x+3 çoxhədlisi üçün 1

1	0	0	0	-4	3
1	1	1	1	-3	0

olduğundan $x^5-4x+3=(x-1)(x^4+x^3+x^2+x-3)$ olar.

Bu ayrılışları limit altındakı ifadədə yerinə yazsaq,

$$\lim_{x\to1}\frac{x^4-3x+2}{x^5-4x+3}=\lim_{x\to1}\frac{x^3+x^2+x-2}{x^4+x^3+x^2+x-3}=1.$$

alarıq.

Qeyd edək ki, "$\frac{0}{0}$" şəklində qeyri-müəyyənlik iki çoxhədlinin nisbətindən yaranırsa, onda kəsrin surətindəki və məxrəcindəki çoxhədlini $(x-a)$-ya (a - çoxhədlini sıfra çevirən nöqtədir) bölməklə qeyri-müəyyənliyi yaradan ifadə aradan qaldırılır. Nəticədə kəsrin limiti haqqındakı teoremin şərtləri ödənilir.

Misal 2. $\lim\limits_{x\to1}\frac{x^3-x^2-x+1}{x^4+x^2-5x+3}$ limitini hesablayın.

Həlli. Hesablanması tələb olunan limit "$\frac{0}{0}$" şəklində qeyri-müəyyənlikdir. Kəsrin surət və məxrəci $x=1$ olduqda sıfra çevrildiyindən surət və məxrəc $x-1$ fərqinə bölünər. Hörner sxemindən istifadə etsək;

x^3-x^2-x+1 üçün 1

1	-1	-1	1
1	0	-1	0
1	1	0	

olduğundan $x^3-x^2-x+1=(x-1)(x^2-1)=(x-1)(x-1)(x+1)=(x-1)^2(x+1)$ olar.

x^4+x^2-5x+3 üçün 1

1	1	-5	3
1	2	-3	0
1	3	0	

isə $x^4+x^2-5x+3=(x-1)^2(x+3)$ olar. Bunları nəzərə alsaq,

$$\lim_{x\to1}\frac{x^3-x^2-x+1}{x^4+x^2-5x+3}=\lim_{x\to1}\frac{(x-1)^2(x+1)}{(x-1)^2(x+3)}=\lim_{x\to1}\frac{x+1}{x+3}=\frac{2}{4}=\frac{1}{2}$$ alarıq.

Qeyd edək ki, əgər $x=a$ ədədi surətdəki və məxrəcdəki çoxhədlilərin təkrarlanan kökü olarsa, onda $x=a$ surət və məxrəcin eyni tərtibdən təkrarlanan kökü olduqda limit sonlu olar. Əgər $x=a$ kökünün təkrarlanma dərəcəsi surətdə böyükdürsə, onda limit sıfra bərabər, əks halda isə sonsuzluq olar.

Məsələn, $\frac{x^3-x^2-x+1}{x^4+x^2-9x^2+11x-4}$ kəsri üçün $x=1$ surətdəki çoxhədlinin ikiqat kökü, məxrəcdəki çoxhədlinin isə üçqat kökü olduğundan kəsrin $x\to1$ şərtində limiti sonsuzluq olar. Doğrudan da,

$$\lim_{x\to1}\frac{x^3-x^2-x+1}{x^4+x^2-9x^2+11x-4}=\lim_{x\to1}\frac{(x-1)^2(x+1)}{(x-1)^3(x+4)}=\lim_{x\to1}\frac{x+1}{(x-1)(x+4)}=\infty.$$

Misal 3. $\lim\limits_{x\to1}\frac{\sqrt[3]{x+26}-3}{\sqrt{x+8}-3}$ limitini hesablayın.

Həlli. Bu halda da "$\frac{0}{0}$" şəklində qeyri-müəyyənlik alınır. Lakin, bu halda qeyri-müəyyənlik irrasional ifadələrin hesabına meydana çıxır. Belə olan halda qeyri-müəyyənliyi hesablamaq üçün kəsrin surət və məxrəcini irrasional olan ifadənin (bu ifadə kəsrin surətində və eyni zamanda məxrəcində də ola bilər, baxılan misalda olduğu kimi) qoşmasına vurmaq lazımdır. Bu eynigüclü çevirmədən sonra qeyri-müəyyənliyi yaradan ifadə aradan qalxır.

Qeyd edək ki, irrasional ifadənin qoşmasını təyin etmək üçün

$$a^n - b^n \equiv (a-b)\left(a^{n-1} + a^{n-2}b + \cdots + b^{n-1}\right)$$

eyniliyindən istifadə etmək lazımdır. Burada $a^{n-1} + a^{n-2}b + \cdots + b^{n-1}$ cəmi $(a-b)$ fərqinin $\left(a^n - b^n\right)$-ə nəzərən qoşmasıdır.

Beləliklə, $\left(\sqrt[3]{x+26} - 3\right)$-ün qoşması $\sqrt[3]{(x+26)^2} + 3\sqrt[3]{x+26} + 9$; $\left(\sqrt{x+8} - 3\right)$-ün qoşması isə $\sqrt{x+8} + 3$ olur. Onda kəsrin surət və məxrəcini göstərilən qoşmalara vursaq,

$$\lim_{x\to 1} \frac{\sqrt[3]{x+26} - 3}{\sqrt{x+8} - 3} = \lim_{x\to 1} \frac{(x-1)\left(\sqrt{x+8} + 3\right)}{(x-1)\left(\sqrt[3]{(x+26)^2} + 3\sqrt[3]{x+26} + 9\right)} = \lim_{x\to 1} \frac{\sqrt{x+8} + 3}{\sqrt[3]{(x+26)^2} + 3\sqrt[3]{x+26} + 9} = \frac{3+3}{9+9+9} = \frac{2}{9}$$

alarıq.

Misal 4. $\lim\limits_{x\to 0} \dfrac{\sin x - tgx}{\sin^3 x}$ limitini hesablayın.

Həlli. Əgər "$\frac{0}{0}$" şəklində qeyri-müəyyənlik triqonometrik funksiyaların köməyi ilə baş verirsə, onda birinci görkəmli limit adlanan $\lim\limits_{\alpha\to 0} \dfrac{\sin\alpha}{\alpha} = 1$-dən istifadə etmək lazımdır.

$\dfrac{\sin x - tgx}{\sin^3 x}$ kəsrini eynigüclü çevirmə ilə aşağıdakı kimi yaza bilərik:

$$\frac{\sin x - tgx}{\sin^3 x} = \frac{\sin x - \dfrac{\sin x}{\cos x}}{\sin^3 x} = \frac{\sin x\cos x - \sin x}{\cos x \sin^3 x} = \frac{\sin x(\cos x - 1)}{\cos x \sin^3 x} = \frac{-(1-\cos x)}{\cos x \sin^2 x} =$$

$$= \frac{-2\sin^2\dfrac{x}{2}}{\cos x \sin^2 x} = -\frac{2}{\cos x} \cdot \frac{\dfrac{\sin^2\dfrac{x}{2}}{\left(\dfrac{x}{2}\right)^2} \cdot \dfrac{x^2}{4}}{\dfrac{\sin^2 x}{x^2} \cdot x^2} = -\frac{2}{\cos x} \cdot \frac{\left(\dfrac{\sin\dfrac{x}{2}}{\dfrac{x}{2}}\right)^2}{\left(\dfrac{\sin x}{x}\right)^2} \cdot \frac{1}{4}$$

Buradan $\lim\limits_{x\to 0}\left(\dfrac{\sin\dfrac{x}{2}}{\dfrac{x}{2}}\right)^2 = 1$, $\lim\limits_{x\to 0}\left(\dfrac{\sin x}{x}\right)^2 = 1$ olduğunu nəzərə alsaq, $\lim\limits_{x\to 0} \dfrac{\sin x - tgx}{\sin^3 x} = -\dfrac{2}{4} = -\dfrac{1}{2}$ alarıq.

Misal 5. $\lim\limits_{x\to\infty} \dfrac{\sqrt{x^2+3} - 1}{\sqrt[3]{x^3 + 2x + 1} + 4}$ limitini hesablayın.

Həlli. Hesablanması tələb olunan limit "$\frac{\infty}{\infty}$" şəklində olan qeyri-müəyyənlikdir. "$\frac{\infty}{\infty}$" şəklindəki qeyri-müəyyənliyi hesablamaq üçün kəsrin surət və məxrəcini məxrəcin ən yüksək dərəcəli həddinə bölmək lazımdır. Aydındır ki, baxılan misalda məxrəcin ən yüksək dərəcəli həddi x-dir. Onda surət və məxrəci x-ə

bölsək, $\frac{\sqrt{x^2+3}-1}{\sqrt[3]{x^3+2x+1}+4}=\frac{\sqrt{1+\frac{3}{x^2}}-\frac{1}{x}}{\sqrt[3]{1+\frac{2}{x^2}+\frac{1}{x^3}}+\frac{4}{x}}$ alarıq. Alınan bərabərliyin sağ tərəfindəki kəsrin $x\to\infty$ şərtinin və məxrəcinin sonlu limiti var və 1-ə bərabərdir. Deməli, $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{\sqrt{x^2+3}-1}{\sqrt[3]{x^3+2x+1}+4}=1$ olur.

Misal 6. $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{x+2}{\sqrt[3]{x^4+3x^2-1}+5}$ limitini hesablayın.

Həlli. Baxılan limit də "$\frac{\infty}{\infty}$" şəklində qeyri-müəyyənlikdir. Yuxarıdakı misalda olduğu kimi kəsrin surət və məxrəcini məxrəcin yüksək dərəcəli həddinə $x^{\frac{4}{3}}$-ə bölsək, $\frac{x+2}{\sqrt[3]{x^4+3x^2-1}+5}=\frac{\frac{1}{\sqrt[3]{x}}+\frac{2}{x\sqrt[3]{x}}}{\sqrt[3]{1+\frac{3}{x^2}-\frac{1}{x^4}}+\frac{5}{x\sqrt[3]{x}}}$ alarıq. Buradan isə $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{x+2}{\sqrt[3]{x^4+3x^2-1}+5}=0$ alınır.

Misal 7. $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{\sqrt{x^3+3}-2}{2x+5}$ limitini hesablayın.

Həlli. Kəsrin surət və məxrəcini məxrəcin yüksək dərəcəli həddinə, yəni x-ə bölsək, $\frac{\sqrt{x^3+3}-2}{2x+5}=\frac{\sqrt{x+\frac{3}{x^2}}-\frac{2}{x}}{2+\frac{5}{x}}$ alarıq. Buradan da $\lim\limits_{x\to\infty}\frac{\sqrt{x^3+3}-2}{2x+5}=\infty$ alınır.

Qeyd edək ki, misal 5,6,7-dən aşağıdakı nəticəyə gəlmək olar:

Əgər "$\frac{\infty}{\infty}$" şəklində qeyri-müəyyənlikdə;

a) surət və məxrəcin dərəcələri eynidirsə, onda limit sonludur və bu limit surət və məxrəcin ən yüksək dərəcəli hədlərinin əmsallarının nisbətinə bərabərdir;

b) kəsrin surətinin dərəcəsi məxrəcinin dərəcəsindən böyükdürsə, onda limit sonsuzluğa (yüksək dərəcəli hədlərin əmsalları eyni işarəlidirsə, onda "$+\infty$"-a, əks halda "$-\infty$"-a) bərabərdir;

c) kəsrin surətinin dərəcəsi məxrəcinin dərəcəsindən kiçikdirsə limit sıfra bərabərdir.

Ədəbiyyat

1. Səfərli İ.S. Riyazi analiz fənnindən məşğələlərin təşkili // Azərbaycan Texniki Universiteti, Elmi əsərlər, fundamental elmlər, №3, cild X (39), Bakı-2011, s. 95-97.
2. Qəhrəmanov P.F., Cabbarov İ.İ., Səfərli İ.S., Hüseynov Z.Q. Riyazi analizdən məsələ və misallar. Sumqayıt: Dizayn El MMC, 2009.
3. Cəbrayılov M.S., Əliyev B.Ə. Riyazi analiz: birdəyişənli funksiyanın diferensial hesabı. Bakı : Çaşıoğlu, 2006.

РЕЗЮМЕ
ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ВЫЧИСЛЕНИЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ

Сафарли И.И.

Ключевые слова: *образование, математический анализ, неопределенность, функция, предел/*

В работе вычисляется предел неопределенностей виде «$\frac{0}{0}$» и «$\frac{\infty}{\infty}$» в конкретных примерах. Указывается способ об устроение неопределенностей в виде «$\frac{0}{0}$» и «$\frac{\infty}{\infty}$». Дан конкретный совет.

SUMMARY
A METHOD OF CALCULATING UNCERTAINTY
Safarli I.I.

Keywords: *education, mathematical analysis, the uncertainty, function, limit.*

We calculate the limit of uncertainty as "$\frac{0}{0}$" and "$\frac{\infty}{\infty}$" in the specific examples. Specifies how the dispensation of uncertainty as "$\frac{0}{0}$" and "$\frac{\infty}{\infty}$". Given specific advice.

ALİ VƏ ORTA MƏKTƏB ARASINDA VARİSLİYİN PEDAQOJİ-PSİXOLOJİ ƏSASLARI

Səfərli İ.S.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
i.safarli@mail.ru

Açar sözlər: *məktəb, təhsil, tələbə, müəllim, pedaqoji*

Müstəqil respublikamızda sosial-iqtisadi həyatın inkişafı böyüməkdə olan gənc nəslin təlim-tərbiyəsinə yeni təfəkkür tərzi ilə yanaşmağı, əvvəlki təhsilin ən mütərəqqi cəhətlərinin təkmilləşdirərək yeni təlim şəraitinə uyğunlaşdırmağı və hərtərəfli inkişafın yeni pedaqoji sistemini hazırlamağı tələb edir [1]. Bu baxımdan fasiləsiz təhsilin ilkin pilləsindən biri olan orta məktəb ilə ali məktəb təlimi arasında varisliyin imkan və yollarının uzlaşdırılması aktual bir məsələ kimi xüsusi tədqiqat aparılmasını tələb edir. Təhsilin ilkin pilləsindən biri olan orta məktəb pilləsinə məktəb hüdudunda fəaliyyət göstərən və həmin dairədə də qapanıb qalan təlim prosesi kimi deyil, ali məktəbə, ali təhsil təliminə bünövrə, bazis prizmasından yanaşmaq zəruridir. Didaktik prinsiplərin mövcud təlim şəraitinə tətbiqi baxımından yanaşdıqda orta məktəb və ali məktəb arasında yalnız hər hansı bir əlaqə deyil, varislik – yəni orta məktəbdə öyrədilənlərin ali məktəbdə inkişaf etdirilməsi, bacarıq və vərdişlərə çevrilməsi istiqamətində iş getməlidir. Orta məktəbdə şagirdlərin ali məktəbə hazırlanmasına, onlara müəyyən biliklər verilməsinə diqqət yetirilsə də varisliyin yolları, pedaqoji əsasları, tədris materialları arasında varisliyin uyğunlaşdırılması kimi məsələlər tədqiq olunmamışdır. Hər iki təhsil müəssisəsində təlimin əsas prinsipi tədris və bilik inkişafı olduğuna görə bütün fəaliyyət təfəkkürün inkişafına yönəldilməlidir. Mütəxəssislərin qeydləri göstərir ki, lazımi fiziki və əmək hazırlığına malik olmayan, müşahidə qabiliyyəti zəif inkişaf etmiş şagirdlərin məktəbdə təlim fəaliyyəti də aşağı səviyyədə olur, təlim materiallarını mənimsəmək çətinləşir və proses mürəkkəbləşdikcə geriləmə çoxalır. Deməli, tərbiyənin həmin növlərinə məktəb təliminə müvəffəqiyyətlə başlamaq, çətin təlim tapşırıqlarının yerinə yetirilməsi yolunda iradi keyfiyyətlər nümayiş etdirmək bacarığı formalaşdırmaq mövqeyindən yanaşmaq lazımdır. Orta məktəblərdə əsas fəaliyyət növü olan fənlərin ilkin tədrisi təhsilin əsaslarına hazırlıq xarakteri daşımalı, öyrətmənin vasitəsi, səmərəli didaktik əsas rolunu oynamalıdır [2, 3].

Orta məktəb və ali məktəb arasında varislik savad təliminə münasibətdə daha aydın görünür. Əgər hər iki təhsil pilləsində təlim vahid tələblər, müvafiqlik, materialların yaş və konkret təcrübəyə uyğunlaşdırılması, inkişaf etdiricilik və s. pedaqoji prinsiplər əsasında təşkil olunarsa, uşaqların bilik və bacarıqlarından əməli nəticələr əldə etmək olar. Lakin varislik prinsipinin konkret olaraq savad təlimi məşğələlərinə tətbiqində bəzi amilləri nəzərə almaq lazımdır.

Hazırlıq səviyyəsinin müxtəlifliyinə baxmayaraq ali məktəbdə tələblərin inkişafı fənn müəllimlərindən, onların pedaqoji ustalığı, dərsin təşkili və quruluşundakı fəaliyyətindən, tətbiq etdiyi üsul və vasitələrin səmərəliliyindən, tələbələrə fərdi yanaşma qabiliyyətindən asılıdır. Məlumdur ki, eyni şəraitdə eyni fənni tədris edən müəllimlərin təlim göstəriciləri bərabər səviyyədə olmur. Lakin orta məktəb təhsilinin şagirdlərin ali məktəb fəaliyyətində əhəmiyyətli rolu danılmaz faktdır. Çünki orta məktəblərdə təlim-tərbiyənin qarşısında qoyulan əsas tələb şagirdlərdə elə bacarıq və vərdişlər formalaşdırmaqdır ki, ali məktəb fəaliyyəti bunlar üzərində təşkil və inkişaf etdirilə bilsin. Təhsilin hər iki mərhələsi arasında varisliyin pedaqoji əsasını təlim və tərbiyə prosesinə vahid tələblərlə yanaşma prinsipi təşkil edir. Orta məktəb və ali məktəb arasında əlaqə və varisliyin təmin olunmasında həm orta məktəbin, həm də ali məktəbin qarşısında konkret məqsədlər dayanır. [4]

Varisliyin təmin edilməsində ali məktəbin vəzifələri daha genişdir. Savad təliminin hazırlıq dövründə pedaqoji diaqnostika nəticəsində müəllim şagirdləri hərtərəfli öyrədir, əgər tələbə orta məktəbdən

gəlmişsə, onun təlim-tərbiyə baxımından bütün keyfiyyətləri ortaya çıxarılır. Bu zaman ali məktəb orta məktəb təliminin keyfiyyətinə dair pedaqoji mətbuat vasitəsilə sifarişlər və müəyyən məlumatlar verə bilər. Ali məktəb nəzərə almalıdır ki, orta məktəb təliminə ali məktəb təlim-tərbiyəsinin bir parçası, ali təhsilin bünövrəsi kimi yanaşmaq lazımdır. Buna uyğun olaraq ali məktəb orta məktəbə müəyyən didaktik tələb və tövsiyələr verə bilər, çünki orta məktəb təlim-tərbiyəsinin səviyyəsi ali məktəbə əməli yardım xarakteri daşıyır. Ali məktəb isə öz növbəsində, orta məktəbin şagirdlərdə formalaşdırdığı bilik və bacarıqları ali məktəbdə veriləcək yeni məzmunda əlaqələndirərək istifadə etməlidir. Ali məktəb orta məktəbin şagirdlərin şüurunda, davranışında formalaşdırdığı sərvəti qiymətləndirməli və ona fəal münasibət bəsləməlidir [5].

Orta məktəb və ali məktəb arasında varisliyin təmin olunması üçün spesifik iş növlərindən istifadənin əhəmiyyətinin də qeyd etmək lazımdır. Bu iş növlərinin bir qismi təlim, bəziləri isə təlimdən kənar xarakter daşıyır. Ali məktəb rəhbərliyi ilə görüş, ali məktəblə tanışlıq, 15 sentyabr bilik gününün bayram şəklində təşkili, qəbul imtahanlarında yüksək nəticə qazanmış tələbələrin ali məktəb tərəfindən mükafatlandırılması, birinci kurs tələbələri arasında bilik və idman yarışları, müəllimlərin ilk dərslərdə ali məktəb həyatı ilə bağlı məqsədyönlü müsahibəsi və s. işlər tələbələrin ali məktəblə bağlı psixoloji çətinliklərinin, "vahimənin" aradan qaldırılmasına səbəb olur, tələbələrin ali məktəb həyatına tez uyğunlaşmasına kömək göstərir.

Məlumdur ki, orta məktəb məzunlarının əksəriyyəti yaxın ərazilərdə yerləşən ali məktəblərdə oxumağı daha üstün tuturlar. Belə şəraitdə konkret orta məktəb müəllimləri ilə konkret ali məktəb müəllimləri arasında aşağıdakı pedaqoji əməkdaşlıq formalarından istifadə etmək olar:

1. Təlim prosesində varisliyi təmin etmək üçün ali məktəb müəlliminin orta məktəbdə aparılan dərsləri dinləməsi. Bunun nəticəsində müəllim varisliyi düzgün təşkil etmək üçün forma və yollar, metodlar müəyyənləşdirir.
2. Aparılan müşahidələrin nəticələri hər iki müəssisənin təşkil etdikləri elmi-praktik seminarlarda, pedaqoji mühazirələrdə və s. tədbirlərdə müzakirə olunur.
3. Orta məktəbin yuxarı sinif şagirdləri və birinci kurs tələbələrinin birgə iştirakı ilə bağlı tədbirlərin keçirilməsi şagirdlərin ali məktəb həyatına uyğunlaşdırılmasına kömək göstərir.
4. Orta məktəb məzunlarının tələbə olduqdan sonra əvvəl oxuduqları məktəblərə dəvət olunması, onların ali məktəb həyatı haqqında şəxsi təəssürat və müşahidələri ilə bağlı söhbətlərinin dinlənilməsi.
5. Orta məktəblərdə və ali məktəbin birinci kurs proqramlarında təlimin məzmunu, metod və vasitələri üzrə qabaqcıl müəllim-pedaqoqların və ali məktəb müəllimlərinin rəy sorğusunun, təcrübə mübadiləsinin aparılması varisliyin pedaqoji əsaslarının təkmilləşdirilməsinə əhəmiyyətli təsir edir.
6. Keçirilən bütün tədbirlərdə ali məktəbin orta məktəbə və orta məktəbin ali məktəbə olan tələblərinin aydınlaşdırılması varisliyin həyata keçirilməsini təkmilləşdirir, məzmun, forma, metod və vasitələrdən istifadədə uyğunluq və əlaqəni təmin edir.

Bütün bunlarla yanaşı, varislikdən istifadəni zəruriləşdirmək üçün proqramların tərtibində hər iki təhsil müəssisələrinin birgə işinə nail olmaq lazımdır. Əgər proqramda varislikdən istifadəyə konkret tələblər qoyularsa, onları yerinə yetirmək müəllimlərin həm vətəndaşlıq, həm də vəzifə borcu kimi qiymətləndirilir.

Beləliklə, orta məktəb və ali məktəb arasında varisliyə vahid təlim-tərbiyə vasitələrinin daha səmərəli şəraitdə həyata keçirilməsi vasitəsi kimi yanaşmaq lazımdır. Varislik prinsipi bütövlük, tamlıq, sistemlilik, fasiləsizlik anlayışlarının vəhdəti olmaqla təlimdə müvəffəqiyyətin və inkişafın vacib amilidir.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycanın təhsil siyasəti (1998-2004). I cild. Bakı: Çaşıoğlu, 2005
2. Mehrabov A. Azərbaycan təhsilinin müasir problemləri. Bakı: Mütərcim, 2007
3. Həmzəyev M. Pedaqoji psixologiya. Bakı: Nurlan, 1991
4. Ağayev Ə. Təlim prosesi: ənənə və müasirlik. Bakı: Adiloğlu, 2006
5. Kazımov N. Təlim keyfiyyətini yüksəltməyin yolları. Bakı, 1996

РЕЗЮМЕ
ПЕДАГОГИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРЕЕМСТВЕННОСТИ МЕЖДУ ВУЗОМ И СРЕДНЕЙ ШКОЛОЙ

Сафарли И.С.

***Ключевые слова**: школа, образование, студент, преподаватель, педагогический*

Данная статья посвящена педагогическим основам преемственности между средней школам и выше образованным школой. Педагогическим основанием связи и преемственности между средней школам и выше образованной школой является требование единого воспитательного воздействия на школьников на разных возрастных ступенях, средней и выше образованном так как, разделение труда по воспитанию школьниках между различными воспитательными учреждениями не

может служит причиной резко различного подхода к школьникам, или повторения того, что было дано детям на предыдущих ступенях их развития.

SAMMARY
PEDAGOGICAL AND PSYCHOLOGICAL FOUNDATIONS OF CONTINUITY BETWEEN UNIVERSITY AND SECONDARY SCHOOL
Safarli I.S.

Keywords: *school, education, student, teacher, pedagogical*

This article is dedicated to teaching the basics of continuity between secondary schools and higher educated school. Pedagogical basis of communication and continuity between high school and higher educated school is a requirement common educational impact on students at different age levels, secondary and higher educated as the division of labor on the education of pupils between various educational institutions can not cause dramatically different approach to the students, or a repetition of what has been given to children in the previous stages of their development.

PEDAQOJİ UNİVERSİTETLƏRDƏ RİYAZİYYAT MÜƏLLİMİ HAZIRLIĞININ PEŞƏ VƏ PEDAQOJİ İSTİQAMƏTİ

Süleymanova V.A., Mehbalıyeva E.V.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
a.s.vusale@gmail.com, esmira.mehbaliyeva@mail.ru

Açar sözlər: *pedaqoji institut, müəllim hazırlığı, əmək mədəniyyəti, riyaziyyat kursu, metodik-riyazi inkişaf.*

Müəllim əməyinə, onun hazırlığına diqqət yetirmək dövlətin yarandığı ilk günlərdən apardığı siyasətin xarakterik xüsusiyyətidir. Azərbaycan müəlliminin özünəməxsus məfkurəsi, əxlaqı, davranışı, əmək mədəniyyəti, sistemli, sarsılmaz, israrlı işi həm onun mənəvi yüksəlişi, həm gənc nəsildə fəal həyat mövqeyinin formalaşmasında həlledici rol oynayır həm də həqiqətən yüksək rütbəsi üçün hərtərəfli hazırlığını davam etdirir. Həmişə bu əhdi rəhbər tutmuş və rəhbər tutur. Biz müəllimin nüfuzunu hər cür yüksəltməli və qorumalıyıq.

Məktəb islahatına dair materiallarda vurğulanır ki, onun həyata keçirilməsi "tədrisin və metodlarının təkmilləşdirilməsinə, şagirdlərin idrak fəaliyyətinin, yaradıcı təfəkkürünün inkişafına diqqətin artırılmasına, onların bacarıqlarının inkişaf etdirilməsinə xüsusi diqqət yetirilməsini tələb edəcəkdir. Əldə edilmiş biliklərdən praktiki istifadə etmək islahatı ilk növbədə təhsilin məzmununa aid idisə, onun əsas vəzifəsi təhsilin məzmununu elmin, texnikanın və mədəniyyətin inkişafının tələblərinə uyğunlaşdırmaq, məktəbdə təlim-tərbiyə prosesinin təşkilati-metodiki təkmilləşdirilməsidir. Bu, müəllimlərə, onların bilavasitə praktiki fəaliyyətinə və ali pedaqoji təhsil müəssisələrində təhsil aldıqları müddətdə peşə hazırlığına yeni, artan tələblər qoyur. Ali təhsilli mütəxəssislərin hazırlanmasının keyfiyyətinin yüksəldilməsi məsələlərinə daim böyük diqqət yetirilir.

Pedaqoji institutların işinin səmərəliliyi və keyfiyyəti ilk növbədə əsl məzunun ustad müəllimin ideal modelinə nə dərəcədə uyğun olması, onun peşəkar bacarıqlara nə dərəcədə malik olması ilə müəyyən edilir. Azərbaycan müəllimlərinin və psixoloqlarının əsərlərində fənn müəlliminin pedaqoji institutda təlim-tərbiyə prosesində peşəkar bacarıqlarının formalaşması və onun bütün hazırlığının peşə-pedaqoji yönümlü olması ilə bağlı məsələlərə böyük diqqət yetirilir. Universitetdə mütəxəssisin və xüsusən də gələcək müəllimin peşə hazırlığının təkmilləşdirilməsi problemi ümumi pedaqoji baxımdan nəzəri səviyyədə öyrənilmişdir. İndi tələbələrin konkret xüsusi fənlərə tədrisinin peşəkar yönümlü olması problemi getdikcə aktuallaşır. Riyaziyyat fənləri üçün bu problemə, bir tərəfdən, riyaziyyatın həm fundamental, həm də tətbiqi elmlər arasında aparıcı mövqeyi xüsusi aktuallıq kəsb edir ki, bu da bir çox elmlərin müasir intensiv riyaziyyatlaşmasında aydın şəkildə özünü göstərir, digər tərəfdən akademik bir fənn kimi riyaziyyatın özünəməxsus mürəkkəbliyi hiss olunur. Bundan əlavə, digər məktəb fənləri arasında pedaqoji universitetin tələbəsi üçün gələcək tədris predmeti kimi riyaziyyat kursunun xüsusi çəkisi və əhəmiyyəti nəzərə alınmalıdır.

Bununla belə, qeyd etmək lazımdır ki, gələcək müəllimin riyazi hazırlığının peşəkar yönümlü olması əksər hallarda dar mənada başa düşülür, universitet tədrisində məktəb kursunun əsaslarının hərtərəfli əhatə olunması ilə eyniləşdirilir. Təhsilin peşəkarlaşdırılması probleminin psixoloji və pedaqoji inkişafı ilə onun metodik-riyazi inkişafı arasında əhəmiyyətli fərq var. Quruculuğun miqyasının və tempinin hazırkı vəziyyəti,

elm və texnikanın inkişafı, əhalinin ümumi mədəni səviyyəsinin yüksəlməsi, ümumtəhsil və peşə məktəblərinin islahatı şəraitində isə işin mahiyyəti müəllimin, xüsusən də riyaziyyat müəlliminin peşə hazırlığı getdikcə mürəkkəbləşir. Peşə hazırlığına qoyulan tələblər belə bir nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, məktəbin hazırkı inkişaf mərhələsinin problemlərinin həlli üçün zəruri olan riyaziyyat müəlliminin əsas peşə bacarıqlarının səviyyəsi pedaqoji institutda oxuduğu müddətdə işlənməyib.

Beləliklə, mövzunun aktuallığını xarakterizə edən üç motiv müəyyən edilmişdir:

1-ümumtəhsil və peşə məktəbi islahatı dövründə ali pedaqoji təhsil müəssisələrinin qarşısında duran əsas vəzifəyə - ümumən müəllimin, xüsusən də riyaziyyat müəlliminin peşə bacarıqlarının əsaslarının inkişaf etdirilməsi ehtiyacına uyğunluğu;

2-ədəbiyyatda mövzunun metodik və riyazi səviyyədə kifayət qədər dərin və dolğun işlənmələrinin olmaması, mövzunun açıqlanmasına sistemli yanaşmanın həyata keçirilməsi və onun ümumi pedaqoji inkişafına və məcmu təcrübəyə əsaslanması;

3-pedaqoji ali məktəblərin tələbələrinin riyazi-metodiki hazırlığının hazırkı səviyyəsi bu günün vəzifələrinə, hətta daha çox strateji vəzifələrə uyğun gəlmir və ona görə də bu səviyyəni tez bir zamanda yüksəltmək üçün imkanlar tapmaq lazımdır.

Yüksək ixtisaslı riyaziyyat müəllimlərinin hazırlanması ilə onların nəzəri anlayışı arasında uyğunsuzluq var. Bu problemli vəziyyətin təhlili və ondan çıxış yolunun axtarışı bu işin məzmununu təşkil edir. Riyaziyyat müəllimləri həm pedaqoji institutlar, həm də universitetlər tərəfindən hazırlanır. Universitet hazırlığının özünəməxsus xüsusiyyətləri, məqsədləri var və buna görə də xüsusi araşdırma tələb olunur. Riyaziyyat müəllimlərinin hazırlanmasının ən kütləvi forması onların pedaqoji institutlar sistemi vasitəsilə hazırlanmasıdır, burada gələcək müəllimin peşəkar bacarıqlarının əsaslarının formalaşdırılması dörd istiqamətdə aparılır: ideoloji, psixoloji-pedaqoji, metodik və xüsusi. Onlar bir-biri ilə bağlıdır, onların birliyi və bütövlüyü tələbələrin tədris və tərbiyəsinin peşə-pedaqoji yönümünün zəruri şərtidir. İlk iki istiqamət hər hansı bir ixtisas üzrə müəllim hazırlamaq təcrübəsində müəyyən dərəcədə vahiddir və buna görə də ümumi pedaqoji səviyyədə işlənib hazırlanır. Bu araşdırmada dördüncü istiqamət nəzərdən keçirilir, yəni riyaziyyat müəlliminin peşə bacarıqlarının əsaslarının formalaşmasında xüsusi fənlərin imkanları öyrənilir; üçüncü istiqamətin (metodiki) işlənməsi xüsusi tədqiqat tələb edən ayrıca elmi problemdir. Beləliklə, bu tədqiqatın obyekti pedaqoji institutlarda gələcək müəllimlərin riyazi hazırlığıdır. Tədqiqatın məqsədi pedaqoji ali məktəblərin tələbələrinə xüsusi fənlərin tədrisinin peşə-pedaqoji yönümünün həyata keçirilməsi imkanlarını tapmaq və müəyyən edilmiş imkanlar əsasında müəllimlərin riyazi hazırlığının təkmilləşdirilməsi üçün konkret praktiki tövsiyələr hazırlamaqdır. Bu məqsəd pedaqoji ali məktəblərin tələbələrinə riyaziyyatın tədrisinin peşə-pedaqoji yönümünü təşkil edən tədqiqatın predmetini müəyyənləşdirdi.

Riyaziyyatın bir elm və akademik bir fənn kimi əhəmiyyətini nəzərə alaraq və fərdin peşəkarlaşması və təhsilin peşəkarlaşması problemlərinə dair psixoloji-pedaqoji tədqiqatlara əsaslanaraq, peşə-pedaqoji oriyentasiya nəzəriyyəsini qurmaq mümkündür.

-gələcək müəllimlərə riyaziyyatın öyrədilməsi;

-pedaqoji universitet məzununun riyazi-metodiki hazırlığının qeyri-kafi səviyyədə olmasının əsas səbəbi ya institutun müəllimlərinin təhsilin peşə-pedaqoji yönümünün həyata keçirilməsinin vacibliyini dərk etməməsi, ya da təhsilin peşəkar və pedaqoji yönümünü həyata keçirə bilməməsid;

-təhsilin peşə-pedaqoji təmayülü konsepsiyası gələcək müəllimlərə riyaziyyatın tədrisi üçün metodik sistemin qurulması üçün adekvat əsas ola bilər.

Tədqiqatın ümumi probleminə uyğun olaraq onun konkret vəzifələri müəyyən edilmişdir. Onlar üç qrupa bölünür:

I. Birinci qrupa gələcək müəllimlərə riyaziyyatın tədrisinin peşəkar və pedaqoji istiqaməti konsepsiyasının nəzəri inkişafı ilə bağlı tapşırıqlar daxildir :

1. Konseptual və metodoloji aparatı hazırlamaq.

2. Məzmunu təşkil edən pedaqoji müddəaları formalaşdırmaq və əsaslandırmaq.

3. Müəllim hazırlığı universitetinin riyaziyyat kurslarında həyata keçirilməsi üçün obyektiv şərtləri müəyyən etmək.

II. İkinci qrupa gələcək müəllimlərə riyaziyyatın peşəkar və pedaqoji əsaslarla tədrisi üçün metodik sistemin qurulması ilə bağlı tapşırıqlar daxildir:

1. Pedaqoji ali məktəblərin tələbələrinin riyazi hazırlığının məqsədlərinin strukturlaşdırılması.

2. Müəllim hazırlığı universitetinin riyaziyyat kurslarının məzmununun seçilməsi üçün peşəkar və pedaqoji meyarlar hazırlamaq.

3. Peşəkar və pedaqoji baxımdan gələcək müəllimlərə riyaziyyatın tədrisinin ən mühüm metodlarını müəyyən etmək və müəllim hazırlığı universitetinin riyaziyyat kursunun metodik modelini yaratmaq.

4. Pedaqoji ali məktəblərin tələbələrinə riyaziyyatın tədrisinin müxtəlif formalarının peşə-pedaqoji yönümünün gücləndirilməsi imkanlarını aşkar etmək.

III. Üçüncü qrupa müəllim hazırlığı universitetinin xüsusi riyaziyyat kurslarında tədqiqatın nəzəri müddəalarının həyata keçirilməsi ilə bağlı tapşırıqlar daxildir:

1. Pedaqoji universitetin fundamental kurslarının tətbiqi yolunu izləyin ("Riyazi analiz" kursunun timsalında).

2. Pedaqoji institut üçün konkret praktiki kursda - "Riyazi məsələlərin həlli üzrə praktiki iş" kursunun həyata keçirilməsi yollarını araşdırmaq.

Məqalə nəzəriyyə ilə praktikanın dialektik vəhdəti haqqında, cəmiyyətin maddi və mənəvi sərvətlərinin inkişafında insan fəaliyyətinin roluna, insan fəaliyyətinin məqsədyönlü transformasiya xarakterinə əsaslanmışdır. Tədqiqatı həyata keçirən zaman sistematik yanaşmanın metodologiyası rəhbər tutulmuşdur. Tədqiqatın psixoloji və pedaqoji əsasını maarifləndirici və inkişaf etdirici təhsil anlayışı və fəaliyyətin öyrənilməsi konsepsiyası təşkil edir.

Aşağıdakı tədqiqat metodlarından istifadə edilmişdir: psixo-pedaqoji, riyazi və metodik ədəbiyyatın, məktəb və universitet proqramlarının, dərslik və dərs vəsaitlərinin təhlili; riyaziyyat müəllimlərinin sorğusu; məktəblilər, tələbələr, müəllimlər, universitet professorları ilə müsahibə; ekspert qiymətləndirmələri metodu; pedaqoji ali məktəblərin tələbələrinin riyazi hazırlıq səviyyəsinin kütləvi yoxlanılması; pedaqoji təcrübənin öyrənilməsi və ümumiləşdirilməsi; işin fərdi metodoloji müddəalarını yoxlamaq üçün eksperimentlərin axtarışı və müəyyənləşdirilməsi. İstifadə olunan tədqiqat metodlarının məzmunu, onların hər birinin köməyi ilə həll edilən konkret vəzifələr, eləcə də eksperimental materiallar təsvir edilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Кондрашова З.М. Фундаментализация методической подготовки учителя начальных классов (предметная область «математика») // Образование личности. 2017. № 4. С. 151–156.
2. Роберт И.В. Цифровая трансформация образования: вызовы и возможности совершенствования // Информатизация образования и науки. 2020. № 3 (47). С. 3–16.
3. Модели и практики профессионального развития учителей в зарубежных системах образования / Л.Ю. Грачева, Э.Р. Баграмян, М.Н. Цыганкова и др. // Образование и наука. 2020. № 6. С. 176–200.
4. Kaput J.J. Technology and mathematics education. Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. New York, 1992. Pp. 515–556.
5. Пахомова Н.Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении // Пособие для учителей и студентов педагогических вузов. М.: АРКТИ, 2003.

РЕЗЮМЕ

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗАХ

Сулейманова В.А., Мехбалиева Э.В.

Ключевые слова: *пединститут, подготовка учителей, культура труда, курс математики, методико-математическая разработка*

Внимание к работе учителей и их подготовке — характерная черта государственной политики с самого начала. Уникальноеировоззрение, поведение, культура труда, планомерный, непоколебимый, настойчивый труд азербайджанского учителя играют решающую роль в формировании активной жизненной позиции у подрастающего поколения. Мы должны всячески поднимать и защищать репутацию учителя.

SUMMARY

PROFESSIONAL AND PEDAGOGICAL DIRECTION OF TRAINING TEACHERS OF MATHEMATICS IN PEDAGOGICAL UNIVERSITIES

Suleymanova V.A., Mekhbaliyeva E.V.

Keywords: *pedagogical institute, teacher training, work culture, mathematics course, methodical and mathematical development*

Attention to the work of teachers and their training is a characteristic feature of state policy from the very beginning. The unique worldview, behavior, work culture, systematic, unwavering, persistent work of the Azerbaijani teacher play a decisive role in the formation of an active life position among the younger generation. We must raise and protect the reputation of the teacher in every possible way.

YENİ PEDAQOJİ TEXNOLOGİYALARDAN YARADICI İSTİFADƏ RİYAZİYYAT TƏLİMİNİN SƏMƏRƏLİLİYİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİ VASİTƏSİ KİMİ

Şükürov R.Y.
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Bakı, Azərbaycan
rasimshukurov53@gmai.com

***Açar sölər**: yeni pedaqoji texnologiyalar, riyaziyyat, riyaziyyat dərsi, təlim, öyrənənlər, səmərəlilik, yaradıcı*

Təqdim olunan işdə riyaziyyatın tədrisi prosesinə yeni pedaqoji texnologiyalardan istifadənin təlimin səmərəliliyinin artırılmasına baxılır. Təhsildə yeni pedaqoji texnologiyaların tətbiqində əsas məqsəd müasir tələblərə cavab verən demokratikləşmə, humanistləşdirmə, fərdiləşdirmə, inteqrasiya və humanitarlaşma prinsiplərini həyata keçirməyi bacaran, intellektual zənginliyə və potensiala malik yeni nəsil formalaşdırmaqdan ibarətdir. Həmçinin qeyd olunur ki, riyaziyyatın tədrisində təlimin yeni texnologiyalarından yaradıcı istifadə, öyrənənlərin təlim, təhsil, tərbiyəsinin inkişafı və formalaşmasına yaxından kömək edir.

Məlum olduğu kimi, orta məktəblərdə tədris edilən fənlər içərisində Riyaziyyat ən mühüm olanlardan biridir. Odur ki, dünyanın qabaqcıl ölkələrinin təhsil sistemində riyaziyyatın öyrənilməsinə xüsusi olaraq diqqət və maraq göstərilir. Riyaziyyat öyrənənlərin məntiqi təfəkkürünün formalaşmasında, mühakimə və idrak fəallığının inkişafında xüsusi rola malikdir. Riyaziyyat öyrənənlərdə məntiqi mühakimə, intuisiya və fəza təxəyyülünün inkişaf etməsinə kömək edir.

Riyaziyyatın tədrisində induksiya, deduksiya, ümumiləşdirmə, konkretləşdirmə, analiz və sintez, təsnifat, sistemləşdirmə, mücərrədləşdirmə, analogiya kimi əqli mühakimə metodlarından istifadə edilir ki, məhz bu da öyrənənlərdə məntiqi təfəkkürün inkişafına yol açır və onların diqqətinin, nitqinin, yaddaşının inkişaf etməsinə kömək göstərir.

Riyaziyyatı öyrənməklə vəziyyətin düzgün, məntiqi təhlilini aparmaq, məlum faktları və münasibətləri məlum olmayan faktlardan ayırmaq, müqayisə, bənzətmələr aparmaq, məlum olanlar əsasında düzgün fərziyyələr irəli sürmək, onları sübut etmək və ya təkzib etmək və s. kimi zehni fəaliyyətin digər keyfiyyətləri müəyyən etmək qabiliyyəti formalaşır.

Respublikamızda təhsilin əsas məqsədlərindən biri dünya təhsil meridianına çıxmaq, inkişaf etmiş ölkələrin təhsil təcrübəsini öyrənməklə daha mükəmməl sistemin yaradılmasına nail olmaqdır. Tədris metodologiyası mürəkkəb, çoxparametrli anlayışdır və təlimin məqsədini, məzmununu, qanunauyğunluqlarını və prinsiplərini səmərəli reallaşmaq məqsədilə istifadə edilir.

Təhsildə yeni pedaqoji texnologiyaların tətbiqində əsas məqsəd müasir tələblərə cavab verən demokratikləşmə, humanistləşdirmə, fərdiləşdirmə, inteqrasiya və humanitarlaşma prinsiplərini həyata keçirməyi bacaran, intellektual zənginliyə və potensiala malik yeni nəsil formalaşdırmaqdan ibarətdir.

Ölkəmizdə həyata keçirilən təhsil islahatının müasir mərhələsində təhsilin məzmununun yenilənməsinə və onun yeni pedaqoji texnologiyalar əsasında həyata keçirilməsinə mühüm diqqət yetirilir..

Pedaqoji texnologiyalardan istifadənin əsas istiqamətləri biliklərin düzgün mənimsənilməsi, innovasiya ilə bağlı müvafiq anlayışlar, müasir təlim prinsipləri və tədris metodlarından ən səmərəli istifadə ilə bağlıdır. Müəllimlərin yeni pedaqoji texnologiyalardan istifadə edən innovasiyaları, dünya təcrübəsindən novator kimi yararlanması, yeni tədris metodlarının, dərs növlərinin müəyyənləşdirilməsi təhsildə inkişafa geniş imkanlar yaradır.

Fəal təlim tədris prosesinin səmərəliliyini artırır, innovasiya yolu ilə nəticə əldə etmək vasitəsi rolunu oynayır, öyrənənləri maraq və fəallığa yönəldir, məqsədlərə çatmaqda lider mövqe tutur. Dərs zamanı öyrənənlərin əldə etdikləri bilik və bacarıqların tətbiqi, fikirlərinin əsaslandırılması və müdafiəsi, sərbəst düşünmə qabiliyyətinin formalaşdırılması təmin edilir. Fəal təlimin əsas üstünlüklərindən biri öyrənənlərin fəallığı, biliklərin müstəqil mənimsənilməsi və öz qabiliyyətlərinin reallaşdırılması, təşəbbüskarlıq istəyidir.

Təlimdə istifadə olunan üsullar inkişafa nə qədər şərait yaratsa, təlimin səmərəliliyi bir o qədər yüksək olar. Bu mənada interaktiv tədris metodları üstünlük təşkil edir.

Lakin müasir təlim metodlarından istifadə etmək heç də ənənəvi təlim metodundan imtina etmək demək deyildir. Təbii ki, ənənəvi təlim metodunun da üstünlükləri vardır. Bu metodla yetişən böyük bir

ziyalı ordusu vardır ki, təcrübəli pedoqoji kadrlar olaraq bu gün həm ali məktəblərdə, həm də orta məktəblərdə müasir təlim metodlarını böyük həvəs, bacarıq, istək, ən əsası isə müvəffəqiyyətlə tətbiq edərək yeni nəsil yetişdirməkdədirlər. Əgər yeni dərsin materialı müasir təlim metodunun tətbiqinə uyğun deyilsə və ya əksinə, müəllim ənənəvi təlim metodunun tətbiqini hazırkı mövzu üçün daha uyğun hesab edirsə, bu zaman ondan istifadə etməkdə sərbəstdir.

Təhsilin ən aktual problemi ənənəvi metodların üstünlüklərindən istifadə etməklə, müasir tələblərə uyğun nəticəyönümlü, şagirdyönümlü təhsil prosesinin yeni yanaşmalarının, yeni təlim texnologiyalarının, innovasiyaların və elmi əsasların pedaqoji-psixoloji əsaslarını inkişaf etdirməkdir.

Riyaziyyat fənninin xarakterinə uyğun yeni təlim texnologiyalarının seçilməsi şagirdlərdə riyaziyyatı öyrənmə istəyi formalaşdırır. Təlimin forma və məzmunu elə seçilməlidir ki, o, şagirdləri düşündürməyə, özünü dərk etməyə, yaradıcı fəaliyyətə stimullaşdırsın [4].

Riyaziyyatın tədrisində müasir təlim texnologiyalarının, tədris prosesinə interaktiv təlim metodunun tətbiqi şagirdlərin passivliyinin aradan qaldırılmasına, onların təfəkkür, yaradıcılıq bacarıqlarının formalaşmasına və təhsilin keyfiyyətinin yüksəldilməsinə şərait yaradır.

Təlimin yeni texnologiyalarının akuallığını təmin edən şərtlərdən aşağıdakıları qeyd etmək olar:

- bazar iqtisadiyyatına keçidin nəzərə alınması və bu dövrdə hər kəsin belə həyata hazırlanmasının əhəmiyyəti;

- uşaqların dünyagörüşü, sosial və texniki savadının əvvəlki illərlə müqayisədə xeyli yüksəkliyi və uşağın ehtiyaclarının ödənilməsində təhsilin məzmununun və metodlarının dəyəri.

Riyaziyyatın tədrisində təlimin yeni texnologiyalarından yaradıcı istifadə, pedaqoji fəaliyyətin əsas istiqamətləri hesab edilən - şagirdlərin təlim, təhsil, tərbiyəsinin inkişafı və formalaşmasına yaxından kömək edir.

Ədəbiyyat

1. Abbasov A, Cəbrayılov İ. Müasir təhsilə innovativ yanaşmalar, Bakı, 2016.
2. Əliyeva Ə, Məmmədova Ü. Müasir təlim texnologiyaları, Bakı, 2014, 197 s.
3. Fazilova İ. Yeni informasiya texnologiyalarının öyrənmə prosesinə tətbiqində müəllimin rolu. Bakı, 2015
4. Həsənli O.Q. Şəxsiyyətyönümlü kurikulumların idrak mahiyyəti. Naxçıvan, 2015

РЕЗЮМЕ

ТВОРЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ

Шюкюров Р.Ю.

***Ключевые слова*:** *новые педагогические технологии, математика, урок математики, обучаемые, обучение, эффективность, творческий*

В представленной работе рассматривается роль использования новых педагогических технологий в процессе преподавания математики для повышения эффективности обучения. Основной целью применения новых педагогических технологий в образовании является формирование нового поколения, обладающего интеллектуальным богатством и потенциалом, способного реализовать отвечающие современным требованиям принципы демократизации, гуманизации, индивидуализации, интеграции и гуманитаризации. Также отмечается, что творческое использование новых технологий обучения в обучении математике способствует развитию и формированию обучения, образования и воспитания учащихся.

SAMMARY

CREATIVE USE OF NEW PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES AS A MEANS OF INCREASING THE EFFICIENCY OF TEACHING MATHEMATICS

Shukurov R.Y.

Keywords: *new pedagogical technologies, mathematics, mathematics lesson, learners, teaching, efficiency, creative*

The presented article investigates the role of using new pedagogical technologies in the process of mathematics education in increasing the efficiency of education. The main goal of applying new pedagogical technologies in education is to form a new generation with intellectual richness and potential, capable of implementing the principles of democratization, humanization, individualization, integration and humanitarianization that meet modern requirements. It is also noted that the creative use of new learning technologies in teaching mathematics closely contributes to the development and formation of learning, education, and upbringing of learners.

СОВРЕМЕННОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

Алиева К.Г.
Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
kr_eliyeva@mail.ru

Ключевые слова: *компетенция учителей, индивидуализация и дифференциация образования, здоровьесберегающих технологий, квазипрофессиональная деятельность, фундирование, метакогнитивный опыт*

Современное педагогическое образование характеризуется высокой потребностью в актуальных и опережающих компетенциях будущих учителей. Профессионализм современного учителя определяется не только знанием содержания преподаваемых дисциплин, умением применять все аспекты частных дидактик, профессиональным призванием, но и соответствием его компетенций требованиям времени, среди которых выделяется нарастающий тренд информатизации образования, перевода все большего числа педагогических действий в формат, опосредованный информационными технологиями [1].

Некоторые исследователи еще десятилетия назад отмечали, что изменения в математике, вызванные компьютерами и калькуляторами, настолько глубоки, что требуют корректировки баланса и подхода практически ко всем темам школьной математики [3]. Будущие учителя математики должны быть хорошо осведомлены в вопросах применения информационных и медиатехнологий обучения. При том, что, как отмечается в отдельных работах, использование компьютеров в учебных целях все еще отстает от уровня применения информационных и медиатехнологий в большинстве профессиональных сфер [1]. Один из способов закрыть этот пробел и обеспечить высокое качество математического образования – это подготовить учителей к использованию таких учебных средств, как графические калькуляторы и компьютеры, в их будущей практике. К целям и задачам модернизации относят следующее: доступность, качество, эффективность образования, индивидуализация и дифференциация образования, разгрузка содержания образования, внедрение здоровьесберегающих технологий, введение новой системы оценки знаний. [2]

Основная идея обновления старшей ступени общего образования состоит в том, что образование должно стать более индивидуализированным, функциональным и эффективным. В отличие от привычных моделей школ с углубленным изучением отдельных предметов, когда один – два предмета изучаются по углубленным программам, а остальные – на базовом уровне, реализация профильного обучения возможна только при условии относительного сокращения учебного материала непрофильных предметов, изучаемых для завершения базовой общеобразовательной подготовки учащихся. Но здесь встает проблема подготовки учителя для каждого профиля, методического обеспечения, учебников и пр.

Стратегия модернизации содержания общего среднего образования выделяет компетентности в следующих сферах: самостоятельной познавательной деятельности; гражданско-общественной деятельности; социально-трудовой; в бытовой; культурно-досуговой деятельности. Осознание роли развития компетентности как сверхзадачи образования позволит «выстроить» освоение содержания образования в русле новой, личностно- и индивидуально-ориентированной парадигмы. Реализация этой парадигмы требует применения в образовательном процессе инновационных образовательных технологий. Модернизация образовательных технологий позволяет сформировать у учащихся картину мира, развить познавательные способности школьников, их самообразовательные умения. Реформирование процесса обучения направлено на развитие компетентности учащихся и освоение ими образа профессиональной деятельности. Основная задача обучения − понимание ученика и создание условий для его оптимальной самореализации. Как выразился Блез Паскаль в известном суждении: «Ученик – это не сосуд, который нужно наполнить, а факел, который надо зажечь». Поэтому необходимо в образовательных программах для старшей ступени обучения предусмотреть реализацию интерактивных технологий, модернизацию традиционного обучения, освоение педагогами информационных технологий, педагогического проектирования, мастерских, модернизации лекционно-семинарских занятий, различных форм групповой работы.

Невозможно оставить без внимания такую острую проблему, как проблема – подготовка будущих учителей математики. Совершенно очевидно, что инновационные процессы в образовании

возникают быстрее, нежели обновляется содержание профессионально подготовки учителя, что неизбежно приводит к непониманию частью педагогического сообщества целей и сути преобразований. Если прибавить к этому существенное понижение социального статуса учителя и, как следствие, снижение интереса у абитуриентов к получению педагогической специальности, то это приводит, по мнению выдающегося математика современности В. Арнольда к „выхолощенному и формализованному преподаванию математики на всех уровнях“.

В настоящее время подготовка учителей математики и информатики осуществляется в следующих двух формах:

- на базе бакалавриата - выпускник имеет право преподавать в школе только один предмет математику или информатику;
- в рамках специалитета - выпускник имеет право преподавать в школе два предмета математику и информатику. Очевидно, что существовавшая многие годы модель подготовки учителя, способного обучать в школе двум предметам, проверена временем и выгодно отличается от первой так как:

1. Учитель, способный работать по двум профилям, имеет большие преимущества при устройстве на работу.
2. Информатика в ее теоретической части "выросла" из математики, использует активно математический аппарат, и наоборот, учителя математики в современных школах не могут обходиться без компьютерных технологий.
3. Подготовка бакалавров одновременно по двум профилям позволяет обеспечить многопрофильную подготовку учителей для сельской школы, гарантировать полную занятость учителей в городской школе и усилить методическую подготовку педагогов. До настоящего времени подготовка учителей математики и информатики велась в соответствии с государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования. К сожалению, при их реализации не уделялось должного внимания формированию у студентов навыков самостоятельной учебно-познавательной математической деятельности.

Современная концепция естествознания определяет математику как науку, которая изучает формальные отношения реальной действительности, структуру объективного мира, отображаемую и моделируемую в общенаучных категориях количества, меры и формы. В связи с этим математическое образование будущего учителя математики в настоящее время требует качественных изменений. Эти изменения должны учитывать современные тенденции в образовании – изменения методов и способов предоставления образовательных услуг и организации обучения в системе высшего профессионального образования (особенно с учетом интенсивно развивающихся интернет-технологий и их дидактических возможностей). Глобальная сеть Интернет предоставляет широкие возможности в модернизации подготовки будущих учителей математики на основе информационного взаимодействия между студентами, преподавателями и всеми другими участниками образовательного процесса в различных режимах работы. Выступая в качестве доступного источника получения информации, в том числе учебной; среды социальных коммуникаций и самореализации личности, сеть Интернет становится социальной, культурной и междисциплинарной интеллектуальной средой, в которой представлены как индивидуальные пользователи, так и сетевые сообщества, возникающие в результате сетевого взаимодействия, общих целей и интересов сетевой деятельности. Именно в диффузных интеллектуальных средах происходит как реализация компетенций, так и обмен «внекомпетентностной» информацией, связанной с неформализуемым «личностным» знанием.

В соответствии с идеями контекстного обучения процесс формирования профессиональной компетентности будущего учителя математики при обучении математическим дисциплинам необходимо строить на основе постепенного преобразования учебной деятельности студента в профессиональную деятельность учителя математики, осуществляя взаимосвязь приобретаемых студентами фундаментальных и профессиональных знаний как на глобальном, охватывающем всю математическую подготовку будущих учителей математики, начиная с первых дней их обучения в вузе, так и на локальном уровнях. Разделяя точку зрения о развертывании учебной деятельности будущего учителя математики на фоне квазипрофессиональной деятельности, в структуре учебно-познавательной деятельности студентов в процессе математической подготовки выделяет следующие четыре компонента: учебная, математическая, квазипрофессиональная деятельность и профессионально-педагогическое общение. Под квазипрофессиональной деятельностью понимаем включение в учебно-познавательную деятельность будущего учителя математики определенных элементов профессиональной деятельности педагога, отражающих ее конструктивный и

организаторский аспекты. Проблема профессионализации предметной подготовки учителя математики, формирования технологической составляющей профессиональной компетентности будущего учителя математики получила осмысление в концепции фундирования и наглядного моделирования. В рамках концепции фундирования предлагается углубить теоретическую и практическую составляющие математического образования будущего учителя, изменив содержание и структуру как естественнонаучной, так и методической подготовки, усилив школьный компонент математического образования с последующим теоретическим обобщением знаний и опыта личности на разных уровнях. Фундирование опыта личности становится особенно актуальным в современный период, когда возрастают тенденции к развитию мотивационной сферы, метакогнитивного опыта, процессов самоактуализации и самореализации личности на фоне развертывания адекватных педагогических условий, предметного содержания, средств, форм и технологий обучения предметам естественнонаучного и гуманитарного циклов.

Литература

1. Инновационные технологии в подготовке учителей информатики / коллективная монография / ФБГУ ВО «Уральский государственный педагогический университет» − Екатеринбург, 2016, 120 с.
2. Кондрашова З.М. Фундаментализация методической подготовки учителя начальных классов (предметная область «математика») // Образование личности. 2017. № 4. С.151–156.
3. Концептуальные подходы к идентификации цифровых компетенций педагогов: когнитивное моделирование / О.М.Чоросова, Р.Р.Аетдинова Г.С.Соломонова, Г.Ю.Протодьяконова // Образование и саморазвитие. 2020. № 3. С.189–202.
4. Kaput J.J. Technology and mathematics education. Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. New York, 1992. Pp. 515–556.

XÜLASƏ

MÜASİR TƏHSİL VƏ GƏLƏCƏK RİYAZİYYAT MÜƏLLİMLƏRİNİN TƏLİMİ

Əliyeva K.H.

Açar sözlər: *müəllim kompetensiyası, təhsilin fərdiləşdirilməsi və diferensasiyası, sağlamlığı qoruyan texnologiyalar, kvazi-peşəkar fəaliyyət, maliyyələşdirmə, metakoqnitiv təcrübə.*

Məqalədə müasir təhsilin inkişafı və gələcək riyaziyyat müəllimlərinin hazırlanması ehtiyacları nəzərdən keçirilir. Təhsildə müasir tendensiyalar - təhsil xidmətlərinin göstərilməsi üsullarında dəyişikliklər təsvir edilmiş və ali təhsil sistemində təlimin təşkili və riyaziyyat müəlliminin fənn hazırlığının peşəkarlaşdırılması problemi aydınlaşdırılmışdır.

SUMMARY

MODERN EDUCATION AND TRAINING OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS

Aliyeva K.H.

Keywords: *teachers' competence, individualization and differentiation of education, health-saving technologies, quasi-professional activity, funding, metacognitive experience.*

The paper considers the development of modern teacher education and the need for training future teachers of mathematics. Modern trends in education are outlined - changes in the methods and ways of providing educational services and organization of training in the system of higher professional education and the problem of professionalization of the subject training of a mathematics teacher.

ПРЕПОДАВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ В ИНТЕРФЕЙСЕ СИМУЛЯТОРА

Гафаров А.А.

Гянджинский государственный университет, Гянджа, Азербайджан

Akafarov@inbox.ru

Ключевые слова: *преподавание информатики, сетевое подключение, сетевое устройство, интерфейс симулятора, панель инструментов, моделирование.*

В работе дается обоснование необходимости нового подхода к преподаванию компьютерных сетей в интерфейсе симулятора.

Виртуальные симуляторы дают возможность наглядно представить сетевые устройства и их подключения, а также настроить İP и MAC-адреса сетевых устройств с целью максимальной

производительности работы этих устройств и избежать возможных конфликтов. Поэтому процесс преподавания компьютерных сетей превращается в увлекательное и наглядное представление, если сопровождается виртуализацией в интефейсе программы-симулятора [1]. Одним из подобных симуляторов является Cisco Packet Tracer:

Рис.1. *Окно приветствия программы.*

Симулятор имеет два режима работы: Логический (Logical) и Физический (Physical). В логическом режиме можно симулировать сетевые устройства и схемы их подключений между собой, а в Физическом режиме можно синтезировать эти подключение применительно к географической карте местности, на которой предполагается развертка сети:

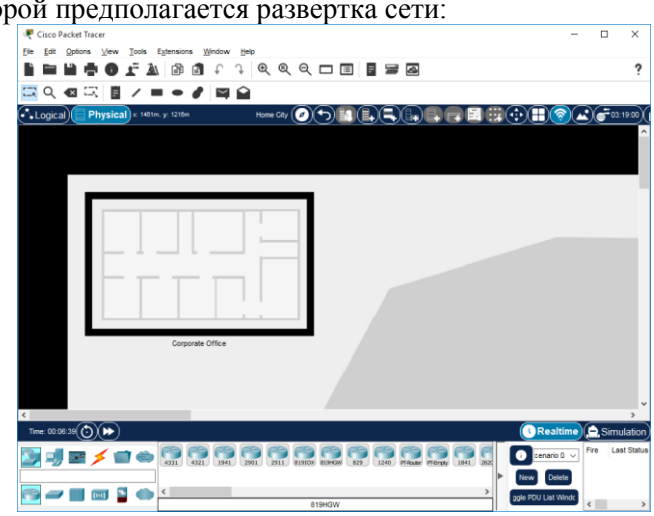


Рис.2*. Физический режим симуляции.*

Если нет необходимости в составлении сети применительно к географической местности, то удобнее воспользоваться логическим режимом симуляции. Исключительная наглядность достигается за счет технологии Drag&Drop, благодаря которой можно перетаскивать сетевые устройства с Панели инструментов в Рабочую Область [2], связывать их с помощью различных типов кабелей и настраивать параметры соединений:

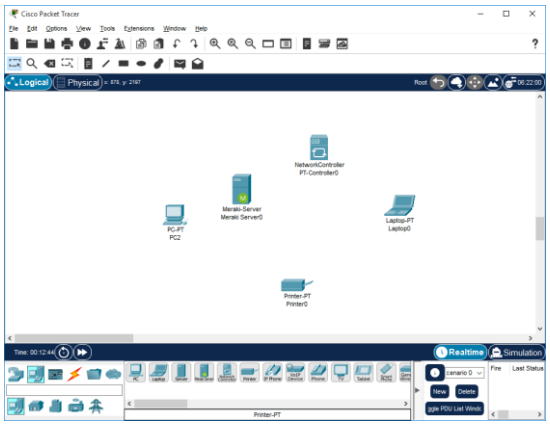


Рис.3. *Перетаскивание объектов в Рабочую Область.*

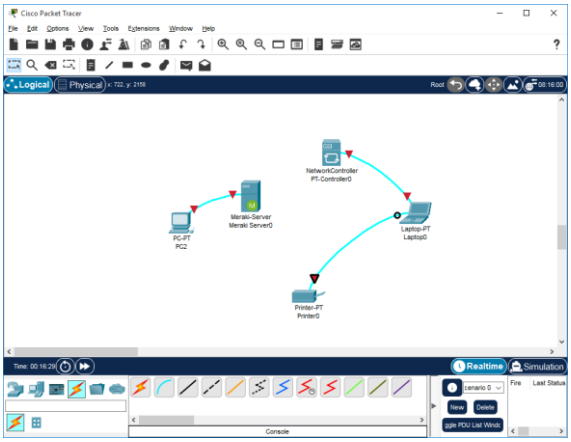


Рис. 4. *Создание сетевых подключений между сетевыми устройствами.*

Программа Cisco Packet Tracer предусмотрена для изучения сетевых подключений между различными устройствами, такими как хабы, свитчи, серверы, персональные компьютеры, принтеры и т.д. [3] К основным возможностям этой программы, как впрочем, и других виртуальных симуляторов, относятся:

1) понятный каждому пользователю простой интерфейс, пользоваться которым удобно даже школьнику;

2) удобность экспериментирования различных сетевых топологий и протоколирования передачи пакетов;

3) свобода выбора сетевого кабеля и настройки сетевых параметров для каждого устройства по отдельности и в целом;

4) возможность отслеживания приема-передачи сетевых пакетов в мультимедийном формате;

5) проектирование различных физических топологий с использованием таких объектов, как город, здание и т.д.

Таким образом, процесс преподавания компьютерных сетей должен вестись при непосредственном использовании виртуальных симуляторов с целью повышения наглядности создания сетевых подключений и настройки сетевых соединений [4].

Литература

1. Гафаров А.А. Методика преподавания сетевых технологий с применением программы cisco packet tracer // Цифровая трансформация образования: состояние и перспективы. Материалы I Международной научно-практической конференции. 1 июля – 3 июля 2022 года. Махачкала, Республика Дагестан. – Махачкала: Издательство АЛЕФ, 2022. С. 55-60
2. Гафаров А.А. Применение Cisco Packet Tracer в преподавании локальных сетей // Российская наука в современном мире Сборник статей XLVI международной научно-практической конференции. Часть 1. Москва: «Научно-издательский центр «Актуальность.РФ», 2022, С. 173-176.
2. Джером Ф. Димарцио. Маршрутизаторы CISCO. Пособие для самостоятельного изучения. Изд. Символ-Плюс, 2003, 512 с.
4. Сиротский А.А., Смакаев Б.Б. Моделирование локальной вычислительной сети в программной среде Cisco Packet Tracer // Современные проблемы информационной безопасности и программной инженерии. Сборник избранных статей научного семинара №1(5) кафедры информационной безопасности и программной инженерии 30 апреля 2013 г.. Российский государственный социальный университет, кафедра информационной безопасности и программной инженерии. Москва, 2013. С. 21-30.

XÜLASƏ
SİMULYATORUN İNTERFEYSİNDƏ KOMPÜTER ŞƏBƏKƏLƏRİNİN TƏDRİSİ
Qafarov A.A.

Açar sözlər: *informatikanın tədrisi, şəbəkə qoşulmaları, şəbəkə avadanlığı, simulyatorun interfeysi, alətlər paneli, modelləşdirmə.*

Məqalədə simulyatorun interfeysində şəbəkələrin tədrisinə dair yeni yanaşmanın vacibliyi əsaslandırılır. Virtual simulyatorlar şəbəkə avadanlıqlarını və onların qoşulmalarını aşkar şəkildə təsəvvür etməyə, toqquşmaların aradan qaldırılması və avadanlıqların yüksək məhsuldarlığını təmin etmək üçün İP və MAC ünvanları düzgün tənzimləməyə imkan verirlər. Buna görə də

simulyatorun interfeysində virtuallaşan şəbəkələrin tədrisi prosesi əyləncəli və yüksək əyaniliyə malik bir təqdimata çevrilir. Bu kimi simulyatorlardan biri Cisco Packet Tracer-dir.

SUMMARY
TEACHING OF COMPUTER NETWORKS IN THE SIMULATOR INTERFACE
Qafarov A.A.

Keywords: *teaching of computer science, network connection, the network device, the simulator interface, the panel of tools, modelling.*

In work the substantiation of necessity of the new approach to teaching of computer networks in the simulator interface is given. Virtual simulators give the chance to present visually network devices and their connections, and also to adjust İP and MAC-addresses of network devices for the purpose of the maximum productivity of work of these devices and in order to avoid possible conflicts. Therefore process of teaching of computer networks turns to fascinating and evident representation if it is accompanied виртуализацией in the interface of the program-simulator. One of similar simulators is Cisco Packet Tracer.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ (НА ПРИМЕРЕ ТЕМЫ «ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНИКИ»)

Карунас Е.В, Карунас К.М.
ФГБОУ ВО «БГПУ им. М. Акмуллы», Уфа, Россия
katerina.karunas@yandex.ru

Ключевые слова: *проектная деятельность, проект по математике, геометрия, четырехугольники, Теорема Фалеса.*

Одно из требований нормативных документов регламентирующих деятельность в сфере школьного образования России (Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования) – это сформированность умений выполнения проектной деятельности. В статье представлен один из возможных путей реализации проектной деятельности обучающихся. Приводится пример организации работы над проектом по теме «Теорема Фалеса в современном мире» из раздела «Четырехугольники» геометрии восьмого класса.

Реализация проектной деятельности по математике является достаточно сложной в силу специфики самой деятельности и особенностей предметного содержания учебного предмета. Необходимыми условиями успешной организации проектной деятельности по математике является знание основных требований в работе над математическим проектом, ведущих положений проектной деятельности по предмету, обладанием основами методической подготовки для предупреждения возникновения ряда трудностей. Поэтому теоретические и практические исследования по данной теме являются актуальными в настоящее время и обусловлены потребностями общеобразовательной подготовки обучающихся.

При изучении математики в основной школе мы предлагаем поэтапное формирование проектной деятельности обучающихся, то есть оно не является предметом только одного занятия. Такая организация работы будет способствовать формированию сначала универсальных учебных действий познавательных, коммуникативных и регулятивных (со спецификой данных результатов обучения можно познакомится во ФГОС ООО [5]), а затем и специальных умений и навыков в сфере математики. Для этого необходимо произвести отбор содержания учебного материала, методов, форм и средств обучения, наиболее полно учитывающих индивидуальные способности учащихся и их потребности в изучении данного предмета. Важно подчеркнуть, что при организации проектной деятельности существенно изменяются роли участников педагогического процесса, учитель не является экспертом, он – демократичный руководитель, консультант, соответственно, ученик выполняет роль активного участника процесса проектирования.

Известно, что к концу 7-го, началу 8-го класса интерес обучающихся к учебному предмету математика резко падает. Учителя говорят, что у обучающихся нет желания учиться. Ученые утверждают следующее: у 60% обучающихся к 8-му классу стремление обучаться сохраняется, но исчезает заинтересованность к объекту. Считается, что организация проектной деятельности является одним из лучших стимулов для повышения интереса к изучению математики именно в этой возрастной категории школьников. Поэтому рассмотрим методику формирования проектной деятельности обучающихся 8 класса при изучении темы «Четырехугольники» в курсе геометрии. На изучение темы, отводится от 14 до 21 академических часов, в зависимости от учебного плана

(недельной нагрузке по математике) и рабочей программы предмета. В таблице представлено содержание темы «Четырехугольники» по учебнику под авторством Л.С. Атанасяна и др. (Табл.)

Таблица .

Порядок представления темы «Четырехугольники» по учебнику геометрии 7-9 классов

№ пункта	Тема	Основное содержание темы в учебнике
39	Многоугольник	Рассматриваются понятия: многоугольник, его вершины, стороны, периметр, область многоугольника.
40	Выпуклый многоугольник	Дается определение выпуклого многоугольника. Также рассматриваются углы выпуклого n-угольника, и объясняется, что сумма углов равна $(n-2)\cdot 180°$
41	Четырехугольник	Объяснено что у каждого четырехугольника есть 4 вершины, 4 стороны, 2 диагонали, представляются рисунки выпуклого и невыпуклого четырехугольника, говорится о том, что сумма углов выпуклого четырехугольника равна $360°$
42	Параллелограмм	Дается определение параллелограмма и рассматриваются свойства параллелограмма.
43	Признаки параллелограмма	Рассматриваются три признаки параллелограмма.
44	Трапеция	Дается определение трапеции и рассматривается равнобедренная, прямоугольная трапеция.
45	Прямоугольник	Рассматривается прямоугольник и его элементы
46	Ромб и квадрат	Представлено определение ромба, квадрата, рассматривается свойства ромба и квадрата.
47	Осевая и центральная симметрии	Рассматриваются две точки симметричные относительно прямой (точки), фигура симметричная относительно прямой (точки), ось (центр) симметрии фигуры

Из таблицы видим, что тема «Четырехугольники» довольно объемная тема. Поэтому для организации проектной деятельности и дальнейшей защиты проекта можно отвести 6 и более недель. В течение этого промежутка времени обучающиеся смогут провести свою работу, выбрать форму представления результатов и подготовиться к презентации продукта своей деятельности. Темы проектов формулированы таким образом, чтобы способствовать поддержанию интереса к предмету, изучению учебного материала, развитию творческого мышления учащихся, организации самостоятельной работы, направленной на приобретение новых знаний и умений. Школьникам можно предложить сформулировать тему проектов и при необходимости её скорректировать. Если возникают проблемы с формулированием темы, то ученикам можно предложить следующие темы:

1. Разрезание выпуклых многоугольников
2. Способы построения параллелограмма
3. Теорема Фалеса в современном мире
4. Магические квадраты как символ числовой гармонии
5. Оригами и свойства четырехугольников
6. Осевая и центральная симметрия четырехугольников
7. Четырехугольники в задачах
8. Возможен ли мир без четырехугольников?

Предполагается, что проекты выполняются в группах по 3 человека.

Каждый математический проект содержит проектное задание, которое формулировалось в виде учебной задачи на математическом языке, проблемной ситуации или задачи с историческим содержанием (рис.), а также методические рекомендации для учителя в виде подсказки. Приведем пример темы проекта: Теорема Фалеса в современном мире.

Методическая подсказка учителю. Выполнение задания распределяется на три человека. Один из учеников собирает информацию о биографии математика Фалеса Милетского, приводит теорему Фалеса и его доказательство. Второй ученик работает над математическими задачами. Третий ученик обобщает результаты, которые получены первым и вторым учениками и работает над оформлением презентации, объединяя в единое целое все результаты работы.

В результате выполнения проекта обучающиеся:

- знакомятся с биографией математика Фалеса Милетского;
- демонстрируют возможности применения теоремы Фалеса в различных геометрических задачах;
- расширяют представления о сферах применения полученных математических знаний;
- развивают навыки работы в команде;

Рис. *Представление математического проекта [3]*

Проектное задание. «Представьте, что вы плотник или вам просто для каких-то целей надо разделить доску на три равные части. Как вы поступите? Вы приложите линейку, измерите ширину доски и полученное число разделите на три, а затем будете откладывать с разных сторон полученную длину и через метки проведете линии. Но, в чем неудобство такого способа? Ширина может быть очень неудобной для деления на три. Например, ширина доски 134 миллиметра. Поделив на три вы не получите целое число. Результат деления 44.6666. И если будете использовать линейку, то возникает вопрос как отметить это число на линейке? Только на глаз. Возникает погрешность» [6]. Вам задание, определить, как можно упростить такие моменты?

Математические задачи.

Задача 1 [1]. Через середину M стороны AB треугольника ABC проведена прямая, параллельная стороне BC. Эта прямая пересекает сторону AC в точке N. Докажите, что AN = NC.

Задача 2. Теорема Фалеса с помощью листов бумаги.

1) Возьмите полоску бумаги, у которой две стороны параллельны.

2) Наметьте произвольный отрезок AB и через точки A и B проведите прямые, перпендикулярные к краю полоски.

Согните по намеченным линиям. Повторите несколько раз сгибы и раскройте.

Задача 3 [4]. На биссектрисе BD треугольника ABC отмечена точка M так, что BM/MD=5/4. Прямая AM пересекает сторону BC в точке K. Найти отношение BK/KC, если AB/BC=3/2.

Задача 4 [2], [6] (деление отрезка на n равных частей). С помощью циркуля и линейки разделить данный отрезок на 4 части, 8 частей,10 частей.

Задача 5. [6] Точка O — середина стороны BC треугольника ABC, отрезки OP и OT параллельны, сторонам AB и AC соответственно. Вычислите периметр четырёхугольника OTAP, если AB = 16 см, AC = 12 см.

Таким образом, в нашей работе речь идет о проектировании в учебных проектах, которое рассматривается как деятельность, направленная на решение учебных проблем. Это обеспечивает интерес обучающегося к учебному предмету, создание условий для осознания успехов, достижений в деятельности и порождения личностных инициатив, замыслов проектирования.

Литература

1. Геометрия. Методические рекомендации. 8 класс : учеб. пособие для общеобразоват. организаций – М.: Просвещение, 2015. – 110 с.
2. Интернет-проект «Задачи» [Электронный ресурс]: Задачи. – URL: https://problems.ru/about_system.php (дата обращения: 01.04.2023)
3. Куприенко, Е. Ю. Курс по выбору «Методика организации проектной деятельности учащихся по математике» для магистров математического образования [Электронный ресурс] // Математика и

математическое образование: сборник трудов IX Международной научной конференции «Математика. Образование. Культура». – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2019. – С. 136 – 141. – URL: https://www.mathedu.ru/text/matematika_obrazovanie_kultura_9_2019/p136/ (дата обращения: 01.04.2023)
4. Санникова Г.И. Теорема Фалеса и отношение отрезков в задачах ОГЭ и ЕГЭ. – Елабуга, 2020 [Электронный ресурс]: Инфоурок – Елабуга, 2020. – URL: https://infourok.ru/teorema-falesa-i-otnoshenie-otrezkov-v-zadachah-oge-i-ege-4303624.html (дата обращения: 01.04.2023)
5. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электронный ресурс]/ Министерство просвещения Российской Федерации. – URL : https://fgosreestr.ru/uploads/files/e7d60f6c228b952a874ab725218f8a34.pdf (дата обращения: 01.04.2023)
6. Шлыков В.В. Учебные материалы по теме «Теорема Фалеса и средняя линия треугольника» / В. В. Шлыков . – 2021 // Ж. Математика: Проблемы выкладання . – 2021 . – № 1 (131) . – С. 3-13.

XÜLASƏ
TƏHSİLLİLƏRİN LAYİHƏ FƏALİYYƏTİNİN HƏYATA KEÇİRİLMƏSİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ (MƏSƏLƏN, «DÖRDBUCAQLI» MÖVZULARI)
Karunas Y.V., Karunas K.M.

Açar sözlər: *layihə fəaliyyəti, riyaziyyat layihəsi, geometriya, dördbucaq, Fales teoremi.*

Rusiyanın məktəb təhsili sahəsində fəaliyyətini tənzimləyən normativ sənədlərin tələblərindən biri (Əsas Ümumi Təhsilin Federal Dövlət Təhsil Standartı) layihə fəaliyyətinin yerinə yetirilməsi bacarıqlarının formalaşmasıdır. Məqalədə təhsil alanların layihə fəaliyyətinin həyata keçirilməsinin mümkün yollarından biri göstərilib. Səkkizinci sinif həndəsəsinin «Dördbucaqlı» bölməsindən «Müasir dünyada Fales teoremi» mövzusunda layihə üzərində işlərin təşkili nümunəsi verilmişdir.

SUMMARY
SPECIFICS OF IMPLEMENTATION OF PROJECT ACTIVITIES OF STUDENTS (E.G. TOPICS "QUADRILATERALS")
Karunas Y.V., Karunas K.M.

Keywords: *project activity, mathematics project, geometry, quadrilaterals, Fhales theorem.*

One of the requirements of regulatory documents regulating activities in the field of school education in Russia (Federal State Educational Standard for Basic General Education) is the formation of the skills of performing project activities. The article presents one of the possible ways to implement the project activities of students. An example of organizing work on a project on the topic "Thales theorem in the modern world" from the section "Quadrilaterals" of eighth-class geometry is given.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАКЕТА MATLAB В КУРСЕ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Кулиева У.Р.
Бакинский инженерный университет, Хырдалан, Азербайджан
uquliyeva@beu.edu.az

Ключевые слова: *обучения, методика, преподавания математики, информатика*

Использование пакета MATLAB в учебном процессе позволит совершенствовать формы и методы самостоятельной работы студента при изучении курса высшей математики. Появляется возможность больше внимания уделить рассмотрению узловых вопросов курса за счет уменьшения затрат на рутинную вычислительную работу, развиваются творческие способности студентов.

При изучении курса высшей математики большая роль может быть отведена математическим пакетам (MathCAD, Maple, MatLab и др.). Пакеты дают возможность быстро провести необходимый численный эксперимент, проверить ту или иную гипотезу, испытать различные методы и подходы к решению задачи, выяснить границы использования метода.

В настоящее время все большее применение получает пакет MATLAB (MATrix LABoratory-матричная лаборатория), особенно для проведения сложных математических расчетов. Пакет является одной из наиболее мощных универсальных интегрированных систем математического проектирования. Система MATLAB была разработана К.Молером (C.B.Moler) и с конца 70-х гг. широко использовалась на больших ЭВМ [1,3]. В начале 80-х гг. Джон Литл (John Little) из фирмы MathWorks, Inc. разработал версии системы PC MATLAB для компьютеров класса IBM PC, VAX и

Macintosh. В дальнейшем были созданы версии для рабочих станций Sun, компьютеров с операционной системой UNIX и многих других типов больших и малых ЭВМ. Сейчас свыше десятка популярных компьютерных платформ могут работать с системой MathLab [1].

Важными достоинствами системы являются ее открытость и расширяемость. Большинство команд и функций системы реализованы в виде текстовых m-файлов и файлов на языке Си, причем все файлы доступны для модификации. Пользователю дана возможность создавать не только отдельные файлы, но и библиотеки файлов для реализации специфических задач. Легкость модификации системы и возможность ее адаптации к решению специфических задач науки и техники привели к созданию десятков пакетов прикладных программ. Приведем характеристику некоторых пакетов, которые с успехом могут использоваться в преподавании прикладных вопросов высшей математики.

Fuzzy Logic Toolbox (определение переменных, нечетких правил и функций принадлежности; интерактивный просмотр нечеткого логического вывода; современные методы: адаптивный нечеткий вывод с использованием нейронных сетей, нечеткая кластеризация).

Symbolic Math Toolbox (решение задач в символьном виде дифференцирование и интегрирование, вычисление сумм и произведений, разложение в ряды Тейлора и Маклорена, операции с полиномами, вычисление корней полиномов, решение нелинейных уравнений и другие всевозможные символьные преобразования). Следует отметить, что по возможностям символьной математики пакет сильно уступает специализированным системам компьютерной алгебры, таким как новейшие версии Maple и Mathematical.

NAG Foundation Toolbox (дискретное преобразование Фурье; обыкновенные дифференциальные уравнения: методы Адамса и Рунге-Кутта; уравнения в частных производных; интерполяция; вычисление собственных значений и векторов, поддержка комплексных и действительных матриц; аппроксимация кривых и поверхностей: полиномы, кубические сплайны, полиномы Чебышева; минимизация и максимизация функций: линейное и квадратичное программирование, экстремумы функций нескольких переменных; разложение матриц; решение систем линейных уравнений; статистические расчеты, включая описательную статистику и распределения вероятностей; корреляционный и регрессионный анализ: линейные, многомерные и обобщенные линейные модели; генерация случайных чисел: нормальное распределение, распределения Пуассона, Вейбулла и Коши).

Statistics Toolbox (реализация статистических вычислений и статистической обработки данных, генерация случайных чисел, векторов, матриц и массивов с различными законами распределения, а также множество статистических функций).

Optimization Toolbox (методы оптимизации функций ряда переменных: безусловная оптимизация нелинейных функций; метод наименьших квадратов и нелинейная интерполяция; решение нелинейных уравнений; линейное программирование; квадратичное программирование; условная минимизация нелинейных функций; метод минимакса; многокритериальная оптимизация).

Partial Differential Equations Toolbox (пакет содержит множество функций для решения систем дифференциальных уравнений в частных производных).

Control System Toolbox (моделирование, анализ и проектирование систем автоматического управления – как непрерывных, так и дискретных при этом реализуются традиционные методы передаточных функций и современные методы пространства состояний).

Digital Signal Processing (DSP) (пакет прикладных программ для проектирования устройств, использующих процессоры цифровой обработки сигналов. Результаты моделирования и проектирования цифровых устройств с помощью этого пакета могут использоваться для построения высокоэффективных цифровых фильтров на современных микропроцессорах цифровой обработки сигналов).

Signal Processing Toolbox (моделирование и проектирование устройств обработки всевозможных сигналов, обеспечение их фильтрации и множества преобразований: моделирование сигналов и линейных систем; проектирование, анализ и реализация цифровых и аналоговых фильтров; быстрое преобразование Фурье; оценка спектров и статистическая обработка сигналов; параметрическая обработка временных рядов; генерация сигналов различной формы).

Image Processing Toolbox (цифровая обработка и анализ изображений: восстановление и выделение деталей изображений; работа с выделенным участком изображения; анализ изображения; линейная фильтрация; преобразование изображений; геометрические преобразования; увеличение

контрастности важных деталей; цветовые преобразования; изменение палитры; преобразование типов изображений).

В последних версиях MATLAB появилась возможность готовить документы в текстовом процессоре Word 95/97/2000 со вставками в виде документов MATLAB и результатов вычислений, представленных в численном, табличном или графическом виде. Таким образом, становится возможной подготовка «живых» электронных книг, в которых демонстрируемые примеры могут быть оперативно изменены. Представляется возможным менять условия задач и тут же наблюдать изменение результатов их решения.

Следует отметить еще одно из достоинств системы MATLAB. В нее входит ядро системы символьной математики (компьютерной алгебры) Maple V Release 5. Оно используется пакетами расширения Symbolic Math Toolbox и Extended Symbolic Math Toolbox, благодаря которым в среде MATLAB стали доступны новые возможности символьных и аналитических вычислений.

Особенностью системы MATLAB является то, что ее легко приспособить к решению нужных классов задач. Расширение достигается естественным путем и реализуется в виде создаваемых пользователем m-файлов. Эффективность разрабатываемых программ существенно повышается при использовании средств построения интерактивного графического интерфейса пользователя (GUI Builder), входящих в систему MATLAB.

Для иллюстрации возможностей использования пакет MATLAB в преподавании высшей математики были разработаны программы по разделу теории вероятностей и математической статистики [2]. Разработка программ проводилась в среде графического интерфейса GUIDE.

Разработанные программы позволяют наглядно представить изменение законов распределения случайной величины от параметров распределения. Предусмотрены различные режимы визуализации (изменение толщины линии графика распределения, цвета линии, видов маркеров). Одна из программ позволяет моделировать работу генератора псевдослучайных чисел с различными законами распределения. Предоставляется возможность наглядно продемонстрировать работу генератора и изучить влияние параметров распределения на сгенерированную последовательность чисел. Предусмотрено изменение объема анализируемой выборки, закона распределения генерируемой последовательности и параметров закона распределения. Программы являются интерактивным средами, которые позволят их использовать для совершенствования учебного процесса при преподавании вопросов прикладной математики.

Использование пакета MATLAB в учебном процессе позволит совершенствовать формы и методы самостоятельной работы студента при изучении курса высшей математики. Появляется возможность больше внимания уделить рассмотрению узловых вопросов курса за счет уменьшения затрат на рутинную вычислительную работу, развиваются творческие способности студентов.

Литература

1. Ануфриев И.Е. Самоучитель MatLab 5.3/6.x. –Спб.: БХВ Санкт-Петербург, 2002,-736 с.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. –М.: Высш. шк., 2001.-575 с.
3. Потемкин В.Г. Система MatLab 5 для студентов. Справочное пособие. –М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 1998. -314 с.

XÜLASƏ
ALİ RİYAZİYYAT KURSUNDA MATLAB PAKETİNDƏN İSTİFADƏ XÜSUSİYYƏTLƏRİ
Quliyeva Ü.R,

Açar sözlər: *təlim, metodologiya, riyaziyyatın tədrisi, informatika.*

MATLAB paketinin tədris prosesində istifadəsi ali riyaziyyat kursunun öyrənilməsi zamanı tələbənin müstəqil işinin forma və metodlarını təkmilləşdirəcəkdir. Bu halda adi hesablama işlərini azaltmaqla kursun əsas məsələlərinin nəzərdən keçirilməsinə daha çox diqqət yetirmək mümkün olur, tələbələrin yaradıcılıq qabiliyyətləri inkişaf edir.

SUMMARY
USE OF MATHEMATICAL PACKAGE MATLAB IN THE HIGHER MATHEMATICS COURSE
Quliyeva U.R.

Keywords: training, methodology, teaching of mathematics, informatics.

Package use in educational process will allow to improve forms and methods of independent job of the student at higher mathematics studying. There is a possibility of more attention to give to consideration of central questions of a course at the expense of reduction of expenses by routine computing job, creative abilities of students develop.

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД В ТЕОРИИ И МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ И ТЕСТИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Рагимова З.Н.
Сумгаитский государственный технический колледж
при Сумгаитском государственном университетте, Сумгаит, Азербайджан
rehimovaziba40@gmail.com

Ключевые слова: *теория, методика, преподавания математики, модель, стратегия.*

В современной теории и методике преподавания математики одной из ключевых проблем, на наш взгляд, является построение оптимальной, высоко эффективной модели обучающего процесса, приводящего в результате к подготовке высококвалифицированных специалистов с высоким уровнем как образовательного интеллекта, так и способностями не только анализировать, но и творчески созидать, включая возможности экспертных оценок. Одним из эффективных подходов к созданию оптимальных моделей обучающего процесса, на наш взгляд, следует считать нейросетевой. В последнее десятилетие наука о нейросетях получила значительное развитие $[1-3]$, причем долгое время основной акцент делался на изучение нейросетевых алгоритмов в технических динамических системах. Лишь в последние годы появились работы по развитию нейросетевого моделирования в социологии, политологии и др. гуманитарных дисциплинах. Цель нашей работы состоит в развитии нейросетевых моделей в теории и методике преподавания математики $[4]$ и обеспечении на их основе оптимальной стратегии учебного процесса.

Ниже рассмотрен аспект моделирования обучающего процесса на основе системного, нейросетевого подхода с выяснением возможностей реализации резонансно-стохастического эффекта в обучении. В качестве полезной аналогии здесь уместно рассмотреть некоторые аспекты динамики нелинейных нейрокибернетических систем $[1-4]$. В последние годы интерес к динамике нелинейных систем резко вырос в связи с открытием и экспериментальным подтверждением целой группы принципиально новых и достаточно парадоксальных эффектов $[4-8]$. Речь идет, например, о том, что формально наличие источников шума в нелинейных динамических системах может индуцировать принципиально новые режимы функционирования, которые не могут быть реализованы в отсутствие шума. Причем, индуцируются более упорядоченные режимы, приводящие к образованию регулярных структур, увеличивающие степень когерентности, вызывающие рост усиления и увеличения отношения сигнал/шум и т.д. Среди указанных эффектов особое место занимает феномен стохастического резонанса $[4-8]$. Суть дела состоит в том, что отклик нелинейной системы на внешний сигнал при определенных условиях может заметно усиливаться с ростом интенсивности шума в системе. Нас интересует поиск условий в процессе обработки, скажем, математической информации, при которых процесс обучения или обработки будет наиболее эффективным и оптимальным. В качестве основополагающего модельного нейросетевого алгоритма можно использовать модифицированный $[4]$ и в определенном смысле улучшенный известный алгоритм обучения с обратным распространением ошибок для многослойных нейрокибернетических систем $[1-4]$. При этом в отличие от стандартной нейросетевой модели состояния нейронов описываются уже не двумя значениями ± 1, а принимают значения в интервале между 0 и 1. Для изучения возможности реализации режима стохастического резонанса в системе наглядно провести рассмотрение на примере нейронной сети вида $[1,4]$:

$$\text{e}\, s_i(t+\Delta t) = \operatorname{sgn}\left[Kh(t) - \xi(t) - f_m(\Omega t)\right],$$

$$h_i(t) = \sum_{j-1}^{N} J_{ij}^1 s_j(t).$$

Где $\xi(t)$- коррелированный шум с интенсивностью D.

Более сложный вариант сети задается формулами типа:

$$Y_i = \operatorname{sgn}\left(\sum_{j_1,\ldots,j_r \le N} W_{i\,j_1,\ldots,j_r} x_i x_{j_1} \ldots x_{j_r} \right).$$

Известно, что спектры сигналов, обрабатываемых биологическими системами, являются достаточно сложными (как правило, апериодическими). В случае апериодического сигнала, не имеющего пиков в спектре, обычно используемые меры (коэффициент усиления, отношение сигнал/шум, распределение времен переходов) являются либо неприменимыми, либо неэффективными. Естественно, такой подход не совсем уместен в теории преподавания. Величины, характеризующие передачу шумового сигнала через систему, могут быть рассчитаны на основе взаимных корреляционных функций (или взаимных спектральных плотностей) между входом и выходом системы [9]. Если предположить, что входной сигнал $s(t)$, действующий на систему, порождает случайный процесс на выходе $x(t)$ и считать, что $s(t)$ и $x(t)$ являются стационарными случайными процессами, можно ввести взаимную корреляционную функцию $K_{xs}(\tau)$ процессов $s(t)$ и $x(t)$, которая определяется как

$$K_{xs}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} xs\ p(x,t,s,t+\tau)dxds,$$

где $p(x,t,s,t+\tau)$- двумерная совместная плотность вероятности процессов $s(t)$ и $x(t)$. Взаимная спектральная плотность есть преобразование Фурье взаимной корреляционной функции:

$$G_{xs}(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} K_{xs}(\tau e)\exp(-i\omega\tau)d\tau.$$

Введём в рассмотрение функцию когерентности $\Gamma(\omega)$, которую определим следующим стандартным образом:

$$\Gamma^2(\omega) = \frac{|G_{xs}(\omega)|^2}{G_{xx}(\omega)G_{ss}(\omega)}.$$

Эта величина изменяется $[0,1]$ и характеризует степень когерентности процессов $s(t)$, $x(t)$ на частоте ω. Как известно, важнейшей характеристикой динамических систем является восприимчивость $\chi(\omega,D)$, где D- интенсивность внутреннего шума. Предполагая далее достаточную слабость сигнала $s(t)$ и, что $s(t)$ есть гауссов стационарный случайный процесс, статистически независимый от внутреннего шума системы, статистические характеристики отклика системы на воздействие $s(t)$ могут быть вычислены с помощью линейного отклика. Для взаимной спектральной плотности $G_{xs}(\omega)$ имеем

$$G_{xs}(\omega) = \chi(\omega,D)G_{ss}(\omega).$$

Спектральная плотность на выходе имеет вид:

$$G_{xx}(\omega) \approx G_{xx}^{(0)}(\omega,D) + |\chi(\omega,D)|^2 G_{ss}(\omega),$$

где $G_{xx}^{(0)}(\omega,D)$- спектральная плотность невозмущенной системы в отсутствие сигнала. В свете сказанного, функцию когерентности в приближении линейного отклика можно представить:

$$\Gamma^2(\omega) = 1 - \frac{G_{xx}^{(0)}(\omega,D)}{G_{xx}^{(0)}(\omega,D) + |\chi(\omega,D)|^2 G_{ss}(\omega)}.$$

Легко понять, что функция когерентности всегда меньше 1 и зависит от интенсивности внутреннего шума D. Предварительные тесты работы обучающего процесса, связанного с усвоением материала по геометрии показывают, что когерентность входа и выхода может быть оптимальна при определённом уровне шума [10]. При увеличении времени корреляции сигнала когерентность входа и выхода увеличивается. Таким образом, в системе принципиально возможным оказывается реализация режима стохастического резонанса с высоким уровнем усвоения входной информации.

Литература

1. Neural Networks for Computing, Ed.J.Denker. –N-Y.: AIP Publ., 2000.
2. Neural Computers, Eds. R.Eckmiller, C.Malsburg. –Berlin: Springer, 1998.
3. Нейроинформатика и ее приложения. Под ред. Горбаня А.Н. –Красноярск: Изд. КГТУ, 1995. -229 с.

4. Glushkov A.V., Ambrosov S.V., Khetcelius O.Yu. Self-Leaning andthinking mashines approaches in modern education & science: Art-psychics and learning process results. –OSEU, Odessa-2001.
5. Mcnamara B., Wiesenfeld K. Theoru of stochastic resonance// Phys. Rev. A. -1989. –Vol.39. –p.4854-4869.
6. Jung P. Threshold devices: Fractal noise and neural talk// Phys. Rev. E. -1994. –Vol.50. –p.2513-2522.
7. Collins J., Chow C., Imhoff T. Aperiodic stochastic resonance in excitable systems// Phys. Rev. E. -1995. –Vol.52. –p.3321-3324.
8. Inchiosa M.E., Bulsara A.R. Non-linear dynamic elements with noisy sinusoidal forcing: Enhancing response via non-linear coupling// Phys. Rev. E. -1995. –Vol.52. –p.327-339.
9. Gammaitoni L., Martinelli M., Pardi L. Observation of stochastic resonance in bistable electron-paramagnetic-resonance systems// Phys. Rev. Lett. -1991. –Vol.67. –p.1799-1802.
10. Анищенко В.С., Нейман А.Б., Шиманский-Гайер Л. Стохастический резонанс как индуцированный шумом эффект увеличения степени порядка// УФН. -1999. –Т.169. -№1. –с.7-38.

XÜLASƏ
RİYAZİYYATIN TƏDRİSİ NƏZƏRİYYƏ VƏ METODİKASINDA NEYRO ŞƏBƏKƏSİNƏ YANAŞMA VƏ TƏHSİL PROSESİNİN NƏTİCƏLƏRİNİN TƏHLİLİ
Rəhimova Z.N.

Açar sözlər: *nəzəriyyə, metodologiya, riyaziyyat tədrisi, model, strategiya.*
İşimizin məqsədi riyaziyyatın tədrisi nəzəriyyəsi və metodologiyasında neyroşəbəkə modellərinin işlənib hazırlanması və onların əsasında tədris prosesinin optimal strategiyasını təmin etməkdir.

SUMMARY
NERO NETWORK APPROACH IN THE THEORY AND THE TECHNIQUE OF TEACHING OF MATHEMATICS AND TESTING OF RESULTS OF JOB OF EDUCATIONAL PROCESS
Rahimova Z.N.

Keywords: theory, methodology, mathematics teaching, model, strategy.
The purpose of our job consists in development Nero network models in the theory and a technique of teaching of mathematics and maintenance on their basis of optimum strategy of educational process.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В НАЧАЛЬНЫХ КЛАССАХ. ОСОБЕННОСТИ И ЦЕЛИ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ В НАЧАЛЬНЫХ КЛАССАХ

Хасполадова Г.Я.
Азербайджанский государственный педагогический университет, Баку, Азербайджан
kulieva.64@mail.ru

Ключевые слова: *математика, начальная школа, вычисление, обучение, умение, знание, навыки, познавательные способности, мыслительные операции*

Начальная школа в Азербайджане с давних пор вышла за рамки замкнутого круга в системе образования. Математическое образование с1по4 класс следует рассматривать только как начальный этап освоения школьного курса математики в целом. Поэтому при работе в начальных классах необходимо учитывать общие цели обучения математике в средних классах и правильно оценивать роль начального образования в достижении этих целей.

Многие задачи из учебной программы средней школы по математике должны преподаваться в младших классах таким образом, чтобы они стали достоянием учеников на всю жизнь, в то время как другие должны быть введены на начальном уровне только в качестве подготовки к тщательной обработке в более поздних классах или как возможность повысить осведомленность в формировании определенных компетенций.

Эти соображения необходимо учитывать, чтобы дети в начальных классах сознательно и твердо развивали определенный круг знаний, навыков и умений по математике, предусмотренных учебным планом.

Одной из важнейших задач начального образования является и всегда являлось развитие осознанных и прочных (часто автоматических) навыков счета. Однако подчеркивается, что на

современном этапе школьного обучения это ни в коем случае нельзя сводить к цели работы с арифметическим материалом.

В пояснительной записке к программе говорится, что курс начальной математики требует "обобщения доступного детям материала, понимания общих принципов и законов, лежащих в основе изучаемых математических фактов, и осознания связей, существующих между изучаемыми явлениями". Это относится, прежде всего, к изучению характеристик поведения, связей между ними, а также математических отношений и зависимостей, которые составляют основу практических навыков и умений детей.

Установление взаимосвязи между теорией и практикой и обеспечение того, чтобы теория способствовала приобретению практических навыков, является одной из центральных задач учителей и одновременно одним из основных средств повышения эффективности обучения математике.

Конкретная цель обучения должна состоять в том, чтобы научить детей использовать свои знания, умения и навыки в различных видах учебной деятельности.

Однако применение знаний является также одним из важнейших средств повышения эффективности самого обучения детей. Психологи доказали, что полное усвоение знаний, умений и навыков возможно только при их активном и самостоятельном применении в изменяющихся ситуациях. Трудности, которые неизбежно возникают при переходе из одной начальной школы в другую, могут быть в значительной степени смягчены на этой основе. И наоборот, если учителя не уделяют особого внимания различным условиям, в которых детям приходится мобилизовывать накопленные знания, и знакомят их с одними и теми же видами вопросов, заданий, формулировок и задач, это усугубит трудности перехода к предметному обучению в V классе.

Этот вопрос неразрывно связан с общей задачей развития познавательных способностей детей. Уже в начальной школе многое должно быть сделано для развития умения наблюдать и сравнивать, выявлять сходства и различия в сравниваемых явлениях, а также для развития таких мыслительных операций, как анализ, синтез, обобщение, абстрагирование и конкретизация.

Задачей, неразрывно связанной с развитием навыков логического мышления, является развитие правильной, точной и лаконичной математической речи, а также развитие когнитивных навыков (восприятия, памяти, мышления, воображения и речи).

Уроки математики можно и нужно использовать для формирования у детей элементарного научного мировоззрения, укрепляющего связи между обучением и жизнью. Детям необходимо объяснить связь математики с практикой и показать её роль и значение. Уроки математики могут дать материал для постоянной и систематической работы по выработке привычки к труду и потребности в работе, которая требует дисциплины мышления и четкой организации, сосредоточенности и точности в работе.

В этом отношении от учителей требуется многое. Они должны проявлять педагогическое мастерство и чувство равновесия и направлять своих учеников так, чтобы их учебная деятельность приносила удовлетворение каждому из них. Для этого они должны, прежде всего, систематически развивать самостоятельность ребенка и постепенно увеличивать количество самостоятельных заданий в процессе обучения, соблюдая при этом такой уровень сложности, чтобы поставленные проблемы и задачи оставались посильными для ребенка.

Всех этих целей можно достичь, если грамотно подобрать содержание, представить его в последовательной форме и умело выбрать соответствующие методы и приемы обучения.

Литература

1. Белошистая А.В. Методика обучения математике в начальной школе. Владос, 2021 г.
2. Истомина-Кастровская, Смолеусова, Редько: Методика обучения математике в начальной школе. Учебник. ИНФРА-М, 2021 г.

XÜLASƏ
İBTİDAİ SİNİFLƏRDƏ RİYAZİYYATIN TƏDRİSİ PROQRAMININ XARAKTERİSTİKASI. İBTİDAİ SİNİFLƏRDƏ RİYAZİYYATIN XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ VƏZİFƏLƏRİ
Xaspoladova G.Y.

Açar sözlər: *riyaziyyat, ibtidai məktəb, hesablama, öyrənmə, bacarıq, bilik, bacarıqlar, idrak qabiliyyətləri, əqli əməliyyatlar*

Bu məqalədə ibtidai siniflərdə (I–IV siniflər) riyaziyyatın tədrisinin vacibliyi, ibtidai təhsil dövründə riyaziyyat sahəsində müəyyən bilik, bacarıq və vərdişlərə necə möhkəm yiyələnməyin yolları göstərilir. İbtidai siniflərdə riyaziyyatın bütün kursu ərzində şagirdlərlə ünsiyyətdə müəllimin tədris fəaliyyəti prosesində rolu, pedaqoji taktikaya və mütənasiblik hissinə malik olması da qeyd olunur.

SUMMARY

CHARACTERISTICS OF THE TEACHING PROGRAM OF MATHEMATICS IN PRIMARY CLASSES. CHARACTERISTICS AND TASKS OF MATHEMATICS IN PRIMARY GRADES

Khaspoladova G.Y.

Key words: *mathematics, elementary school, calculation, learning, ability, knowledge, skills, cognitive abilities, mental operations*

This article outlines the importance of teaching mathematics in primary grades (grades I–IV), how to firmly master certain knowledge, skills and abilities in the field of mathematics during primary education. The role of the teacher in the process of educational activity, the possession of pedagogical tact and a sense of proportion when interacting with students throughout the course of mathematics in the primary grades are also noted.

PLENAR İCLAS
ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ
PLENARY SESSION

1. *Сабитов К.Б.* О корректности постановки начально–граничной задачи для вырождающегося уравнения теплопроводности 3
2. *Mahmudov E.N., Mardanov M.J.* Optimal control of elliptic differential inclusions with mixed boundary conditions 5
3. *Магомедов А.М.., Лавренченко С.А.* Модификация алгоритма перечисления покрытий прямоугольника плитками 8
4. *Kayahan S., Günel K., Nuriyev U.* A clustering method with multi-labeling using particle swarm optimization for texts in Turkish 10
5. *Feyziyev F.G., Mehdiyeva M.R.* Bir sinif ikilik 4d – çoxölçülü qeyri-xətti modulyar dinamik sistemlərin tam reaksiyasının göstərilişi düsturu 13

I BÖLMƏ * I СЕКЦИЯ *** I SECTION**

RİYAZİ ANALİZİN NƏZƏRİ VƏ TƏTBİQİ MƏSƏLƏLƏRİ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

THEORETICAL AND APPLIED QUESTIONS OF MATHEMATICAL ANALYSIS

6. *Hasanov Y., Velychko O., Gordiyenko T.* System aspects of meteorological provisions for electric vehicles and ships. (ASMA, SEU, SUT) 18
7. *Khasanov Y.N.* Features of new definitions of the four basic SI units. (ASMA) 22
8. *Rzayeva G.F., Qəhrəmanov P.F.* Köçürmə tənliyinin fərqlər üsulu ilə həlli. (SDU) 27
9. *Rzayeva V.G.* Müstəvi dalğaların yayılması məsələsinin tədqiqi. (SDU) 31
10. *Şirinov R.H., Mirzəyev M.F., Mustafayeva Q.V.* Zəncirvari kəsrlərdən istifadə etməklə iqtisadi məsələnin həlli. (AU) 33
11. *Абдуллаева К. Ф.* Изучение базисных свойств собственных функций и сходимость спектральных разложений. (СГУ) 35
12. *Алиева У.С.* Исследование нестационарных плоских волн в слоистых пространствах. (СГУ) 36
13. *Асланов Г.И., Эйвазлы Г.М.* Принадлежность резольвенты операторного уравнения высокого порядка на конечном отрезке к классу σ_2. (ИММ, СГУ) 39
14. *Байрамова Н.С.* Построение функции Грина, коэффициенты которой соответствуют главной части оператора l_1. (СГУ) 41
15. *Гахраманов П.Ф., Агамалыева (Рустамова) К.Ф.* Разностная схема для решения уравнений переноса тепла сплошной средой. (СГУ) 44
16. *Гусейнов З.Г., Мамедов М.М.* Асимптотические свойства обобщенного решения задачи Неймана для эллиптического уравнения второго порядка в неограниченных областях. (СГУ) 49
17. *Курбанов Н.Т., Бабаджанова В.Г.* Исследование свободного колебания вязкоупругой пластинки. (СГУ) 50

II BÖLMƏ * II СЕКЦИЯ *** II SECTION**

DİFERENSİAL TƏNLİKLƏR, MODELLƏŞDİRMƏ, OPTİMALLAŞDIRMA VƏ OPTİMAL İDARƏETMƏ MƏSƏLƏLƏRİ

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ И ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ

DIFFERENTIAL EQUATIONS, MODELING, OPTIMIZATION AND OPTIMAL CONTROL PROBLEMS

18. *Ayda-zadə K.R., Əşrəfova Y.R.* Şəbəkə strukturlu rəqs sistemində mənbələrin yerlərinin və güclərinin təyini. (İSİ, BDU) 54

19. *Alıyev X.H.* İmpulslu xarici təsirli parabolik tip tənlik üçün qarışıq məsələnin həllinin bir təqribi üsulla həlli haqqında. (SDU)....56
20. *Məmmədov K.Ş., Niyazova R.R.* Çanta məsələsində təqribi həllin qurulması və onun innovativ olaraq yaxşılaşdırılması. (BDU, İSİ) 57
21. *Mastaliyeva D.I.* Optimization of Darboux type Polyhedral differential inclusions. (ANAS ICS) 59
22. *Əliyeva A.R., Allaverdiyeva N.Ə., Qasımov Y.S.* Pauli operatoru üçün qoyulmuş bir məsələnin ədədi həlli haqqında. (SDU, AU)....62
23. *Əliyeva H.H., Səricanova V.K.* Parabolik sistemlər üçün hərəkət edən bir optimal idarəetmə məsələsi. (SDU, ADNSU) 65
24. *Guliyev R.M., Mirzayev F.A., Karimova Sh.M.* Interval analysis and Fuzzy modeling. (BDU) 70
25. *Hadıyeva S.S.* Rəqs edən bir sistemin optimal idarə olunması. (SDU) 73
26. *Həşimov V.A.* Ölçmə nöqtələrinin optimallaşması ilə çubuğun qızdırılasında mənbələrin hərəkət idarəetmələrinin sintezi. (İSİ)....76
27. *Həşimov S.A.* Qeyri-xətti sistemlərin tədqiqinə sinergetik yanaşma. (BDU) 78
28. *İsgəndərov Ə.Ə., Abbaszadə R.R.* Elektrik təchizatı cihaz və avadanlıqlarının quraşdırılması, istismarı, təmiri və sazlanması zamanı etibarlılığın gözlənilməsi üsulları. (SDU) 80
29. *Kərimova M.N.* Xətti divergent cirlaşan elliptik-parabolik tənliklərin həlləri üçün aprior qiymətləndirmələr. (ADPU) 81
30. *Məmmədov İ.Q., Abdullayeva A.C.* Çoxölçülü halda oblastın ortasında verilmiş bir sərhəd məsələsinin qoyuluşu barədə. (İSİ, SDU)....83
31. *Məmmədova Ş.H., İsmayılova Ş.H.* Maili borularda sərfi fasiləsiz azalan mayenin hərəkəti. (SDU)....85
32. *Məstəliyev R.O., Əliyeva X.V.* Pilləvari stoxastik Bolsa məsələsində optimallıq üçün xəttiləşdirilmiş maksimum prinsipi. (AU, İSİ) 88
33. *Mustafayeva N.İ., Quliyeva H.G.* Presizion detalların kompleks diffuziya metallaşdırılması ilə bərpası. (SDU) 89
34. *Namazova N.M.* Öz-özünə qoşma diferensial ifadələrin doğurduğu L_0 operatoru sinqulyar halda. (NDU) 91
35. *Nəsirova T.H., İbayev E.A., Ömərova K.K.* Bir Semi-Markov dolaşma prosesinin sərhəd funksionalının momentlərinin tapılması. (İSİ)....95
36. *Nuriyeva F.* Heuristic algorithm for solving travelling salesman problem: adding vertex to quadrilateral center. (DEU) 97
37. *Rəhimov A.B.* Süzülmə parametrlərinin qiymətlərinin və sabitlik oblastlarının sərhədlərinin təyini məsələsinin həllinə yanaşma. (İSİ) 101
38. *Humbataliev R.Z., Mehmedov M.M.* The regular solvability of operator-differential equations in weighted space. (ASMA, BSU, SSU) 103
39. *Зулфалиева Г.С.* Априорные оценки и качественные свойства решений для нелинейных дивергентных вырождающихся уравнений типа эллиптико-параболических(СГУ) 106
40. *Efendiev M.A.* What has biology done for mathematics. (HMGU) 108
41. *Talıbov S.Q., Xəlilov M.S.* Qazkondensat layının işlənməsi zamanı qazvari agentlərlə təsirin modelləşdirilməsi. (BDU, SDU)....109
42. *Yagnaliyeva A.H.* The behavior of solution of degenerate nonlinear parabolic equations. (SSU)....111
43. *Zamanova S.A.* Study of problems with nonlocal boundary conditions and optimal management problems described by them. (UNEC) 115
44. *Аббасова С.В.* Приближенные методы интегрирования дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом. (ГГУ) 117
45. *Абдуллаев В.М., Джафарли С.С.* Об одной нагруженной задаче оптимизации параметров нелокальных краевых условий линейной динамической системы. (ИСУ, АГУНП) 119
46. *Алиева С.Т.* Об одной дискретной двухпараметрической задаче управления с запаздыванием. (БГУ, ИСУ) 122
47. *Асланов Г.И., Сулейманов С.Е.* Об асимптотическом поведении обобщённых решений операторно-дифференциальных уравнений с частными производными. (ИММ, АГПУ).....123

48. *Бейбалаев В.Д., Аливердиев А.А.* Исследование температурных и барических закономерностей изменения теплопроводности известняков. (ИПГВЭ ОИВТ РАН, ДГУ) 125
49. *Зейналлы С.М., Зейналлы Ф.М.* Исследование методами оптимизации обратной граничной задачи для гиперболического уравнения второго порядка. (ГГУ).....127
50. *Кадиев Р.И.* Устойчивость решений систем линейных уравнений ИТО с дробным временем и с запаздываниями. (ДФИЦ РАН, ДГУНХ) 129
51. *Кулиев Г.Ф., Сейфуллаева Х.И.* Задача граничной управляемости для уравнения колебаний тонкой пластины. (БГУ,СГУ) 131
52. *Кулиев Г.Ф., Исмаилова Г.Г.* Исследование одной обратной граничной задачи для уравнения колебаний струны методом оптимального управления. (БГУ,СГУ).....133
53. *Кулиев С.З.* Управление динамическими системами со сосредоточенными параметрами на основе текущей и запаздывающей обратной связи. (ИСУ, АГУНП) 135
54. *Мансимзаде А.Ф.* Необходимые условия оптимальности в одной двухэтапной задаче управления, описываемая интегро-дифференциальным уравнением типа Вольтерра. (БГУ) 139
55. *Мансимов К.Б., Масталиев Р.О.* К оптимальности особых управлений в стохастических системах ИТО с многоточечным критерием качества. (ИСУ, БГУ, УА).....142
56. *Марданов М.Дж., Мансимов К.Б.* К оптимальности квазиособых управлений в задаче управления интегро-дифференциальными уравнениями. (ИММ, БГУ, ИСУ).....143
57. *Марданов М.Дж., Мамедов И.Г., Абдуллаева И.А.* О корректной разрешимости одной неклассической краевой задачи для обобщенного уравнения Аллера. (ИММ, ИСУ, СГУ) 145
58. *Рамазанова Л.М., Гасанлы Н.И., Халилова А.А.* Необходимое условие оптимальности управления в задачах Больца для одного класса двоичных линейных модулярных динамических систем. (СГУ).....149
59. *Рзаев А.Г., Асадова Р.Ш.* Способ управления процессом динамического отстоя нефтяной эмульсии. (ИСУ) 153
60. *Ягуб Г., Ибрагимов Н.С.* Задача оптимального управления с финальным критерием качества для нелинейного уравнения Шредингера со специальным градиентным слагаемым. (КУ, ЛГУ).....158

III BÖLMƏ *** III СЕКЦИЯ *** III SECTION

İNTELLEKTUAL İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİNİN MODELLƏŞDİRİLMƏSİ
МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
MODELLING INTELLIGENT CONTROL-SYSTEMS

61. *Abbasova G.Y.* İşemik ürək xəstəliklərinin risk faktorunun qeyri-səlis üsulla təyini. (SDU) 162
62. *Adem Y., Taha Y.Ö.* Picture fuzzy bitopological spaces. (KU).....168
63. *Aşurova Ü.A.* ATS-in infokommunikasiya sistemlərində informasiya təhlükəsizliyi üçün intellektual idarəetmə sistemlərinin modelləşdirilməsi. (MDU) 171
64. *Cavadova S.R.* Çevik avtomatlaşdırılmış istehsalın intellektual planlaşdırma sistemi. (SDU) 173
65. *Əhmədova N.V.* Tibbi elmi araşdırmalara dəstək sistemi üçün bilik bazası yaradılması metodlarının təhlili. (ADNSU) 176
66. *Əliyeva K.R.* Səhvin əks yayılması metodu vasitəsilə neyron şəbəkəsinin öyrənilməsi. (SDU).....178
67. *Gardashova L.A., Jabrayilova Sh.M.* Weather forecasting using Big Data. (ASOIU).....181
68. *Hüseynov A.H., Cavadova S.R.* CAD mühitində intellektual avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sisteminin təşkilinə yanaşma. (SDU).....184
69. *Hüseynov S.Y., Məmmədova A.H., Baxşəliyeva İ.İ.* Verilənləri intervallar olan nəqliyyat məsələsinin riyazi modeli və bir həll üsulu. (İSİ) 187
70. *Hüseynzadə Ş.S., Nəsirova E.Ə.* Çevik isehsal sisteminin mexatron qurğularının avtomatik idarə edilməsinin proqram təminatının strukturu. (SDU) 189
71. *Hüseynzadə Ş.S., Tağıyeva A.D.* Su sərfiyyatının zamanla dəyişməsinin qeyri-səlis təbiətinə uyğun olaraq qiymətləndirilməsi. (SDU) 191

72. *İsgəndərov Ə.Ə., Kərimova X.F.* Müəsisənin idarəetmə sistemində sənəd dövriyyəsinin səmərəliliyinin artırlması məsələsi. (SDU) 193
73. *Mustafayev V.A., Salmanova M.N.* Qeyri-səlis modelin parametrlərinin tənzimlənməsi üçün qeyri-səlis neyron şəbəkələrin tətbiqi. (SDU) 195
74. *Qüdrətli İ.R.* İntellektual vibrasiya qurğusunun analizi. (SDU) 198
75. *Sultanova A.B., Abdullayev Y.V.* Neyron şəbəkənin tətbiqi ilə mobil robotun idarə etmə sisteminin işlənməsi. (ADNSU) 200
76. *Sultanova A.B., Hacıyev F.V.* Mövqe dəqiqliyinin istiqamətləndirilməsi əsasında PUA-nın trayektoriyasının planlaşdırılması. (ADNSU) 203
77. *Sultanova A.B., Heydərova L.E.* Tanınma sisteminin tətbiqi ilə insan aktivliyinin təyini. (ADNSU) 206
78. *Sultanova A.B., Rüstəmli E.Ə.* İstilik elektrik stansiyasının enerji blokunun diaqnostik ekspert sisteminin işlənməsi. (ADNSU) 210
79. *Vecdi A., Canan Ç.* An algorithm for total dominator coloring in graphs. (EU, OU) 213
80. *Zeynalova S.C.* Süni intellektin istifadə etdiyi neyron şəbəkələr. (NDU) 216
81. *Амаев Г.Н., Руфуллаева Р.А.* Продукционная модель управление цепного конвейера ламповой печи в условиях неопределенности. (СГУ) 219
82. *Гаджиева Т.Ю., Магомедова М.С.* Определение площади географического объекта методом статистических испытаний. (ДГУ) 222
83. *Георги В.С.* Интервально-периодический алгоритм (ИПА) в оптимизации расписаний для многопроцессорных машин. (ДГУ) 225
84. *Abiyev A.Y.* Triangle counting parallel algorithm for large graphs (heta) (KU) 227
85. *Cabbarova K.İ.* Z-informasiyaya əsaslanan limanın orta çəki aqqreqasiya üsulu vasitəsilə qiymətləndirilməsi (ADNSU) 230
86. *Həsənov A.B., Quliyeva S.Y., Sadıqov E.N., Həsənova T.N.* Qrunt sularının səviyyə dəyişmələrinin modelləşdirilməsi (İSİ) 233

IV BÖLMƏ *** IV СЕКЦИЯ *** IV SECTION

RİYAZİYYAT VƏ İNFORMATİKANIN TƏDRİSİ METODİKASININ AKTUAL MƏSƏLƏLƏRİ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

TOPİCAL İSSUES İN THE METHODOLOGY OF TEACHİNG MATHEMATİCS AND İNFORMATİCS

87. *Ağayarov M.H., Əliyev F.F., İbrahimova A.B.* Transendent tənliklərin əsas həll üsulları (SDU) 237
88. *Aşurov M.M.* Hesab əməlləri komponentləri ilə nəticəsi arasındakı asılılıqlar və onların müasir şəraitdə öyrədilməsi yolları. (ADPU) 239
89. *Cəbiyev K.M.* Tədris planının inkişafında fərdi yanaşma və Vilhelm von Humboldt sistemi. (AU) 242
90. *Cəbrayılov B.S.* Riyaziyyatdan fəal dərsin reallaşdırılması ilə bağlı bəzi mülahizələr. (ADPU) 243
91. *Cəfərli E.V.* Praktik və məntiqi məzmunlu məsələlər riyaziyyat təlimini həyatla əlaqələndirən vasitə kimi (V sinif). (GDU) 247
92. *Bayramova F.B.* ICT-based lesson structure in natural sciences. (BSU) 249
93. *Allakhverdiyeva A.T.* Earrıng workıng on the prıncıple of magnetıc levıtatıon investıgatıon of the level gauge devıce. (ASMA) 251
94. *Huseynova V.M.* Methods of solving mathematical problems in python. (EI) 255
95. *Allakhverdiyeva S.I.* Differentiation of computer science training in secondary educational institutions (MSU) 256
96. *Huseynova M.M.* Information and communication technologies in the educational system. (ASPU) 259
97. *Aghazade Sh., Humbeteli M.R.* Current problems of "living geometry in grades 10-11". (BSU, SSU) 263
98. *Qasimova G.I.* Emulation of networks in the simulator interface. (QKU) 264
99. *Taghiev E.N.* Methods and ways of processing and using data in computer mathematics. (MSU) 266
100. *Pələngov Ə.Q.* Müasir tibbi ekspert sistemləri və onların tətbiqi istiqamətləri. (ADPU) 270

101. *Əzizov B.B., Ələkbərli A.H.* Ali riyaziyyat fənnin tədrisində "nümayış- tədrıs, təlim" – tətbiqi proqram vasitələrindən istifadəsi nəticəsində təhsil prosesinin keyfiyyət və effektivliyinin artırılması. (AU) 272
102. *Həsənova X.S., Səfərli İ.S.* Riyaziyyatın tədrisində müasir təlim metodundan istifadə. (SDU) 274
103. *Həsənova X.S., Heydərova M.N.* Riyazi təhsilin inkişafinda innovativ prosesler və müəllim hazırlığı. (SDU) 277
104. *Nəsirova L.V., Babayeva Ü.R.* Çoxhədlilərin müxtəlif məsələlərin həllinə tətbiqinin fərqli metodikaları. (SDU) 280
105. *Novruzova X.T.* Riyaziyyatda ümumiləşdirmə metodu. (BSU) 282
106. *Osmanova G.S.* Riyaziyyat fənninin tədrisində milli-mənəvi dəyərlərin aşılanması. (MDU) 284
107. *Qarayeva V.M.* V-VI siniflərin riyaziyyat təlimində çalışmalar sisteminin ümumi xarakteristikası. (GDU) 286
108. *Rzayeva V.G., Hətəmova R.F.* Riyaziyyat müəllimlərinin hazırlığında konstruktiv və layihə bacarıqlarının inkişafı (SDU) 289
109. *Rzayev M.T.* Dairə və onun hissələrinin sahəsi bəhsi üzrə isbata aid məsələlərin həlli (ADPU) 291
110. *Səfərli İ.İ.* Qeyri-müəyyənliklərin hesablanma üsulları haqqında. (SDU) 294
111. *Səfərli İ.S.* Ali və orta məktəb arasında varisliyin pedaqoji-psixoloji əsasları. (SDU) 298
112. *Süleymanova V.A., Mehbalıyeva E.V.* Pedaqoji universitetlərdə riyaziyyat müəllimi hazırlığının peşə və pedaqoji istiqaməti 300
113. *Şükürov R.Y.* Yeni pedaqoji texnologiyalardan yaradıcı istifadə riyaziyyat təliminin səmərəliliyinin yüksəldilməsi vasitəsi kimi (ADPU) 303
114. *Алиева К.Г.* Современное образование и подготовка будущих учителей математики. (СГУ) 305
115. *Гафаров А.А.* Преподавание компьютерных сетей в интерфейсе симулятора. (ГГУ) 307
116. *Карунас Е., Карунас К.* Особенности реализации проектной деятельности обучающихся (на примере темы «четырехугольники»). (ФГБОУ ВО) 310
117. *Кулиева У.Р.* Особенности использования пакета MATLAB в курсе высшей математики. (БИУ) 313
118. *Рагимова З.Н.* Нейросетевой подход в теории и методике преподавания математики и тестирование результатов работы учебного процесса. (СГУ) 316
119. *Хасполадова Г.Я.* Особенности и цели обучения математике в начальных классах. (АГПУ) 318

İXTİSARLAR

ADDA	Azərbaycan Dövlət Dəniz Akademiyası
ADİU	Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti
ADPU	Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
ADNSU	Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti
ARETNRMİ	Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Riyaziyyat və mexanika institutu
ARETNİSİ	Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi İdarəetmə sistemləri institutu
AU	Azərbaycan Universiteti
BDU	Bakı Dövlət Universiteti
BSU	Bakı Slavyan Universiteti
EÜ	Ege Üniversitesi
GDU	Gəncə Dövlət Universiteti
LDU	Lənkəran Dövlət Universiteti
MDU	Mingəçevir Dövlət Universiteti
NDU	Naxçıvan Dövlət Universiteti
SDU	Sumqayıt Dövlət Universiteti

СОКРАЩЕНИЯ

АГПУ	Азербайджанский государственный педагогический университет
АГУНП	Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
БГУ	Бакинский государственный университет
БСУ	Бакинский славянский университет
ГГУ	Гянджинский Государственный Университет
ДГУ	Дагестанский государственный университет
ДФИЦ	Дагестанский федеральный исследовательский центр
КУ	Кавказский Университет
ЛГУ	Ленкоранский Государственный Университет
ИСУ	Институт Систем Управления
ИММ	Институт Математики и Механики
ИПГВЭ РАН	Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики Российской академии наук
НАНА	Национальная академия наук Азербайджана
СГУ	Сумгаитский государственный университет
УА	Университет Азербайджан
УФИЦ РАН	Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук
ФГБОУ ВО	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

ABBREVIATIONS

AAMU	Aydın Adnan Menderes University
ANAS ICS	Azerbaijan National Academy of Sciences Institute of Control Systems
ASPU	Azerbaijan State Pedagogical University
ASAPES	Azerbaijan State Academy of Physical Education and Sport
ASMA	Azerbaijan State Marine Academy
ASOİU	Azerbaijan State Oil and Industry University
ASUE	*Azerbaijan State University of Economics*
BSU	Baku State University
DACE	Dnipro Academy of Continuing Education
DEU	Dokuz Eylul University
Eİ	Educational Institute
EU	Ege University

OU	Ordu University
KU	Kafkas University
MSU	Mingechaur State University
GSU	Ganja State University
HMGU	Helmholtz Zentrum München University
SSU	Sumgayit State University
SEU	State Enterprise Ukrmetrteststandard
SUT	State University of Telecommunications
TU	Talinn University

Çapa imzalanmışdır: 03.04.2023-cü il
Şərti ç.v.1,31. Kağız formatı 60*84/1/16
Sifariş № 74. Tiraj 200 nüsxə.

Sumqayıt Dövlət Universitetinin
Redaksiya və nəşr işləri şöbəsi
Sumqayıt şəhəri, 43-cü məhəllə

Konfransın materiallar toplusu
ssu-conferenceproceedings.edu.az və **sdu.edu.az**
saytlarında yerləşdiriləcəkdir.

SUMQAYIT DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

Redaksiya və nəşr işləri şöbəsi

KONFRANS

MATERİALLARI

2023 № 2